

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

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Проект ділянки ремонтного цеху для діагностики, технічного  
обслуговування та ремонту заднього моста 54323-2402010 автомобіля МАЗ-54323,  
з дослідженням підвищення паливної економічності ДВЗ за рахунок оптимізації  
режимів роботи

Виконав(ла): студент(ка) 6 курсу, групи МАМ-61  
спеціальності 274

«Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

Литвин О.А.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник Левкович М.Г.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль Гевко І.Б.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

В.о. зав. кафедри Цьонь О.П.  
(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

В.о. завідувача кафедри

Цьонь О.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« »

2022 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

Литвину Олександрю Андрійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект ділянки ремонтного цеху для діагностики, технічного обслуговування та ремонту заднього моста 54323-2402010 автомобіля МАЗ-54323, з дослідженням підвищення паливної економічності ДВЗ за рахунок оптимізації режимів роботи

Керівник роботи

Левкович М.Г., к.т.н., доц.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «11» листопада 2022 року №4/7-899

2. Термін подання студентом завершеної роботи 20 грудня 2022

3. Вихідні дані до роботи Характеристика підприємства, базовий технологічний процес ремонту заднього моста 54323-2402010 автомобіля МАЗ-54323.

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

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

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

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

Структура підприємства та характеристика заднього моста – 1 аркуш формату А1. Задній міст

автомобіля МАЗ-54322 – 1 аркуш формату А1. Редуктор заднього моста автомобіля МАЗ-54322 – 1

аркуш формату А1. Колісна передача – 1 аркуш формату А1. Стенд для розбирання редукторів – 1 аркуш

формату А1. План агрегатної ділянки – 1 аркуш формату А1. Наукові дослідження – 2 аркуші формату А1.

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. викладач Клепчик В.М.		

7. Дата видачі завдання 11.11.2022

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Загально-технічний розділ	19.11.2022	
2	Технологічний розділ	25.11.2022	
3	Конструкторський розділ	30.11.2022	
4	Науково-дослідний розділ	05.12.2022	
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	12.12.2022	
6	Оформлення графічної частини	18.12.2022	
7	Захист дипломної роботи		

Студент

\_\_\_\_\_ (підпис)

**Литвин О.А.**

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_ (підпис)

**Левкович М.Г.**

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

## Реферат

кваліфікаційної роботи на тему: «Проект дільниці ремонтного цеху для діагностики, технічного обслуговування та ремонту заднього моста 54323-2402010 автомобіля МАЗ-54323, з дослідженням підвищення паливної економічності ДВЗ за рахунок оптимізації режимів роботи» студента групи МАМ-61 ТНТУ імені Івана Пулюя Литвина Олександра Андрійовича. Керівник роботи – канд. техн. наук, доцент Левкович М.Г.

Пояснювальна записка містить: 70 арк. формату А4, 17 рисунків, 16 таблиць, 67 арк. формату А4 додатків, 3 бібліографія, графічна частина – 9 аркушів формату А1.

Ключові слова: фонди часу, технологічний процес, технічне обслуговування, заміна, ремонт, організація ТО, відновлення.

Мета роботи: реакції, що виникають в колесі при ковзанні шин.

При виконанні кваліф. роботи вирішено наступні задачі:

- наведено огляд підприємства;
- розглянуто річні фонди;
- приведено ТП ТО-2;
- наведено технологічне оснащення (необхідне);
- проведено розрахунок технологічного оснащення;

визначено:

- ефективну потужність;
- параметри режиму руху;
- залежності критерію оптимізації;
- розглянуто питання охорони та безпеки праці в умовах надзвичайних ситуацій;
- оформлено графічну частину роботи.

## ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ	
1.1. Огляд підприємства та характеристика	8
1.2 Призначення будова та принцип роботи заднього моста автомобіля МАЗ-54322	10
1.3 Річний обсяг робіт	16
1.4 Річний фонду часу	25
1.5 Чисельності робітників	26
1.6 Вибір технологічного устаткування і оснастки	27
1.7 Розрахунок площі обґрунтування планувальних рішень	28
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	
2.1 Можливі несправності задніх мостів	29
2.2 Критерії граничного зносу моста	33
2.3 Технологія ремонту задніх мостів	35
2.4 Технологічний план виконання всіх ремонтних операцій	38
2.5 Розрахунок операцій технологічного процесу	38
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	
3.1 Обґрунтування необхідності конструкторської розробки	44
3.2 Структура та експлуатація пропонованого пристрою	44
3.3 Розрахунок на міцність деталей, працюючих в напружених умовах	45
4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ	
4.1. Дослідження підвищення паливної економічності ДВЗ за рахунок оптимізації режимів роботи	46
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	
5.1 Характеристика виробничих травм та аварій	59
5.2 Пожежна безпека	60
5.3 Розрахунок штучного освітлення	62
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	65
БІБЛІОГРАФІЯ	66
ДОДАТКИ	

## ВСТУП

Авто-транспорт різних видів і призначений і став важливою частиною життя суспільства в розвинених (промислово) країнах світу. Застосовується наполегливо і в масових кількостях в промисловості, при перевезенні вантажів і як дітей так і літніх, в різноманітних сферах виробництва і економіки, а також в інтересах забезпечення військової галузі.

Характеристиками сучасних автомобілів, вузлів і критичних систем, таких як їх мотори, є певна ускладненість, що охоплює теплове і механічне навантаження, насиченість як глибоким так і перехресним зворотним зв'язком. Тип використовуваних робочих процесів, такі важливі показники, як їх продуктивність - потужність, ефективність, безпека за екологією, ймовірність безаварійного функціонування і ресурси багато в дечому залежать від конструкції.

ДВС автомобіля - це тепловий двигун, в якому тепло, як форма накопичення і передачі кінетичної енергії структурних частинок речовини, отриманої в процесі екзотермічної реакції окислення палива, що відбувається в робочому органі з його участю в якості окислювача в результаті горіння, перетворюється в роботу, здатну управляти мобільними технічними засобами.

В новітніх умовах автомобілебудування все більше уваги приділяє розроблянню систем, що поліпшують потужність, паливо-економічні та екологічні характеристики двигуна внутрішнього згорання. В основному новітні досягнення спрямовані на зростання потужності і реакції дросельної заслінки двигуна в різних режимах роботи обладнання, зменшення питомої витрати палива, в тому числі поліпшення показників процесів, що відбуваються в циліндрах двигуна.

У двигунах з запалюванням зі вприскуванням особлива увага приділяється методам максимальної зростання ефективності перетворення енергії.

Ключові напрямки вдосконалення включають:

зниження втрат за рахунок зростання ступеня стиснення;

поліпшення теплообміну за рахунок збільшення повноти, швидкості і оптимального фазового положення процесу горіння;

зниження мех.;

Підвищити ефективність перетворення енергії в реальному діапазоні режимів роботи за допомогою оптимального управління двигуном.

Реалізація цих загальних рекомендацій здійснюється в силу певних фізичних умов, серед яких:

- якісний склад паливної суміші у всіх режимах роботи;
- турбулентність навантаження;
- поліпшення подачі повітря;
- оптимізація енергетичних характеристик синхронізації та запалювання.

Серед двигунів частка систем впрыскування значно зросла в усьому світі за останні 20 – 30 років.

Упрыскування палива дозволило усунути властиві карбюраторної паливної системи недоліки: високі гідравлічні опори на впуску, складність точного дозування компонентів палива, практична неможливість рівномірного розподілу палива в окремих циліндрах багатопаливникового двигуна.

При цьому можливості і ефективність систем упрыскування найбільшою мірою зросли при використанні електронного управління паливом за допомогою мікропроцесорів.

Оптимальне керування мотором в будь-який час в зоні режиму роботи може бути побудовано за двома принципами:

- управління параметрами регулювання на основі інтегрованих в систему програмного забезпечення;
- саморегуляція.

# 1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

## 1.1. Огляд підприємства та характеристика

Підприємство знаходиться в місті Тернопіль. Засноване 31 березня 1993 року. Спочатку працювало як транспортне підприємство. У 1995 року освоїли ремонтні роботи автомобілів МАЗ і розпочали торгівлю запчастинами до вантажних автомобілів МАЗ, з цього ж року має офіційний статус сервісу по ремонту автомобілів МАЗ. На даний час в МАЗ сервісі працює 22 чоловіка, а на балансі підприємства числиться 26 автомобілів МАЗ-54322.

Побудовані адміністративні приміщення площею 400м<sup>2</sup>, складські приміщення-250м<sup>2</sup>, ремонтні майстерні-250м<sup>2</sup>, підсобні приміщення -250м<sup>2</sup>. Є дві оглядові канали для вантажних автомобілів. Загальна площа -0,37 Га. Підведені газ, вода, каналізація, лінія електропередач 360В.

На «Тернопіль МАЗ сервісі» є такі цехи:

1. Цех для ремонту паливної апаратури. Площа – 25 м<sup>2</sup> .

В ньому знаходяться два стенди для діагностування паливних насосів високого тиску, один стенд марки НЦ-50 для діагностування форсунок, компресор, дві витяжки та набори інструментів;

2. Цех для наклепування фрикційних накладок гальмівних колодок. Площа -20м<sup>2</sup> . В ньому знаходяться один станок для обточування фрикційних накладок, два робочих столи та інструменти для зрізання та наклепування накладок;

3. Цех для ремонту двигунів, коробок передач, зчеплення, ведучих мостів, ведених мостів, ходової частини і підвіски. Площа – 100 м<sup>2</sup> .

В ньому знаходяться підйомник, пересувний кран, три робочих стола, лещата, мийна ванна, два стенди для ремонту двигунів, компресор, контейнер для інструментів, газовий балон, вертикально свердлильний верстак, два гідравлічних преси.

4. Майстерня в ній проводяться зварювальні, зачисні, відрізні роботи, відновлення різьби, свердлильні роботи.



В цій майстерні знаходяться наждачний станок, вертикально свердлильний верстак, зварювальний апарат, болгарка, різак, свердла, мітчики, плашки, штангенциркуль.

До організації виробничої діяльності підприємства є комплексним, тобто в ньому об'єднується зона збереження, зона ТО – 1, зона ТО – 2, зона ПР, склади, адміністративні побутові і громадські приміщення. Автотранспортне підприємство працює 250 днів на рік.

Зона ПР працює 250 днів на рік. ПР призначений для усунення відмов і несправностей, або виявлених в процесі технічного огляду.

Структура підприємства, зображена на рисунку 1.1.

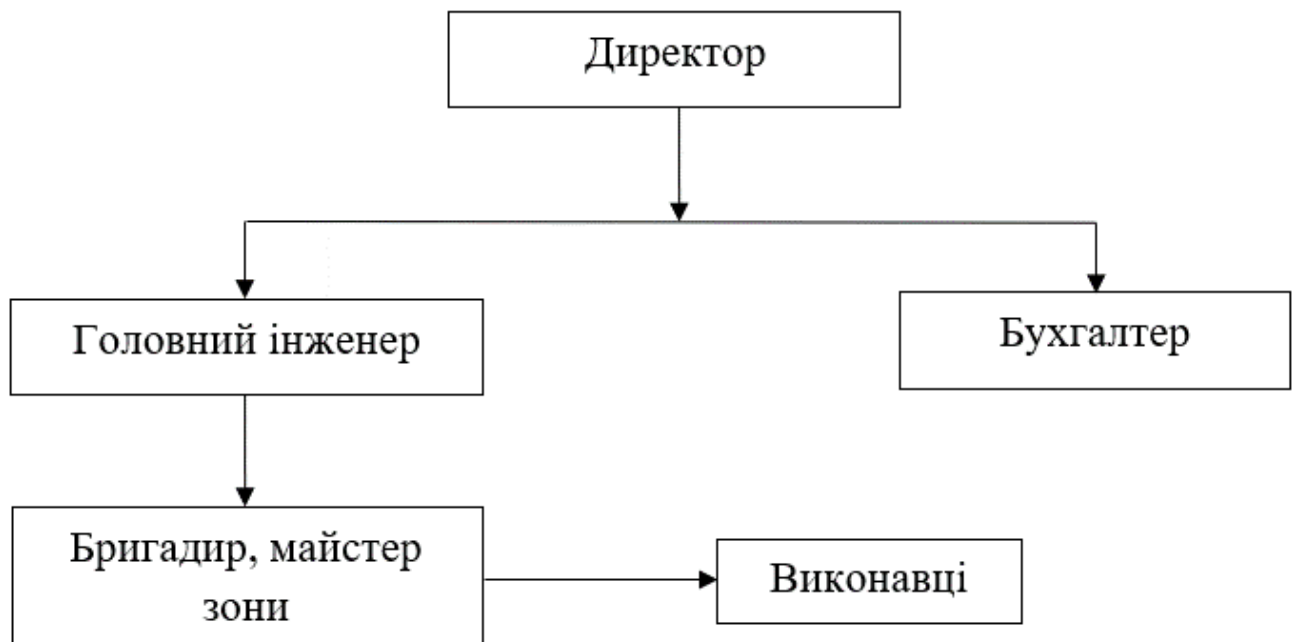


Рисунок 1.1 - Структура підприємства.

## 1.2 Призначення будова та принцип роботи заднього моста автомобіля МАЗ-54322

Міст автомобіля МАЗ-54322 ведучий, має центральний редуктор і циліндричні колісні передачі в маточинах задніх коліс.

Ведучий міст містить: балку, головну передачу, диференціал.

## Технічна характеристика заднього моста автомобіля МАЗ-54322

Загальне передатне число заднього моста	7,73
Число зубів ведучої конічної шестерні	12
Число зубів веденої конічної шестерні	32
Число зубів сателіта диференціала	11
Число зубів півосьової шестерні диференціала	18
Передатне число колісної передачі	2,9
Число зубів ведучої шестерні колісної передачі	20
Число зубів сателіта колісної передачі	19
Число зубів веденої шестерні колісної передачі	58

Через змінні за напрямком сили, які сприймає шестерня (осьові), зношуються шийки валу під підшипники. Оскільки шестерня завжди знаходиться навантажена в автомобілі, то має місце знос і викришування зубів.

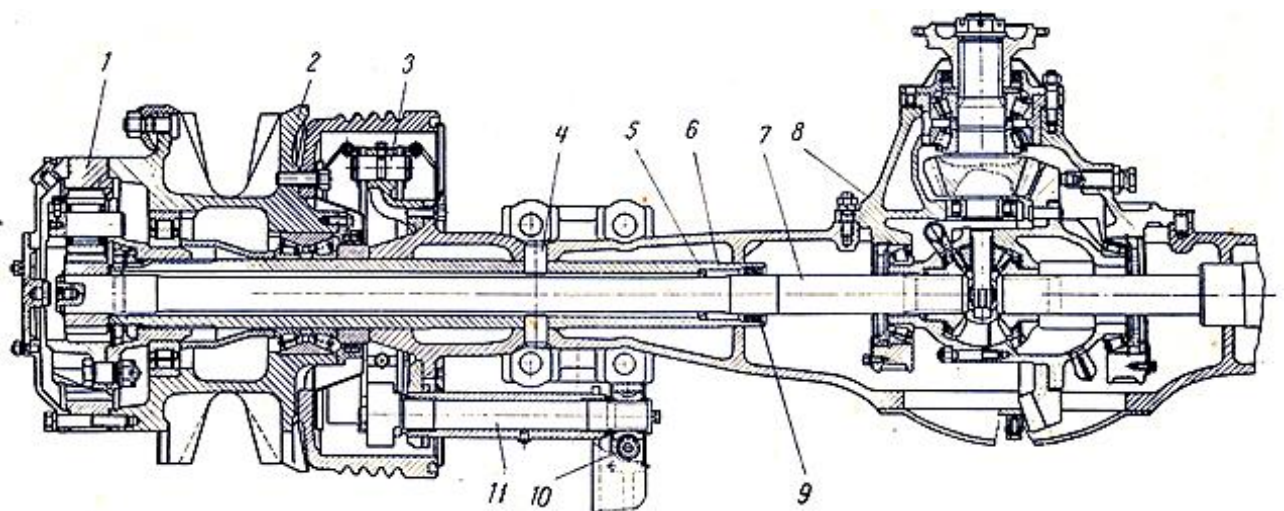


Рисунок 1.1 – Задній міст автомобіля МАЗ – 54322:

- 1 - колісна передача; 2 - маточина заднього колеса; 3 - гальма задніх коліс;  
 4 - стопорний штифт кожуха півосі; 5 - направляюче кільце півосі; 6 - кожух півосі;  
 7 - піввісь; 8 - центральний редуктор; 9 - спарений сальник півосі;  
 10 - регулювальний важіль; 11 - розтискний кулак гальм

З цих же причин виникає зношення шліців. Шестерня виготовлена із сталі 25ХГМ. Сталь 25ХГМ є середньо легованою з вмістом вуглецю 0,25% і додаванням таких легуючих елементів як хром, марганець, магній.

Центральний редуктор являє собою одноступінчатий редуктор з конічною парою шестерень і між колісним диференціалом.

При потребі зміни однієї з шестерень міняти парі треба комплектно. Завод МАЗ випускає шестерні в запасні частини тільки спареними (комплектом).

Чашки можна міняти комплектом з однаковими номерами на обох чашках, які при складанні мають бути поєднані. На хрестовину встановлюються чотири сателіти, в отвори яких запресовані втулки, виконані з напівтвердої або твердої бронзової стрічки. Між сферичними поверхнями сателітів і внутрішніми поверхнями чашок і диференціала є опорні сферичні шайби, виготовлені з напівтвердої або твердої бронзи, зафіксовані від провертання відносно опорних поверхонь чашок.

Поміж сателітами і основою хрестовини наявні упорні кільця (7), які призначені для фіксації втулок сателітів і встановлювані фаскою на отворі у бік маточини хрестовини встановлені дві шайби - сталева перехідна шайба (12), зафіксована від провертання відносно опорної поверхні чашки, і бронзова шайба (13) плаваючого типу, встановлювана між шайбою і півосьовою шестернею (8).

Кришки (10) кріпляться до картера редуктора двома шпильками. Використовувати кришки в парі з іншими (непарним) картерами редукторів не дозволяється, оскільки вони обробляються на заводі спільно з картером, та є взаємозамінними.

Для сполучення внутрішньої порожнини картера моста з атмосферою є три сапуни. Один з них сполучає з атмосферою порожнину картера редуктора, два інших - колісні передачі.

Диференціал застосовується для забезпечення руху коліс на одній вісі з різними швидкостями. Це потрібно при входженні в поворот, оскільки тоді колеса рухаються за різними радіусами і як наслідок пробігають відмінні між собою довжини шляхів.

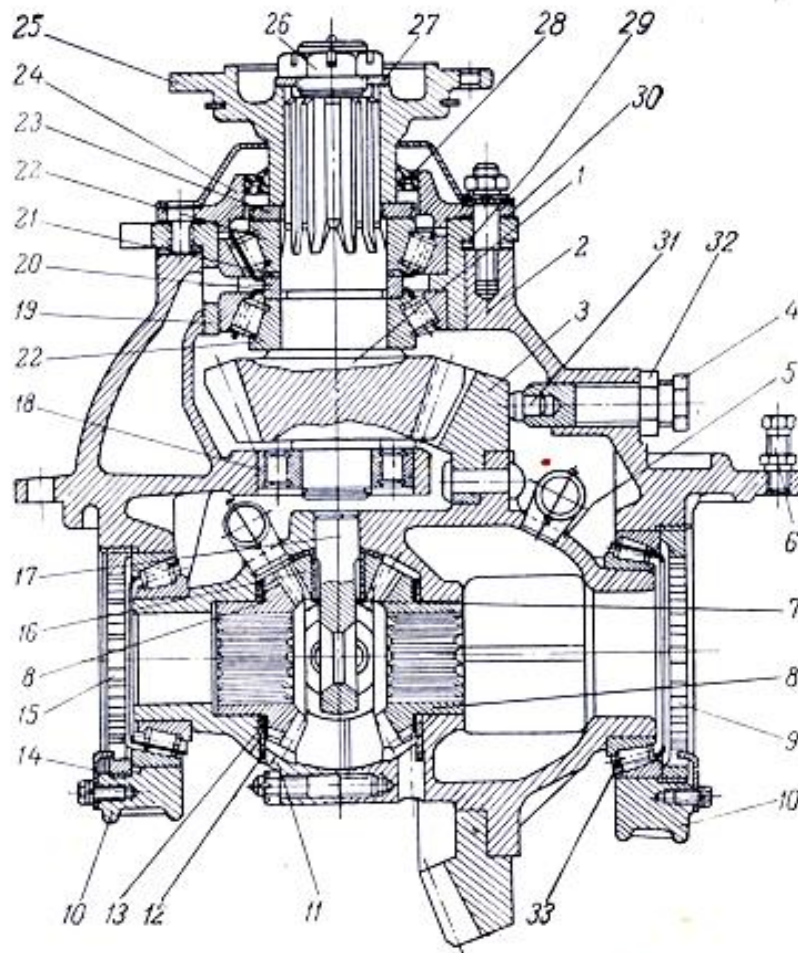


Рисунок 1.2 – Редуктор автомобіля МАЗ – 54322:

1 – ведуча шестерня; 2 – картер редуктора; 3 – ведена шестерня; 4 - обмежувач веденої шестерні; 5 - права чашка диференціала; 6 - демонтажний болт картера редуктора; 7 - напольгиле кільце втулки; 8 – шестерня півосі; 9 - гайка підшипника права; 10 - кришка підшипника ліва і права; 11 - ліва чашка диференціала; 12 - сталева шайба; 13 – бронзова шайба; 14 - стопор гайки підшипника; 15 - ліва гайки підшипника; 16 - сателіт диференціала; 17 - хрестовина диференціала; 18 - циліндричний підшипник провідної шестерні; 19 - картер підшипника провідної шестерні; 20 - кільце розпору; 21 - регульовальна шайба; 22 - конічний підшипник провідної шестерні; 23 - масловідбивач; 24 - кришка сальника; 25 – фланець; 26 – гайка фланця; 27 – шайба; 28 – сальник; 29 - регульовальні прокладки; 30 - прокладка; 31 - сухар; 32 - контргайка; 33 - конічний підшипник

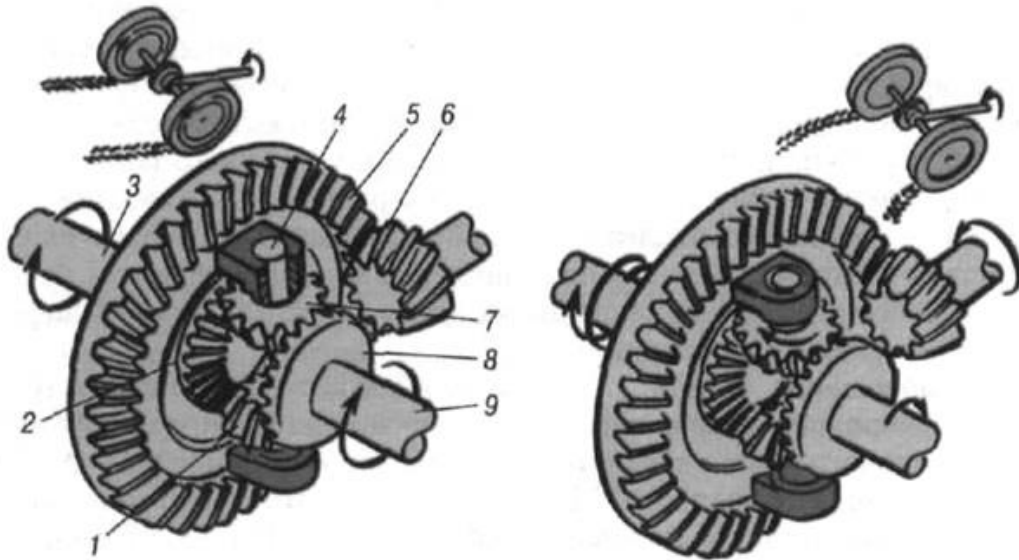


Рисунок 1.3 – Міжколісний диференціал:

1,7- шестерня сателіт; 2,8 – півосьове конічне зубчасте колесо; 3,9- на піввісь; 4 – вісь сателітів; 5 – ведене колесо головної передачі;  
6- ведуча шестерня головної передачі

Відмінну між собою швидкість дозволяють забезпечити наявні сателіти. Сателіти розміщені з можливістю обертання на осях, закріплених в отворах нерухомого водила. Воно складається із чашок (внутрішньої та зовнішньої), убік, протилежну до напрямку обертання сонячної шестерні. Від сателітів обертання передається коронній шестерні внутрішнього зачеплення, приєднаною до маточини заднього колеса.

Передаточне число кінематичної схеми колісної передачі визначається відношенням найменуванням зубів коронної шестерні до зубів сонячної шестерні. Сателіти не впливають на передатне число, тому зміною чисел зубів шестерень колісної передачі при збереженні їх міжосьової відстані може бути отриманий ряд передатних чисел, який навіть при тих же самих кінцевих шестернях центр редуктора може забезпечити достатню вибірковість для передатних чисел моста.

У сонячній шестерні розміщено отвір з шліцами, які взаємодіють з шліцами відповідного кінця півосі. Протилежний, внутрішній кінець також має

евольвентні шліци, які взаємодіють з шліцами в отворі маточини півосей шестерні диференціала.

Осьове зміщення півосі у бік центрального редуктора обмежено закріпленою на ній сонячною шестернею. У протилежну сторону руху півосі перешкоджає наполегливий сухар, запресований в гніздо малої кришки колісної передачі.

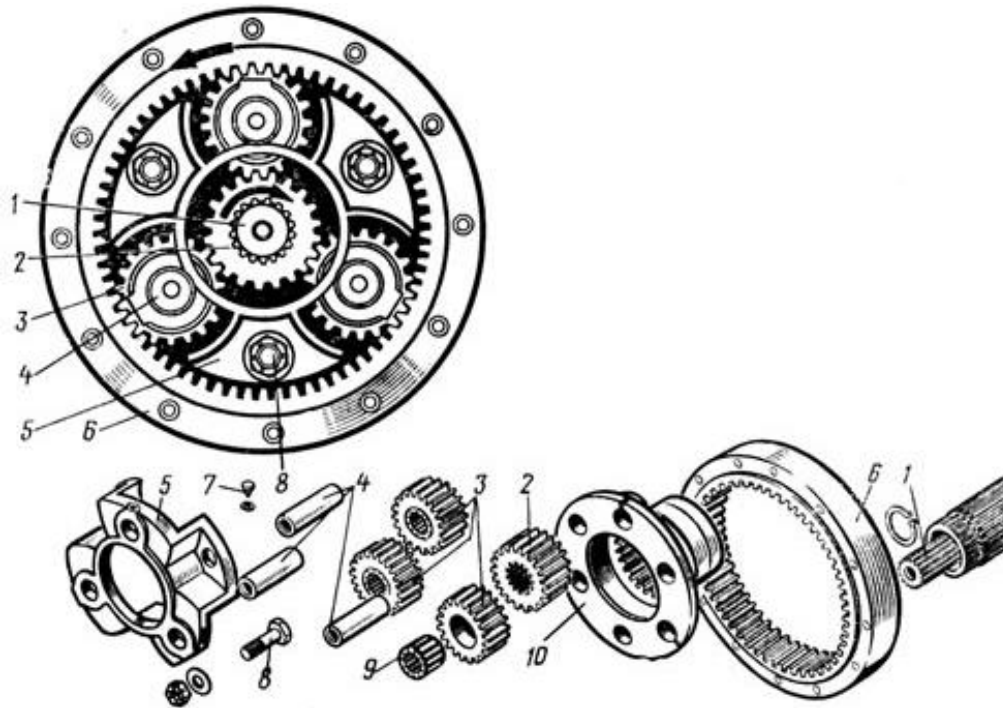


Рисунок 1.4 – Схема колісної автомобіля МАЗ54322:

- 1 - піввісь; 2 - сонячна шестерня; 3 - сателіт; 4 - вісь сателіта; 5 - зовнішня чашка водила; 6 - коронна шестерня; 7 – стопорний болт осі сателіта;  
8 - стяжний болт чашки водила; 9 - підшипник (сателіта);  
10 - внутрішня чашка водила

Сателіти посаджені на осі, зафіксовані в роз'ємному водилі, які містять дві чашки – внутрішньої і зовнішньої. Внутрішня чашка - кована з вуглецевої сталі, має маточину, зовнішня частина якої циліндрична, а внутрішня є шліцьовим отвором. Зовнішня чашка складнішої конфігурації, виготовлена із сталевого литва. Чашки водила сполучені між собою трьома болтами.



При проведенні розрахунку АТП і ТО треба розрахувати норми повторюваності, трудомісткості та простію авто при ТО та ремонту при певних умовах роботи.

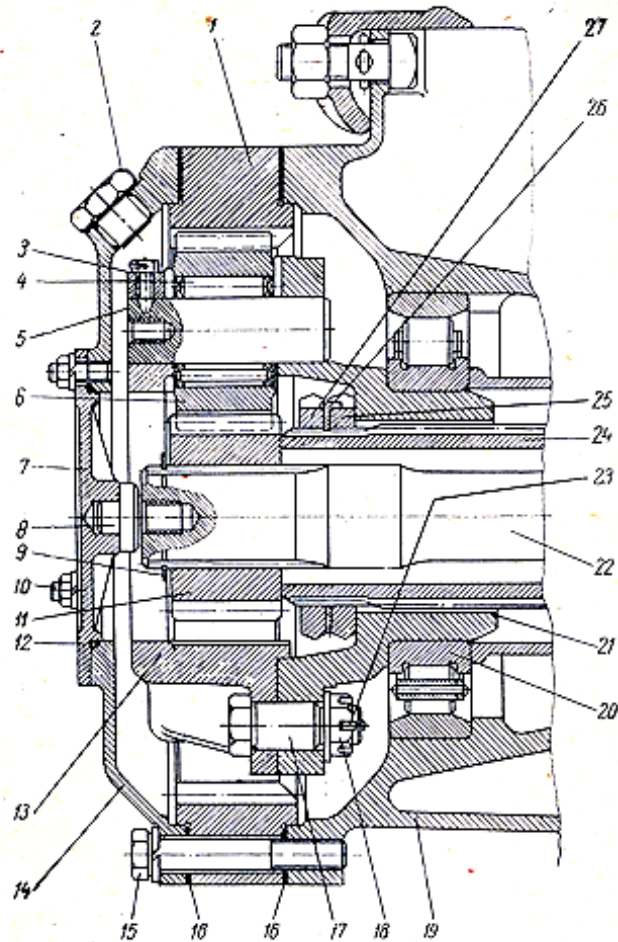


Рисунок 1.5 – Колісна передача автомобіля МАЗ-54322:

- 1 - ведена шестерня; 2 - заливна пробка; 3 - стопорний болт осі сателіта;  
 4 - підшипник сателіта; 5 - вісь сателіта; 6 - сателіт; 7 - мала кришка; 8 - сухар півосі;  
 9 - стопорне кільце; 10 - шпилька; 11 - провідна шестерня; 12 - кільце ущільнювача;  
 13 - зовнішня чашка водила; 14 - велика кришка; 15 - болт великої кришки і веденої шестерні;  
 16 - прокладення; 17 - болт чашок водила;  
 18 - гайка; 19 - маточина колеса; 20 - зовнішній підшипник маточини;  
 21 - внутрішня чашка водила; 22 - піввісь; 23 - упор провідної шестерні;  
 24 - кожух півосі; 25 - гайка підшипника маточини; 26 - стопорна шайба;  
 27 - контргайка підшипників маточини

### 1.3 Річний обсяг робіт

Коефіцієнт (результуючий) коректування нормативів робиться із використанням різних коефіцієнтів:

$$\text{перебіг до КР} - K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 = 0,9 \cdot 0,95 \cdot 1,0 = 0,9 ;$$

$$\text{періодичність ТО} - K_1 \cdot K_3 = 0,9 \cdot 1,0 = 0,9 ;$$

$$\text{трудомісткість ТО} - K_2 \cdot K_5 = 1,1 \cdot 1,15 = 1,2 ;$$

$$\text{трудомісткість ПР} - K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 = 0,9 \cdot 0,95 \cdot 1,0 \cdot 1,15 \cdot 0,9 = 0,9 ;$$

$$\text{витрати запасних частин} - K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 = 0,9 \cdot 0,95 \cdot 1,0 = 0,9 .$$

Сер. нормативний пробіг автомобіля за цикл експлуатації під час терміну роботи:

$$\begin{aligned} L_K &= \frac{L_{K1} + L_{K2}}{2} = \\ &= \frac{L_{K1} + 0,8 \cdot L_{K1}}{2} = 0,9 \cdot L_{K1} \end{aligned} \quad (1.1)$$

Періодичності ТО і КР поданий у таблиці 1.1, і вказує на значення загального нормативного і скорегованого значення пробігу автомобілів до ТО – 1, ТО – 2 і КР.

Кількості проведення КР для авто:

$$N_{KP} = \frac{L_{\text{Ц}}}{L_{KP}} \quad (1.2)$$

де  $L_{\text{Ц}}$ ,  $L_{KP}$  – перебіг рухомого складу за цикл зміни (нормативний перебіг до КП).



Таблиця 1.1 – Результати скоректованої періодичності ТО і КР

№ з/п	Марка автомобіля	Облікова кількість автомобілів	Значення показника, км		
			ТО – 1	ТО – 2	К
1.	МАЗ-54322	42	36000,0	14400,0	270000
Скориговане значення на одиницю РС			46800	672000	1260000
Нормативне значення на одиницю РС			4000	16000	300000

$$N_{кр} = \frac{270000}{270000} = 1$$

Кількості проведення ТО – 2:

$$N_{ТО-2} = \frac{L_{ц}}{L_{ТО-2}} - 1 \quad (1.3)$$

де  $L_{ТО-2}$  – скоректована періодичність проведення ТО – 2 над рухомих складом.

$$N_{ТО-2} = \frac{270000}{14400} - 1 = 17$$

Кількості проведення ТО-1:

$$N_{ТО-1} = \frac{L_{ц}}{L_{ТО-1}} - 1 - N_{ТО-2} \quad (1.4)$$

де  $L_{ТО-1}$  – скоректована періодичність проведення ТО – 1 для автомобілів.

$$N_{ТО-1} = \frac{270000}{3600} - 1 - 17 = 68$$

Кількості ЩО за цикл:

$$N_{ЩОс} = \frac{L_{ц}}{l_{сд}} \quad (1.5)$$

$$N_{ЩОс} = \frac{270000}{1600} = 169$$

Кількості проведення ЩО за цикл:

$$N_{\text{ЩО}_T} = (N_{\text{ТО-1}} + N_{\text{ТО-2}}) \cdot 1,6 \quad (1.6)$$

$$N_{\text{ЩО}_T} = (68 + 17) \cdot 1,6 = 136$$

де 1,6 – коефіцієнт, що враховує дію технічних ЩО при ПР.

Таблиця 1.2 – Технічні роботи рухомого складу

№ з/п	Марка автомобіля	Облікова кількість автомобілів	Розрахунок показників для автомобіля			
			$N_{\text{КР}}$	$N_{\text{ТО-2}}$	$N_{\text{ТО-1}}$	$N_{\text{ЩО}_c}$
1.	МАЗ-54322	42	42	714	2856	7098
Разом:			26	714	2856	7098
Усереднення			1,0	17	68	169

Пробіг автомобіля за рік відрізняється від його пробігу за цикл, а виробнича програма розраховується за рік, то для визначення числа ТО за рік, тому треба провести перерахунок  $N_{\text{ТО-1}}$ ,  $N_{\text{ТО-2}}$  за цикл до значень  $N_{\text{ТО-1}P}$ ,  $N_{\text{ТО-2}P}$  за рік:

$$N_{\text{ТО-2}P} = \frac{L_P}{L_{\text{ТО-2}}} - N_P \quad (1.7)$$

$$N_{\text{ТО-1}P} = \frac{L_P}{L_{\text{ТО-1}}} - N_P - N_{\text{ТО-2}P} \quad (1.8)$$

$$N_{\text{ЩО}_P} = \frac{L_P}{l_{\text{сд}}} - (N_{\text{ТО-1}P} + N_{\text{ТО-2}P}) \quad (1.9)$$

де  $N_P$  – кількість списань автомобіля за рік, що визначається наступним чином за відповідною формулою:

$$N_{\text{КР}} = \frac{L_P}{L_{\text{Ц}}} \quad (1.10)$$

Річний пробіг автомобіля:

$$L_p = l_{cd} \cdot D_K \cdot a_T \quad (1.11)$$

де  $D_K$  – дні в році;

$a_T$  – коеф. готовності авто.

$$a_T = \frac{1}{1 + l_{cd} \left( \frac{D_{TO-PP} \cdot K_2}{1000} + \frac{D_{KP}}{L_{Ц}} \right)} \quad (1.12)$$

де  $D_{TO-PP}$  – простій автомобіля в ТО і ПР на 1000 км.

Таблиця 1.3 – Простій в ТО і ПР

Тип рухомого складу	Норма простою в ТО і ПР, днів/1000км
Вантажні автомобілі особливо малої, малої і середньої вантажопідйомності (до 5 т)	0,4 – 0,5
Вантажні автомобілі великої і особливо великої вантажопідйомності (більше 5 т)	0,5 – 0,55
Причипи і напівпричепи	0,1 – 0,15

Приймаю простою автомобіля (тривалість) в ТО і ПР на 1000 км пробігу - 0,55 днів/1000км.

$D_{KP}$  – простій в КР, прийнято  $D_{KP} = 25$  днів;

$K_2$  – коефіцієнт модифікації.

$$a_T = \frac{1}{1 + 800 \cdot \left( \frac{0,5 \cdot 1,10}{1000} + \frac{25}{270000} \right)} = 0,9$$

$$L_p = 800 \cdot 365 \cdot 0,9 = 262800 \text{ (км)}$$

$$N_p = \frac{262800}{270000} = 0,3$$

$$N_{TO-2P} = \frac{262800}{14400} - 0,3 \approx 17$$

$$N_{TO-1P} = \frac{262800}{3600} - 0,3 - 8 \approx 55$$

$$N_{ЩОр} = \frac{262800}{800} - (55 + 17) = 256$$

Таблиця 1.4 – Кількості технічних робіт за календарний рік

№ п /п	Марка автомобіля	Кількість автомобілів	Значення показника, км		
			$N_{TO-2P}$	$N_{TO-1P}$	$N_{ЩОр}$
1.	МАЗ-54322	42	714	2310	10752
Разом:			714	2310	10752
Сер. значення на одиницю складу			17	55	256

Трудомісткість обслуговування і поточного ремонту АТП (річна):

$$T_{заг} = T_{ЩО} + T_{ПР} + T_{TO-2} + T_{TO-1} \quad (1.13)$$

Таблиця 1.5 – Скоректовані норми трудомісткості ТО і ПР рухомого складу

№ п/п	Марка автомобіля	Кількість автомобілів	Розрахунок показників для автомобілів за цикл			
			$t_{ЩО}$	$t_{TO-1}$	$t_{TO-2}$	$t_{ПР}$
1.	МАЗ-54322	42	5,820	25,40	7,40	7,40

Розрахунки трудомісткості рем. робіт:

автомобілі:

$$T_{ПР} = t_{ПР} \cdot \frac{L_{заг}}{1000} \quad (1.14)$$

$$T_{ПР} = 7,4 \cdot \frac{4316009}{1000} = 34173 \quad (\text{люд-год})$$

ТО – 2:

$$T_{TO-2} = t_{TO-2} \cdot N_{TO-2p} \quad (1.15)$$

$$T_{TO-2} = 25,4 \cdot 714 = 18136 \text{ (люд-год)}$$

ТО – 1:

$$T_{TO-1} = t_{TO-1} \cdot N_{TO-1p} \quad (1.16)$$

$$T_{TO-1} = 5,82 \cdot 2310 = 13444 \text{ (люд-год)}$$

ЩО:

$$T_{ЩО} = t_{ЩО} \cdot N_{ЩОp} \quad (1.17)$$

$$T_{ЩО} = 0,97 \cdot 10752 = 10429 \text{ (люд-год)}$$

Отже:

$$T_{заг} = 34173 + 18136 + 13444 + 10429 = 76182 \text{ (люд-год)}$$

Річна трудомісткість доп. робіт (загальна):

$$T_{доп.} = (0,2 \dots 0,3) \cdot T_{заг} \quad (1.18)$$

$$T_{доп.} = 0,2 \cdot 76182 = 15236 \text{ (люд-год)}$$

Розподіл об'єму робіт із ЩО, ТО і ПР по видах робіт наведено в таблиці 1.6.  
Об'єм допоміжних робіт за видами робіт наведено в таблиці 1.7.

Таблиця 1.6 – Основні показники для розрахунку річної виробничої програми

№ з/п	Показник	Одиниця	Позначення	Значення показника
1.	Періодичність проведення ТО і КР рухомого складу: Автомобілів:			
	ТО – 1	км	LTO-1	468000
	ТО – 2	км	LTO-2	672000
	КР	км	LK	1260000
2.	Технічні роботи над рухомим складом: Автомобілів:			
	ТО – 1		NKP	42
	ТО – 2		NTO – 2	414
	КР		NTO-1	2856
3.	Кількість технічних робіт над РС за рік:			
	ТО – 1	Люд. – год.	NTO – 2 p	714
	ТО – 2		NTO – 1 p	2310
	ЩО		NЩО p	10752
4.	Скоректовані норми трудомісткості ТО і ПР РС:			
	ПР	Люд. – год.	tпр	7,4
	ТО – 1		tТО-2	25,4
	ТО – 2		tТО-1	5,82
	ЩО		tЩО	0,97

5.	Загальна річна трудоємність обслуговування і поточного ремонту рухомого складу АТП: ПР ТО – 1 ТО – 2 ЩО	Люд. – год.	Тзаг. ТПР ТТО-2. ТТО-1 ТЩО	76182 34173 18163 13444 10429
6.	Річна трудоємність доп. робіт	Люд. – год.	Тдоп	15236

Таблиця 1.7 – Об'єм робіт із ЩО, ТО і ПР по видах робіт

№ з/п	Вид робіт	%	Значення
<b>1. ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ</b>			
ЩОс (виконується щоденно)			
1.1.	Прибирання	20	2085
1.2	Миття	10	1042
1.3.	Заправка	11	1147
1.4	Контрольно-діагностичні роботи	12	1251
1.5	Ремонт	47	4904
Разом:		100	10429
2.. ТО – 1			
3.1.	Загальна діагностика	8	1076
3.2	Кріпильно-регулювальні роботи, мащення	92	12368
Разом:		100	13444
3.. ТО – 2			
4.1.	Поглиблена діагностика	7	1271

4.2	Кріпильно-регулювальні роботи, мащення	93	16892	
Разом:		100	18163	
ПОТОЧНИЙ РЕМОНТ				
5. Робота на постах:				
5.1.	Загальна діагностика	1	342	
5.2	Поглиблена діагностика	1	342	
5.3	Регулювальні, розбирально-збиральні роботи	27	9227	
5.4.	Зварювальні роботи:	5	708	
	з металевим кузовом;			500
	з металево-дерев'яним; з дерев'яним			500
5.5	Жерстяні роботи:	2	184	
	з металевим кузовом;			250
	з металево-дерев'яним; з дерев'яним			250
5.6	Фарбувальні роботи	8	2732	
Всього по постах:		44	15035	
6.1	Агрегатні	17	5809	
6.2	Слюсарно-механічні	8	2734	

продовження таблиці 1.8

6.3	Електротехнічні	7	2392
6.4	Акумуляторні	3.0	1025
6.5	Ремонт приладів системи живлення	3	1025
6.6	Шиномонтажні	2	684
6.7	Вулканізаційні	1	342
6.8	Ковальсько-ресорні	3	1025
6.9	Мідницькі	2	684
6.10	Зварювальні	2	684
6.11	Жерстяні	2	684



6.12	Арматурні	3	1025
6.13	Інші	3	1025
Всього по дільницях:		56	19138

Таблиця 1.8 – Об’єм допоміжних робіт за видами

№ з/п	Вид робіт	%	Значення
1	Ремонт і обслуговування технолог. обладнання, інструменту та оснащення	20	3047
2	Ремонт і обслугов. інженерного обладнання, мереж і комунікацій	15	2285
3	Транспортні	10	1523
4	Перегін автомобілів	15.0	2285
5	Приймання, зберігання і видача цінностей	15.0	2285
6	Прибирання виробн. приміщень і територій	20	3047
7	Обслуговув. компресорного обладнання	5	764
Разом:		100	15236

#### 1.4 Річний фонду часу

Річний виробничий фонд часу для 5 – ти денного робочого тижня:

$$\text{ФРМ} = \text{ТЗМ} \cdot (\text{ДК} - \text{ДВ} - \text{ДСВ}) - (\text{ДПС} \cdot 1 + \text{ДСВ} \cdot 2); \quad (1.19)$$

)

де ТЗМ – час робочої зміни;

ДВ – кількість вихідних днів в році;

ДСВ – кількість святкових і релігійних днів;

ДПС – передсвяткові дні скороченні на 1 годину;

ДК – кількість календарних днів в році;

ТЗМ = 9 год.;

ДВ = 105 днів.;

ДСВ = 10 днів.;

ДПС = 10 днів.;

ДК = 366 днів.;

ФРМ =  $9 \cdot (366 - 105 - 10) - (10 \cdot 1 + 10 \cdot 2) = 2229$  (год);

### 1.5 Чисельності робітників

Кількість ремонтних робітників, зайнятих ТО і ТР рухомого складу:

$$N_{pp} = \frac{T_{заг}}{\Phi_{pp} \cdot \alpha_{pp}} \quad (1.20)$$

де  $T_{заг}$  – річна трудомісткість обслуговування і поточного ремонту, люд. – год.;

$\Phi_{pp}$  – річний фонд робочого часу одного ремонтного робітника, год.

$\Phi_{pp} = 1996$  (год)

$\alpha_{pp}$  – коефіцієнт норми виробітки ремонтними робітниками ( $\alpha_{pp} = 1,1$ ).

$$N_{pp} = \frac{76182}{1996 \cdot 1,1} \approx 35 \quad (\text{чол.})$$

Чисельність допоміжних робітників:

$$N_{dp} = \frac{T_{дон}}{\Phi_{dp} \cdot \alpha_{dp}} \quad (1.21)$$

де  $\Phi_{dp}$  – річний фонд робочого часу допоміжного робітника, год.

$\alpha_{dp}$  – коефіцієнт врахування норми виробітки допоміжними робітниками.

( $\alpha_{pp} = \alpha_{dp} = 0,9 \cdot \alpha_B = 0,9 \cdot 1,2 = 1,08$ ).

$\alpha_B$  – коефіцієнт врахування норми виробітки водіями. Умовно приймаю

$\alpha_B = 1,2$ .

$$N_{dp} = \frac{15236}{1996 \cdot 1,08} \approx 7 \quad (\text{чол.})$$

Таблиця 1.8 – Питома вага спеціальностей

№ з/п	Спеціальність	%	Кількість, чол
1	Слюсарі з ремонту автомобілів	62,50	3.0
2	Рихтувальники	6	2.0
3	Газоелектрозварювальники	4,650	1.0
4	Малярі	8,10	2.0
5	Слюсарі з паливної апаратури	4,15	1.0
6	Вулканізатори	1,20	1.0
7	Акумуляторні	0,7	1.0
8	Мийники автомобілів	4,650	1.0
9	Інші професії	8,05	3.0
10	Всього ремонтних робітників	100,0	42.0

### 1.6 Вибір технологічного устаткування і оснастки

Таблиця 1.9 Устаткування відділення

№ п /п	Назва устаткування	Габаритні розміри, мм	Кількість	Площа, м <sup>2</sup>
1.	Оглядова канава	1000.0×6000	1	6,0
2.	Стенд для ремонту ведучих мостів	780,0×12000,0	1	0,94
3.	Стенд для ремонту редукторів	700,0×830,0	1	0,580
4.	Стенд для ремонту зчеплень	800,0×10500	1	0,840
5.	Стенд для ремонту коробок передач	810,0×590,0	1	0,480

6.	Підставка для роботи в оглядовій канаві	450,0×600,0	2	0,540
7.	Місток перехідний	1400,0×550,0	1	0,770
8.	Підйомник канавний	1220×500	1	0,610
9.	Вертикально-фрезерний верстат	2100×1780	1	3,740
10.	Токарногвинторізний верстат	1000,0×2400,0	1	2,40
11.	Верстат заточний	825,0×825,0	1	0,680
12.	Прес гідравлічний	630,0×480,0	1	0,300
13.	Прес ручний	375,0×450,0	1	0,170
14.	Верстак слюсарний	800,0×1200,0	1	0,960
15.	Лещата слюсарні	400,0×300,0	1	0,120
16.	Ванна для миття деталей	960,0×660,0	1	0,630
17.	Колонка для роздачі стиснутого повітря	1150,0×620,0	1	0,710
18.	Стелаж для деталей	500,0×1400,0	1	0,70
19.	Ящик для ганчір'я	450,0×900,0	1	0,40
20.	Інструментальна шафа	200,0×780,0	4	0,620
21.	Ящик для відходів	450,0×900,0	2	0,80

### 1.7 Розрахунок площі обґрунтування планувальних рішень

Площу відділення (агрегатного) визначається:

$$F_{agr} = k_{густ} \cdot \sum F_{обл.} \quad (1.22)$$

де  $k_{густ}$  – коефіцієнт розміщення обладнання;

$\sum F_{обл.}$  – сумарна площа обладнання у відділенні;

$k_{густ} = 3,5 \dots 4,5$ ;

$$F_{agr} = 3,51 \cdot 25,76 = 88,92 \text{ (м}^2\text{)}$$

## 2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

### 2.1 Можливі несправності задніх мостів

Характерною ознакою несправності заднього моста є збільшення шуму при русі, яке може бути викликано підвищеною грою в підшипниках, зносом шестерень, зносом або стисненням пазів осей або осей супутника в їх коробці, зносом циферблатів і збільшенням зазорів збірки та іншими дефектами.

Стукіт в корпусі задньої осі відбувається через синців на шестернях, підшипниках або сколів, а також з інших причин. Відремонтуйте задню вісь безпосередньо на автомобілі і, в залежності від типу дефектів, видаліть всю трансмісію або тільки трансмісію. Задня вісь замінюється, якщо:

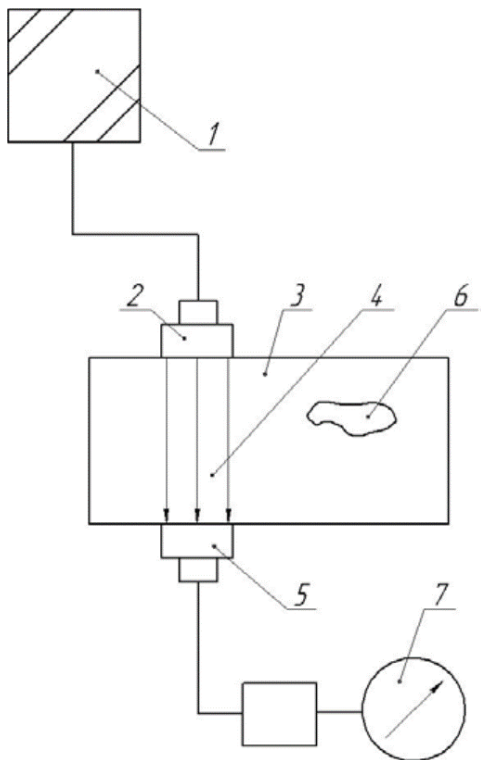


Рисунок 2.1 Схема ультразвукового дефектоскопу:

- 1 – ультразвуковий генератор;
- 2 – випромінювач; 3 – деталь;
- 4 – ультразвукові хвилі; 5 – приймач;
- 6 – дефект; 7 – індикатор.

Необхідно відмовитися або відремонтувати корпус заднього моста. Коробка передач змінюється зносом на головній коробці передач і тріщинами в коробці передач коробки передач. Протікання масла усуваються шляхом заміни прокладок і сальників. Гальмівні колодки, барабани і гальмівні камери замінюються безпосередньо на транспортному засобі.

Для виявлення дефектів на деталях використовуються магнітні методи виявлення дефектів і ультразвукового виявлення дефектів. Ці методи дозволяють легко виявити дефекти в середніх деталях, не пошкодивши їх і досить швидко.

При тугій зтяжці підшипників, а також при відсутності необхідного люзу в зачепленні проявляється підвищений нагрів головної передачі. А також перегрів може бути викликаний недостатньою кількістю оливи в картері, або при невідповідності марки мастила. В даному випадку потрібно відрегулювати люз в зачепленні шестерень і зтяжкою підшипників, а також заміною або доливкою відповідного мастила.

При великих зазорах в зачепленні спостерігається підвищений шум в головній передачі. Шум і стуки також свідчать про підвищений знос деталей, або їх поломку. виправляється даний дефект як правило заміною або при економічній доцільності відновленням зношених, або поломаних деталей. Не рекомендується зменшувати регульовальний люз в зачепленні шестерень, який створився при звичайному зношенню зубів, тому, що можна отримати порушення взаємного положення припрацьованих поверхонь зубів, як наслідок ще більшому їх зносу або поломці.

Для регулювання підшипників валу ведучої конічної шестерні вал провідної шестерні разом з картером підшипників вийняти з картера редуктора.

Картер підшипників з валом ведучої конічної шестерні виймають з картера редуктора за допомогою демонтажних болтів.

Закріпивши картер підшипників валу ведучої шестерні в лещатах, визначають індикатором осьовий люфт підшипників. Потім роблять часткове розбирання, для чого знімають фланець карданного валу, кришку сальника валу ведучої шестерні разом з сальником, внутрішнє кільце зовнішнього підшипника і регульовальну шайбу.

Для забезпечення тривалого терміну служби підшипників і шестерень конічні підшипники валу ведучої шестерні мають бути зібрані з натягом 0,03 – 0,05 мм. Для цього слід змінити регульовальну шайбу і пошліфувати її на замірянний індикатором осьовий проміжок +0,03 – 0,05 мм. Після цього зняті деталі встановити на місце в зворотній послідовності окрім кришки, яку розміщують після перевірки правильності регулювання, оскільки тертя спотворить свідчення дійсний величини момент опір приведений валом. При

складанні шестерню закріпити в лещатах, заздалегідь наклепавши на губки м'які прокладення і, погойдуючи картер підшипників, постукувати по ньому дерев'яним молотком, щоб ролики при затягуванні зайняли правильне місце.

Момент, необхідний для провертання валу провідної шестерні в підшипниках, має дорівнювати 0,1 – 0,2 кг, що відповідає необхідному попередньому натягу. Підвищений натяг може привести до сильного нагріву і швидкого зносу підшипників, тому при необхідності регулювання потрібно зробити мітку, зняти фланець, встановити на місце кришку з сальником, надіти на шліцьову частину валу провідної шестерні фланець і затягнути його гайкою.

Підтікання мастила проявляється внаслідок підвищеного зносу поверхонь під робочою кромкою сальника, а також розрушенням сальника і прокладок. Про знос або поломку сальників можна судити по попаданню мастила в гальмівні механізми. При підтіканні мастила необхідно замінити сальники і ущільнювачі.

Поломка зубів шестерень, скручування півосей, обрив їх шпильок частіше за все є наслідком неправильної експлуатації автомобіля, або заливання мастил невідповідних марок.

Шліци на ведучому валу призначені для посадки на них фланця який з'єднаний з карданним валом і передачі крутного моменту. Оскільки посадка фланця на шліцах нерухома, то за умов нормальної експлуатації шліци не зношуються. Але, при недостатньому затягуванні гайки кріплення фланця можливий швидке зношення шліців за товщиною. В такому випадку зношування проходить досить швидко, причиною чого є нещільна посадка фланця на шліцах і знако-змінний крутний момент, який передається через дане з'єднання.

Шестерня ведучого вала працює в спряженні з веденою шестернею і зазнає незначного зносу зубів. Оскільки дана зубчата передача постійно працює виключно в масляному середовищі зношування зубів відбувається дуже повільно.

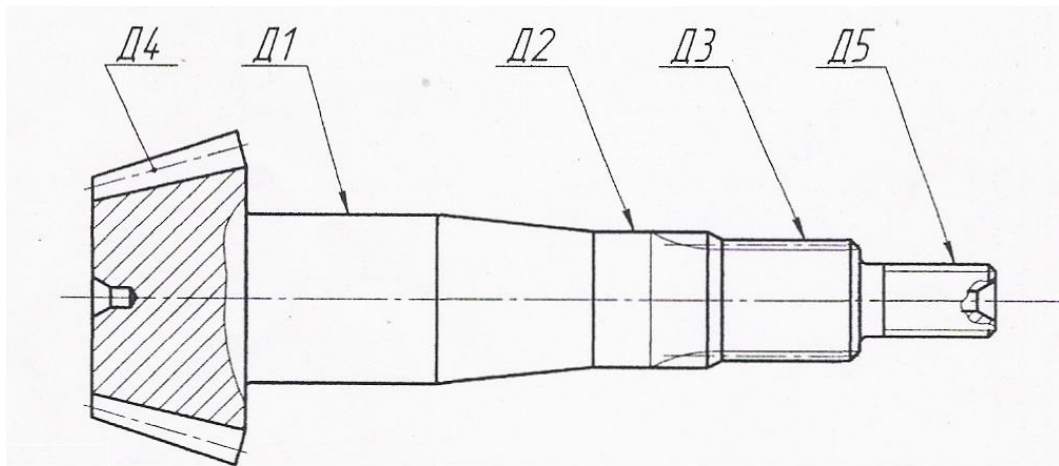


Рисунок 2.2 - Дефекти хвостовика

При дефектуванні ведучого вала редуктора заднього моста контролюють наступні параметри деталі: діаметри і шорсткість опорних шийок, радіальне биття опорних шийок, товщину шліців, зуби шестерні, різьбові з'єднання, наявність внутрішніх дефектів.

Спочатку деталь слід візуально оглянути і перевірити на наявність тріщин, сколів, задирів на робочих поверхнях, погнутості. Вище перелічені дефекти не допускаються і їх наявність приводить до вибракування деталі.

Дефект 1,2- знос опорних шийок по діаметру.

Контроль товщини опорних шийок здійснюється вимірюванням їх діаметра в двох поясах на відстані 3-4 мм від країв робочих поверхонь в 2-х взаємно перпендикулярних площинах. Вимірювання проводиться з допомогою мікрометра МК – 50 ГОСТ 6507 – 78. Допустимі без ремонту розміри: для шийки, що працює в спряженні з заднім підшипником (дефект 1) - 34,950 мм; для шийки, що працює в спряженні з переднім підшипником (дефект 2) 27,950 мм. При зносі передньої шийки до 27,900мм або задньої до 27,900мм деталь відновлюванню не підлягає і вибраковується.

Радіальне биття опорних шийок контролюється з допомогою індикатора годинникового типу ИЧ – 25 ГОСБ 577 – 68, який встановлюється в штативі, а його ніжка впирається по черзі в контрольовані шийки. Деталь встановлюється в центрах і обертається вручну. Радіальне биття має бути не вище 0,030 мм.



Дефект 3 – зношення за товщиною шліців. Допустимий без ремонту зносу становить не більше 0,05-0,08мм.

Дефект 4 - знос зубів шестерні ведучого вала. Контроль здійснюється з допомогою штангензубоміра ГОСТ 163-41. Контролю підлягає товщина зубів. Вимірювання проводиться в середньому січенні кожного зуба. Допустимий знос зубів складає 3,4 мм. При зносі зубів більше вказаного допустимого значення деталь вибраковується.

Дефект 5 - знос різьби хвостовика ведучої шестерні. Дефект виявляється візуальним оглядом. Не допускається пошкодження різьби.

Контроль на наявність внутрішніх дефектів проводиться з допомогою ультразвукового дефектоскопа імпульсної дії УЗД-7М. Не допускається наявність внутрішніх тріщин розмірами більше 0,5 мм.

Перевірку осьового проміжку контролюють індикаторним пристосуванням, а у разі відсутності затягування підшипників - похитуванням валу ведучої шестерні за фланець карданного валу.

Переміщення веденої шестерні здійснюють гайками підшипників диференціала, причому для збереження регулювання підшипників треба загортати(відкручувати) гайки на один і той же кут.

При перевірці правильності зачеплення декілька зубів провідної шестерні змащують тонким шаром фарби по усій поверхні, що дозволяє побачити контакт.

## **2.2 Критерії граничного зносу моста**

Картер моста автомобіля МАЗ-54322 роблять зварюванням верхньої і нижньої балок, відлитий зі сталі 40Л із запресованими кожухами півосей, виготовлених зі сталі 40Х, НРС 28 ... 37. Верхня і нижня чашки картера закріплюється болтами. Картер моста працює в важких умовах і піддається великим навантаженням, тому якість металу і умов змащення повинні забезпечувати надійну роботу всіх елементів і механізмів. Півосі автомобілів МАЗ-54322 виготовляють зі сталі 38ХГС, НРС 44 ... 50. Дефекти картера, диференціала, півосі наведено нижче

### Дефекти картера моста

№	Дефекти	Допустимі розміри
1.	Знос шийки під внутрішній підшипник маточини заднього колеса	84,880
2.	Знос шийки під зовнішній підшипник маточини заднього колеса	74,900
3.	Знос кільця під сальник	141,700
4.	Знос отвору під роликовий підшипник ведучої конічної шестерні	140,100
5.	Знос отворів під гнізда підшипників ведучої циліндричної шестерні	135,080
6.	Знос отворів під підшипники диференціала	130,080
7.	Ушкодження різьблення під гайку підшипника диференціала	Зрив більше двох ниток

### Дефекти півосі

№	Дефекти	Допустимі розміри
1.	Погнутість півосі	-
2.	Знос шліців по товщині	55,0
3.	Знос конусних отворів під розтискні втулки	-
4.	Погнутість фланця	-

## Дефекти диференціала

№	Дефекти	Допустимі розміри
1.	Задирки, риски або нерівномірне зношування торця під шайбу шестерні півосі	При розмірі а більше 49,8 – бракувати
2.	Знос отвору під шийку шестерні півосі	75,200
3.	Знос шийки під роликовий підшипник	75,010
4.	Знос отворів під стяжні болти	14,500
5.	Задирки, риски або нерівно мірне зношування сферичної поверхні під шайби	При радіусі більше 81,05 – бракувати
6.	Знос отворів під шипи хрестовини	28,100

### 2.3 Технологія ремонту задніх мостів

Ремонт моста полягає в заміні зношених або пошкоджених деталей. Конструкція заднього моста дозволяє виконувати більшість ремонтних робіт без зняття або, якщо необхідно, зі зняттям і розбиранням редуктора або колісної передачі.

При ремонті розібрані деталі очищують. Перевіряють стан підшипників, на яких не повинно бути викришених місць, тріщин, вм'ятин, луцення, зруйнованих або пошкоджених роликів і сепараторів.

При ремонті деталей задніх мостів застосовують методи відновлення металу, які наведено нижче.

Механізоване зварювання та наплавлення здійснюється струменем вуглекислого газу.

Для наплавлення в середовищі вуглекислого газу зазвичай використовують зварювальні автомати А-580М, що застосовуються при напавленні під флюсом, але на них встановлюють спеціальний мундштук з

пальником для подачі захисного газу. При наплавленні використовують токарний верстат, в патроні якого встановлюють деталь, а на супорті кріплять наплавлювальну головку.

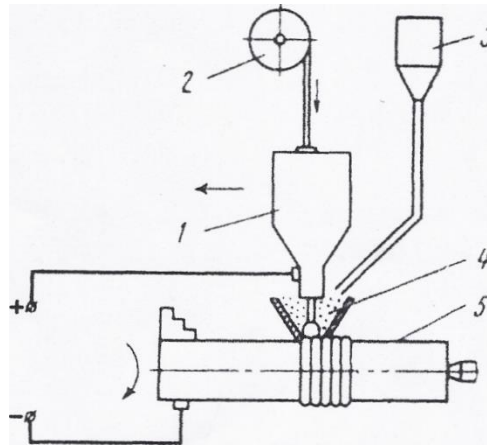


Рисунок 2.3 - Схема електродугового наплавлення під шаром флюсу:  
1 – наплавлювальна головка; 2 – подавальний механізм; 3 - насос для подачі флюсу; 4 – флюс; 5 – деталь

Автоматичне вібродугове наплавлення.

Основною перевагою цього процесу наплавлення є невеликий нагрів деталей (біля 100°C), мала зона термічного впливу і можливість отримання наплавленого металу з необхідною твердістю і зносостійкістю без додаткової термічної обробки.

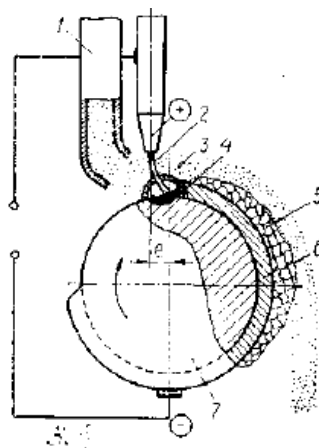


Рисунок 2.4 - Наплавлення під шаром флюсу:  
1 – сопла для подачі флюсу; 2 – електродний дріт; 3 – гранульований флюс; 4 – крапля розплавленого флюсу; 5 – шлакова оболонка; 6 – наплавлений метал; 7 – деталь

Таблиця 2.4 - Порівняння методів відновлювання деталей

Показники оцінки	Наплавлення механізоване				Електролітичне покриття	
	в середовищі CO <sub>2</sub>	під шаром флюсу	вібродугове	в середовищі водяної пари	хромування	залізнєння
Відновлення розміру і посадки	+	+	+	+	+	+
Товщина покриття, мм	2 – 3	3 – 4	2 – 3	2 – 3	0,3	0,5
Розхід матеріалів, кг/м	30,00	+38,0	31,0	31,0	21,20	23,30
Трудомісткість	28		32	28	34,6	18,6
Відновлення властивостей:						
коефіцієнт зносостійкості	0,720	0,910	1,00	0,900	1,670	0,910
коефіцієнт витривалості	0,90	0,870	0,620	0,750	0,970	0,820
коефіцієнт зчеплення	1,00	1,00	1,00	1,00	0,820	0,650
коефіцієнт довговічності	0,63	0,79	0,62	0,69	1,72	0,58
Енергоємність відновлення, кВт год/м <sup>2</sup>	256	286	234	234	124	121
Продуктивність, м <sup>2</sup> /год	0,0360	0,033	0,0310	0,0360	0,038	0,054
Площа під обладнання, м <sup>2</sup>	13,60	13,60	11,20	13,60	15,20	15,20
Маса обладнання, т	7,50	7,50	6,40	7,50	4,40	4,40

## 2.4 Технологічний план виконання всіх ремонтних операцій

### Структура ТП відновлення ведучого вала головної передачі

Операція 005- Мийна.	Виконується очищення осі від бруду, олії і слідів корозії.
Операція 010 – Розбирання.	Проводиться зняття і розбирання заднього моста з автомобіля.
Операція 015 – Очищення.	Виконується остаточне миття деталі від бруду.
Операція 020 – Дефектувальна.	Проводиться виявлення відхилень форми і розташування поверхонь, геометричних розмірів.
Операція 025 - Токарна.	Зрізання різьби М15 перед наплавленням здійснюється на токарному верстаті для найкращої з'єднання металу, що наплавляється з основним металом деталі.
Операція 030 - Вібродугове наплавлення.	Проточена поверхня під різьбу наплавляється до 17 мм на довжині 25 мм із використанням злектроімпульсної установки.
Операція 035 - Токарна.	Наплавлена поверхня під різьбу обточується до 15 мм на токарному верстаті, а потім нарізається різьба М 15х1,5 відповідно до креслення.
Операція 040- Гальванічна.	Наростити відновлювану поверхню до розміру 28,2 мм. та 35,2мм.
Операція 045 - Обдування.	Проводиться обдувка стисненим повітрям під тиском 0.9 МПа.
Операція 050- Заключний контроль.	Проконтролювати розміри і якість відновленої деталі.

## 2.5 Розрахунок операцій технологічного процесу

$$t_{шк} = t_0 + t_v + t_{обс} + t_{від} + t_{пз}/n, \quad (2.1)$$

Операція 005 - Мийна операція.

Приймаємо час на миття 5 хв.

Операція 010 – Розбирання.

Приймаємо час на розбирання 15 хв.

Операція 015 – Очищення.

Приймаємо час 5 хв.

Операція 020 - Дефектувальна.

Приймаємо час 12 хв.

Операція 025 - Токарна.

Глибина різання:

$$t = (d1 - d0)/2 = (15 - 13)/2 = 1\text{мм.} \quad (2.2)$$

Швидкість подачі  $v=200$  м/хв.

Довжина обточуваної поверхні  $l=25$ мм.

Операція 030- Вібродугове наплавлення.

Переходи:

Встановити деталь.

Наплавити поверхню під різьбу до діаметра 17мм.

Зняти деталь.

Основний час при виконанні вібродугового наплавлення:

$$T_0 = 0,06 \cdot F \cdot l \cdot y \cdot kn \cdot kc / (an \cdot I), \quad (2.3)$$

$$t_0 = 0,06 \cdot 7,0 \cdot 425 \cdot 7,8 \cdot 0,95 \cdot \frac{1,0}{5 \cdot 200} = 1,32 \text{ хв.}$$

Додатковий час

$$T_{\text{дод}} = (t_{\text{обс}} + t_{\text{от}}) = 0,05 \cdot (1,32 + 0,95) = 0,12 \text{ хв.} \quad (2.4)$$

Підготовчо-заключний час -  $I_{\text{пз}} = 5$  хв.

Штучно-калькуляційний час на одну вісь:

$$t_{\text{шк}} = 1,32 + 0,95 + 0,12 + 5/25 = 1 \text{ хв.}$$

Операція 035- Токарна.

Глибина різання  $t = (d1 - d0)/2 = (15 - 13)/2 = 1$  мм.

Швидкість подачі  $v = 200$  м/хв.

Довжина обточуваної поверхні  $l=25$  мм.

Штучно-калькуляційний час на виконання токарної операції ішт. к = 14.7 хв.

Операція 040- Шліфувальна.

Визначаємо поздовжню подачу:

$$S_{\text{позд.}} = \beta + B \quad (2.5)$$

$$S_{\text{позд.}} = 0,3 \cdot 40 = 12 \text{ мм/об.}$$

Визначаємо довжину ходу стола:

$$L_p = l - B, \quad (2.6)$$

$$L_{p1} = 20 - 40 = -20 \text{ мм. } L_{p2} = 38 - 40 = -2 \text{ мм.}$$

Ефективна потужність при шліфуванні:

$$L_{p1} = 20 - 40 = 20 \text{ мм.}$$

$$L_{p2} = 38 - 40 = -2 \text{ мм.}$$

Ефективну потужність при шліфуванні за формулою.

$$N = CN + V_d \cdot t_x \cdot S_y \cdot d_q, \quad (2.7)$$

$$N1 = 2,26 \cdot 150,5 \cdot 0,010,5 \cdot 120,55 \cdot 27,90,2 = 5,67 \text{ кВт.}$$

$$N2 = 2,26 \cdot 150,5 \cdot 0,010,5 \cdot 120,55 \cdot 34,90,2 = 7,1 \text{ кВт.}$$

Приймаємо круг ПП 420x40x220.

Основний час:

$$t_0 = L_p \cdot h \cdot k / n_d \cdot S_{\text{позд.}} \cdot S1 \quad (2.8)$$

$$t_0 = 48 \cdot 0,1 \cdot 1,6 / 114,3 \cdot 12 \cdot 0,001 = 0,6 \text{ хв.}$$

Штучно-калькуляційний час:

$$t_{\text{шт. к.}} = t_0 + t_{\text{доп}} + t_{\text{дод}} + (T_{\text{п. з.}} / n_n), \quad (2.9)$$



$$t_{\text{доп}} = t_y + t_n + t_3, \quad (2.10)$$

$$t_{\text{доп}} = 4 + 5 + 5 = 14 \text{ хв.}$$

$$t_{\text{дод}} = t_0 \cdot k_1 / 100, \quad (2.11)$$

$$t_{\text{дод}} = 0,06 \cdot 40 / 100 = 0,2 \text{ хв.}$$

$$t_{\text{шт. к}} = 0,6 + 14 + 0,2 + (45/12) = 16,6 \text{ хв.}$$

Операція 045- Гальванічна.

Підготовка деталей до операції полягає в механічній обробці, обезжирюванні і декапіруванні ділянок деталей та ізоляції необроблюваних ділянок.

Оскільки деталі на гальванічну операцію надходять після шліфувальної, виключаємо необхідність додаткової механічної обробки деталей в процесі підготовки до покриття.

Обезжирення деталі рекомендується проводити вручну з допомогою щіток. В якості розчинника використовується уайт-спірит (також допускається застосовувати дихлоретан, не етильований бензин та ін.).

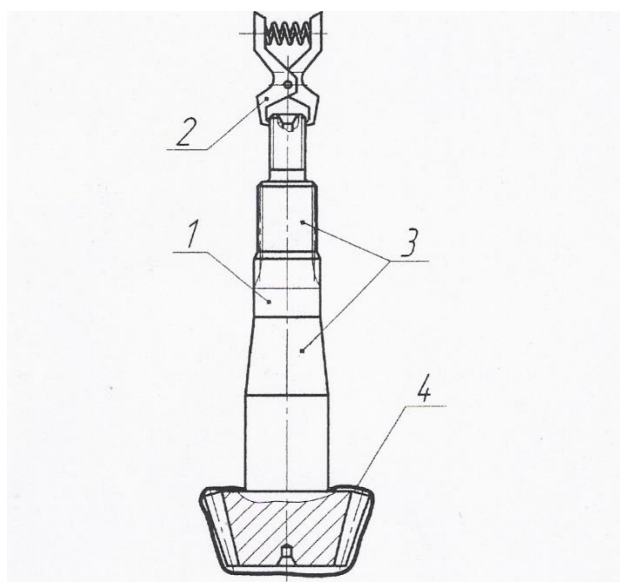


Рисунок 2.5 – Схема ізоляції вала при хромуванні:

1 - деталь; 2 - підвісний струмопровідний гак; 3 - ізоляція з суміші цапонлаку з нітроемаллю; 4 - ізоляційний поліхлорвініловий чохол

Ізоляція необроблюваних ділянок і кріплення струмопровідних тримачів проводиться згідно з схемою на рисунку 1.6. В якості ізоляторів застосовується суміш спеціального лаку з нітроемаллю в пропорції 1:2, що наноситься з допомогою пензлика при пошаровому просушуванні; чохла з поліхлорвінілового пластику товщиною 0,3...0,5 мм.

При покриванні молочним хромованим покриттям беремо саморегулюючий електроліт на водяній основі. Для нормального саморегулювання складу електроліту необхідно щоб площа анодів була в 1,5 – 2 рази більша від площі катодів. Площу катодів визначаємо за формулою.

$$S_k = \pi \cdot d \cdot l \cdot \pi n, \quad (2.12)$$

$$S_{k1} = 3,14 \cdot 27,9 \cdot 20 \cdot 25 = 43803 \text{ мм}^2.$$

$$S_{k1} = 3,14 \cdot 27,9 \cdot 38 \cdot 25 = 1041067,7 \text{ мм}^2.$$

Тоді площа анодів повинна лежати в межах 156225,75... 208301 мм .

В якості анодів приймаємо 8 пластинок розмірами 150x200x4 мм, виготовлених зі сплаву свинцю з сурмою (6%).

Згідно з рекомендаціями [9, ст.181-188] для гальванічного покриття молочним хромом вибираємо наступні параметри: напруга  $U = 12\text{В}$ ; температура електроліту  $t = 60...70^\circ\text{C}$ ;  $D_k = 50...60\text{А/м}$  .

Основний час:

$$t_0 = 1000 \cdot 60 \cdot h \cdot \gamma / D_k \cdot c \cdot n \quad (2.13)$$

$$t_0 = 1000 \cdot 60 \cdot 0,2 \cdot 7,1 / 55 \cdot 0,324 \cdot 18 = 265,6 \text{ хв.}$$

Штучно-калькуляційний час:

$$t_{\text{шт.к}} = (1,2 \cdot t_0 / n \cdot \eta \cdot k_1) / k_2, \quad (2.14)$$

$$t_{\text{шт.к}} = (1,2 \cdot 265,6 / 25 \cdot 0,75) / 1,16 = 19,7 \text{ хв.},$$

Операція 050- Обдування.

На обдування деталі приймаємо час 2 хв.

### Операція 055- Заключний контроль

Проводиться контроль розмірів та якості відновленої поверхні. Операція проводиться на столі контролера. В якості вимірювального інструменту (застосовується мікрометр МК – 50 ГОСТ 6507 – 78. Биття опорних шийок контролюється індикатором ИЧ – 25 ГОСТ 577 – 68. Биття повинно лежати в межах не більше 0,030 мм.

Час на виконання даної операції  $T_{штк} = 4,5$  хв.

Операція 060 - Випробування готової деталі.

Приймаємо час 8 хв.

## **3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ**

### **3.1 Обґрунтування необхідності конструкторської розробки**

Найважливіша вага в разі ремонту і профілактики складається з кронштейнів, машин, що застосовуються для розбирання і складання вузлів в окремі вузли і деталі з подальшим ремонтом.

Вимоги до конструкцій складних складальних риштувань залежать від типу виробництва. Спеціальні пристрої використовуються в великомасштабному і масовому виробництві.

В даний час при управлінні технічним транспортом в гаражі не використовується розбирально-монтажний кронштейн трансмісії заднього моста автомобілів, а існуючі конструкції не уніфіковані (тільки для конкретної моделі і її модифікації).

Всі операції з розбирання і складання коробки передач здійснюються на слюсарних макетах. Але така позиція в ТОВ має намагатися змінитися в кращу сторону, а відповідно, привести до зміни технології ремонту. Тому був розроблений сайт по ремонту трансмісії задньої осі автомобілів.

Цей кронштейн призначений для більш швидкої і зручної збірки і розбирання трансмісії заднього моста автомобіля на вузли і деталі. У порівнянні зі стійкою для розбирання і складання збільшується механізація і автоматизація процесу.

Така опора полегшує роботу, підвищує комфорт, якість збірки і розбирання агрегатів.

### **3.2 Структура та експлуатація пропонованого пристрою**

Кронштейн призначений для обертання трансмісії задньої осі автомобілів навколо горизонтальної осі. Його вага становить 107 кг.

Опора оснащена встановленим на її рамі редуктором з ручним приводом, комплектом підшипників, поворотним столом, пристроєм для фіксації столу, пристроями для фіксації редуктора, колесами для переміщення кронштейна, два з яких поворотні.

Корпус трансмісії заднього моста автомобіля встановлюється в крісло столу і фіксується замками, встановленими на крилах. Крила розроблені для універсальності опори і дозволяють кріпити редуктори різного діаметру.

За допомогою рукоятки обертання подається редуктором на обертові вали, до яких кріпиться стіл. У певному положенні, придатному для монтажу редуктора, зупиняємо обертання рукоятки і за допомогою хомута, пальці якого вставляються між зубцями редуктора, створюється фіксоване положення конструкції над будь-яким кутом.

### 3.3 Розрахунок на міцність деталей, працюючих в напружених умовах

Умова міцності при згині вулу:

$$\delta_{\text{MAX}} = M_{\text{Xmax}} / W_{\text{X}} \leq [\delta] \quad (3.1)$$

Проектний розрахунок, в результат аті якого виявляються параметри поперечного січення деталі.

$$W_{\text{X}} \geq M_{\text{Xmax}} / [\delta]; \quad (3.2)$$

$$W_{\text{X}} = \pi D^3 / 32 = 0,1 D^3; \quad (3.3)$$

$D = 108$  мм.

$$W_{\text{X}} = 0,1 D^3 = 125971,2 \text{ мм}^3;$$

Максимальний згинний момент:

$$M_{\text{ЗГmax}} = F \cdot l \quad (3.4)$$

$$M_{\text{ЗГmax}} = F \cdot l = 850 \cdot 920 = 782000 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

Перевірка:

$$\delta_{\text{MAX}} = M_{\text{ЗГmax}} / W_{\text{X}} = 782000 / 125971,2 = 62 \text{ МПа.}$$

$[\delta] = 100$  МПа.

Умова міцності виконана.  $62 < 100$ .

## 4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

### 4.1. Дослідження підвищення паливної економічності ДВЗ за рахунок оптимізації режимів роботи

Поняття енергоефективності та ходового споживання являється основою автомобільної економіки. Їх часто ототожнюють, хоча насправді варіанти методів їх визначення і, отже, фізичного змісту бувають різні. Під енергоефективністю розуміється здатність транспорту робити транспортні роботи (пасажирський транспорт) в умовах (регламенту) з мінімально можливими витратами палива. Він регламентується та визначається відповідно до стандартів, відповідно до яких застосовуються такі показники: паливні характеристики автомобіля з постійним рухом, характеристики палива на дорозі зі змінним профілем, контроль витрати палива автомобіля.

Паливною характеристикою в безперервному русі, яку часто називають характеристиками дорожньої економічності, є залежність витрати палива від звичайної швидкості руху. Він визначається, коли автомобіль їде з прямою швидкістю в діапазоні від стабільної мінімальної швидкості до максимальної. Точність витрати палива зазвичай становить 2-3%.

Істотний вплив надають такі чинники:

Ефективність двигуна;

Вага транспортного засобу;

енерговитрати;

сила опору коченню;

інерційний опір;

умови дорожнього руху;

стиль водіння;

технічний стан.

ККД двигуна і його визначальні фактори розглядалися в теорії двигунів внутрішнього згорання. Погодинна витрата палива збільшується зі

збільшенням обсягу циліндра, частоти обертання, коефіцієнта заповнення і щільності повітря.

Якщо робочий об'єм циліндрів (а також хід) для даного двигуна постійний, то швидкість обертання залежить від експлуатації, а щільність повітря - від кліматичних умов. Так, з підвищенням температури навколишнього середовища і висоти над рівнем моря щільність повітря зменшується.

Коефіцієнт заповнення характеризує якість газообміну в двигуні і погодинний витрата палива прямо пропорційний.

Для підвищення економічності все більшого поширення набуває застосування системи наддуву та при подаванні повітря, його охолодження, при нагнітанні в дизельних в бензинових моторах. Під час наддуву при постійній потужності мотора вдається знизити питомі витрати при часткових навантаженнях, що дозволяє економити до 70% пального. Крім того, це збільшує запас крутного моменту, що також сприятливо позначається на паливній економічності.

Бажано зменшити повну масу автомобіля за рахунок зменшення власної ваги (тобто без зменшення вантажопідйомності). Зробити це можна за рахунок раціональної компоновки автомобіля, широкого застосування прогресивних легких і високоміцних матеріалів, що створюють не менш міцні конструкції з меншою вагою.

Зменшення маси автомобіля дає значну економію палива, так як маса впливає і на силу опору коченню коліс, і на інерційні сили, і на сили, які виникають при подоланні підйомів.

Для порівняння: при зниженні ваги вантажного автомобіля на 10% економія палива може досягати 5,6% (для дизелів) і 6% 8% (для карбюраторних двигунів), а при русі по гірських дорогах економія палива може досягати 70%.

Позитивний ефект на паливну економічність можна отримати при використанні автопоїздів замість одиночних вантажних автомобілів. Маса причепа значно менше маси тракторного вагона, а вантажопідйомність у них

приблизно однакова. В результаті загальна маса автопоїзда від тягача з причепом буде менше маси двох вантажівок з однаковою продуктивністю.

Використання автопоїздів дозволяє значно знизити питому витрату палива на одиницю виконуваних транспортних робіт.

Оптимізація параметрів трансмісії приводить економію палива до 70...75% без втрати працездатності автомобіля. Втрати енергії тертя в вузлах передачі знижуються за рахунок поліпшення якості обробки труться поверхонь і поліпшення умов змащення, коли в'язкість мастила збільшується, знижуючи ефективність передачі.

При задоволенні вимог комплексної безпеки, довговічності і надійності взаємне поєднання паливно-економічних і тягово – швидкісних властивостей автомобіля визначає його конкурентоспроможність і економічну ефективність експлуатації. Ці експлуатаційні властивості можуть бути об'єднані конкретним оціночним показником паливної економічності - наприклад, загальною витратою палива в стандартизованому циклі руху [27-30].

Згідно з оглядом літератури для вантажних автомобілів малої вантажопідйомності основні експлуатаційні витрати складають паливо -51-64%. Тому важливим варіантом зниження експлуатаційних витрат при збереженні необхідних тягових і швидкісних властивостей є підвищення питомої економії палива. Це завдання можна ефективно вирішити двома шляхами.

Перший є традиційним, він полягає у використанні більш технічно досконалих вузлів і агрегатів, в яких наявні більш високі значення ефективності. Другий спосіб полягає в збільшенні не максимальних, а середніх робочих значень загального ККД двигуна і трансмісії за рахунок узгодження їх параметрів шляхом забезпечення раціональних режимів роботи. Його практична реалізація вимагає вивчення впливу цих режимів на оцінковий показник паливної економічності в умовах стандартизованого циклу водіння.

Відомо, що загальна економічна ефективність технічних впливів для підвищення паливної економічності багато в чому визначається цільовим



об'єктом, щодо якого застосовуються розглянуті заходи експлуатуються в транспортній мережі.

Таким чином, з урахуванням економічних переваг і комерційних пріоритетів даної моделі в своєму сегменті автомобільного ринку, практичний інтерес представляє вивчення питань поліпшення споживчих якостей автомобіля за рахунок підвищення питомої паливної економічності шляхом узгодження параметрів двигуна і трансмісії. Реалізація даного напрямку є оптимізаційним завданням, що вимагає розробки методології математичного моделювання процесу руху з урахуванням впливу режимів роботи силового агрегату на його паливноекономічні та тягово-швидкісні властивості.

Зокрема, в якості критерію задачі оптимізації для легких комерційних АТС (категорії  $N_1$  і  $M_1$ ) з урахуванням їх відносно низького співвідношення потужності до ваги щодо легкових автомобілів може бути обрано величину паливних мас, споживаних за цикл руху, що дає можливість комплексно враховувати як паливно-економічні властивості, так і ті, які необхідні для можливості пересування в умовах прийнятого циклу згідно формули:

$$m_{al} = \int_0^t G dt, \quad (4.1)$$

де  $G$  – масова витрата палива, г/с;

$t$  - час руху, с.

При цьому можливість врахування додаткових критеріїв оцінки динамічних і екологічних якостей автотранспортних систем [27-30] може бути передбачена ще на етапі коригування результатів оптимізації.

Розглядається напрямок по підвищенню паливної економічності для автомобілів, оснащених механічною ступінчастою коробкою передач, може бути реалізовано за рахунок раціональної побудови ряду передавальних чисел. Таким чином, параметрами процесу оптимізації будуть передавальні числа вищих передач. Відповідно, цільова функція оптимізації відображена системою з рівнянь:

$$m_{al(m)} = f(U_{(m)}) = \sum_1^{n_u} \int_{t_n}^{t_{n+1}} G(t, U_{(m)}) dt + \sum_1^{S_u} \int_{t_s}^{t_{s+1}} G_{PXX}(t, U_{(m)}) dt \quad (4.2)$$

де  $G(t, U_{(m)})$ ,  $G_{PXX}(t, U_{(m)})$  - функції масової витрати палива при русі автомобіля в тяговому режимі (прискорення і постійна швидкість), а також в режимі примусового холостого ходу ДВС відповідно;

$t_n$  - час початку ділянок  $n_u$  циклу, на яких здійснюється рух в тяговому режимі;

$t_s$  - час пуску секцій  $s_c$  циклу, на якому здійснюється рух при роботі двигуна в режимі, с

Цей вираз визначає масу палива, споживаного на таких ділянках ходового циклу, рух якого супроводжувалося включеною передачею  $m$  в коробці передач з її поточним передавальним числом, рівним  $U_{(m)}$ .

Розподіл режимів циклу за передачами, прийнятому з метою побудови цільових функцій типу 2 для 2-ї, 4-ї і 5-ї передач розглянуто на прикладі автомобіля при його русі. Вибір циклу обумовлений діючими стандартами автотранспортних засобів [2], а також категорією самого автомобіля і показником його співвідношення потужності до ваги. Функція  $G(t, U_{(m)})$  в процесі процедури математичного моделювання процесу руху повинна визначатися математичними моделями швидкісних характеристик; втрати в коробці передач; характеристики силового опору руху, а також функції режимів руху в обраному циклі руху подано у виразах:

$$N_e = f(n, \lambda, \varepsilon, \delta) \quad (4.3)$$

$$g_e = f(n, \lambda, \varepsilon, \delta) \quad (4.4)$$

де  $\lambda$  – коефіцієнт навантаження;

$\varepsilon$  – кутове прискорення колінчастого вала;

$\delta$  - швидкість зміни навантаження,  $\delta = d\lambda / dt$

Достовірність математичної моделі швидкісних характеристик ДВС має особливе значення, так як її робота в основному рішуче визначає паливно-

економічні та тягово-швидкісні властивості автотранспортної системи. У теорії автомобіля [30-32] швидкісні характеристики ефективної потужності і ефективної питомої витрати палива ДВС розглядаються в основному у вигляді-функціональних залежностей сталого стану роботи:  $N_e = f(k, n)$ ,  $g_e = f(k, n)$ , де  $n$  – швидкість обертання колінчастого вала,  $k$  - коефіцієнт використання потужності (частка часткового навантаження від повного навантаження). В умовах експлуатації двигун автомобіля працює значну частину часу в нерегульованому режимі. У міському циклі водіння 39% час від тягового режиму супроводжується процесами розгону і уповільнення автомобіля. Робота автомобільного ДВС при розгоні характеризується значним погіршенням його ефективних характеристик - зниженням ефективної потужності і збільшенням питомої витрати палива [30, 32].

Подібні закономірності під впливом динамічних явищ характерні і для значень втрат потужності в трансмісії. Відповідно, узагальнені методи класичної теорії автомобіля [10], які розглядають процес його розгону як послідовність квазістаціонарних режимів роботи двигуна, трансмісії з урахуванням інерції польотних мас, не в повній мірі відображають фактичні робочі процеси вузлів автотранспортних систем в нормальних умовах експлуатації і дозволяють в ході математичного моделювання процесу руху отримати лише приблизну оцінку досліджуваних процесів.

Таким чином, питання з достовірним розглядом впливу нерегульованих режимів на паливну економічність, вимагають особливого, переважно експериментального, розгляду [11]. Це вимагає розробки спеціальних методів, пристроїв і обладнання, призначених для вивчення нерегульованих режимів в агрегатах силової установки, а також в вузлах приводу, з метою подальшої побудови необхідних математичних моделей, що складають основу процедури математичного моделювання процесу руху автомобіля для побудови цільової функції оптимізації.

На рис. 4.1 ,як приклад, наведені швидкісні характеристики ефективної потужності та ефективної питомої витрати палива двигуна.

Ефективна потужність і ефективний питомий витрата палива, відповідно до рекомендацій [30-32], апроксимуються функціями 4.3 і 4.4.

Показано (на рис. 4.1) швидкісні характеристики представлені групою частотно-навантажених діаграм, розташованих у вигляді трьох рядів і трьох стовпців.

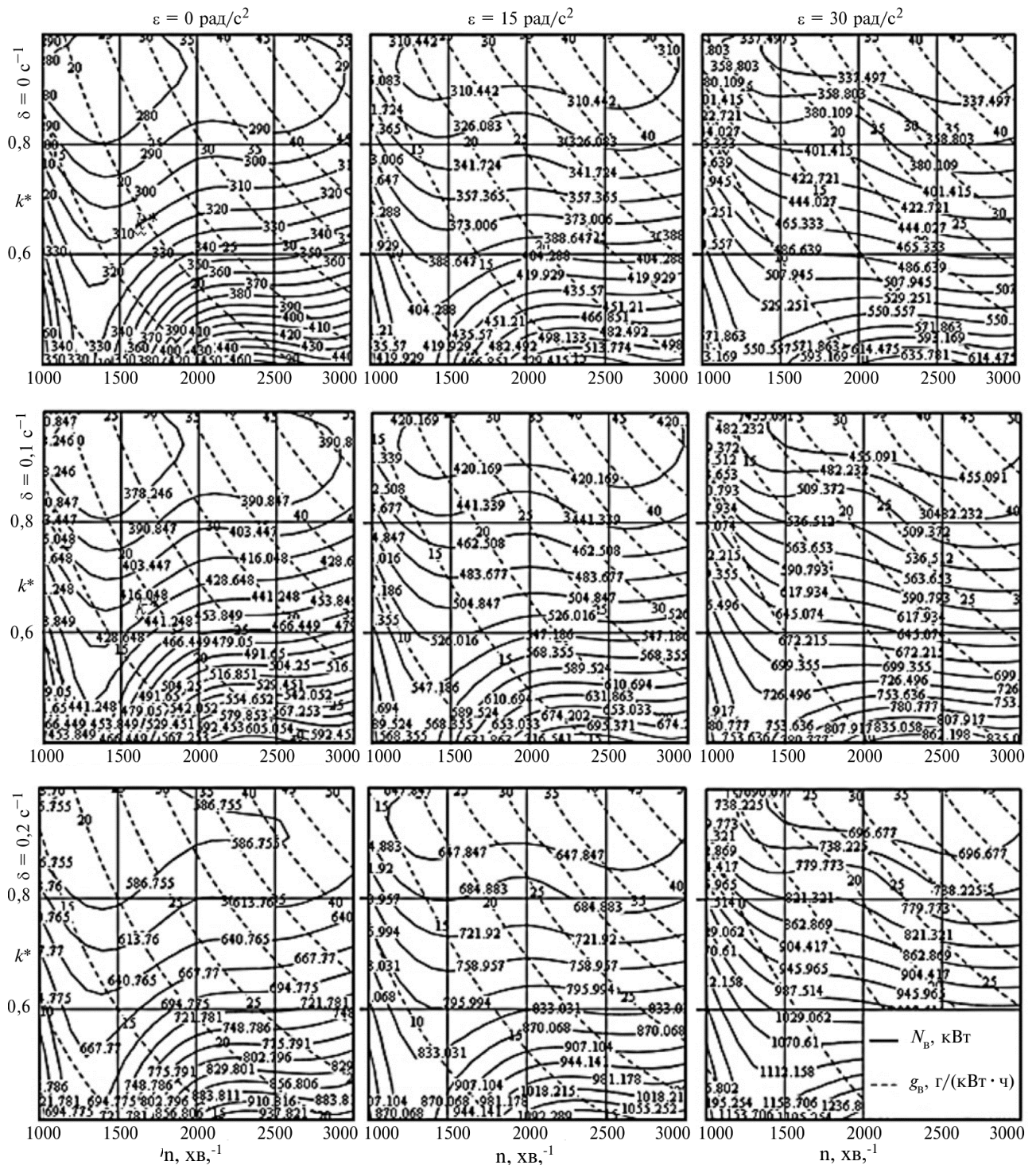


Рис. 4.1. Швидкісні характеристики ефективної потужності та ефективної питомої витрати палива двигуна.

Кожному рядку відповідає певне значення  $\delta$  (0, 0,1 і 0,2 с<sup>-1</sup>) і кожному стовпчику відповідає конкретне значення  $\epsilon$  (0,15 і 30 рад/с<sup>2</sup>). Верхня ліва діаграма представляє графіки швидкостей  $N_e$ ,  $g_e$  в сталому стані. Застосування коефіцієнта використання потужності  $k$  замість коефіцієнта навантаження  $\lambda$  в графічній побудові дозволяє заповнення діаграм за рахунок відсутності секцій з постійною потужністю; В цілому, як показано на малюнку, при експлуатації двигунів в неуточнених режимах відбувається погіршення його ефективних характеристик по відношенню до відповідних значень, отриманих у відповідних стаціонарних режимах.

Для визначення умовно миттєвого витрати палива була вдосконалена відома методика [30], призначена для визначення циклу подачі електромеханічної форсунки при неврегульованому режимі роботи льоду. У цьому дослідженні продуктивність інжектора визначається на спеціалізованому розливному стенді і розглядається як функція тривалості управління електричними імпульсами і перепадом тиску.

Робота автомобільного двигуна в складі силової установки супроводжується додатковими втратами потужності в коробці передач. Механічна ступінчаста коробка передач характеризується відносно невеликим діапазоном змін ефективності. Це дозволяє при невеликих припущеннях, заснованих на процедурі [14], представити функцію ККД коробки передач виразом:  $\eta = (0,9 \text{ при } t = 2, 3, 5; 0,98 \text{ при } t = 4)$ .

Силова характеристика опору руху автомобіля апроксимується функцією:

$$N_t = f(V, j) = (0.0555V^2 + 0.0756V + 0.7809) + (3.1485V + 0.001)j, kVm \quad (4.5)$$

де  $V, j$  - швидкість і прискорення поздовжнього руху, м/с і м/с<sup>2</sup>.

Ця залежність застосовується для інтервалу ( $6 \leq V \leq 30$  та  $0 \leq j \leq 0.8$ ). Значення потужності були отримані при русі транспорту по горизонтальній ділянці асфальтобетонної магістралі в обох напрямках вимірювальної ділянки.

Таким чином, залежність 4.5 можна розглядати як характеристику самого авто, яка об'єднує силові витрати на подолання сил опору руху з втратами в вузлах приводу і шасі з урахуванням динаміки процесу розгону.

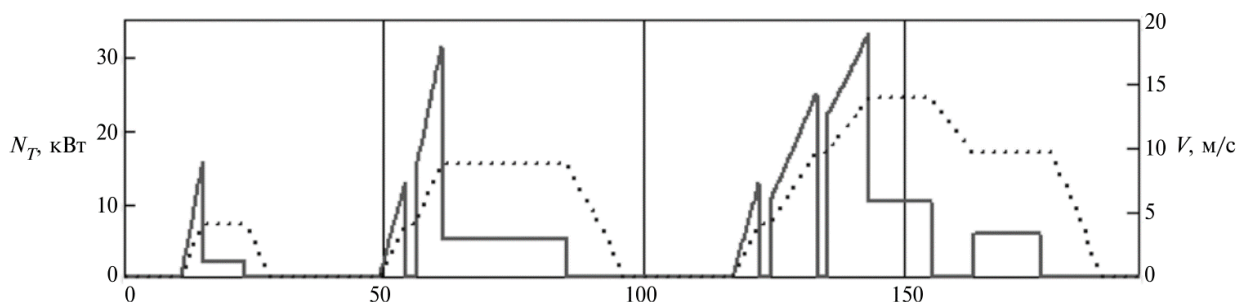
Завданням моделювання процесу руху авто є побудова функції:

$$G(t, U_{(m)}) = 3600^{-1} N_e(t, U_{(m)}) g_e(t, U_{(m)}) \quad (4.6)$$

При цьому миттєве значення ефективної потужності, що розвивається двигуном, визначається співвідношенням:  $N_e(t, U_{(m)}) = N_t(V, j) / \eta$ . У свою

чергу, аргументами функції  $N_t$  при русі авто в циклі водіння є функції від  $t, U_m$  відповідно до режимів обраного циклу [2]. Залежності  $n = f(t, U_m)$ ,  $\varepsilon = f(t, U_m)$  необхідні для визначення миттєвих значень  $g_e$  (формула 4.4) наведені на основі відомих кінематичних залежностей трансмісії, а також режимів циклу. Для обчислення відповідних функцій  $\lambda = f(t, U_m)$ ,  $\delta = f(t, U_m)$  розроблено ітераційний алгоритм, який, виходячи з показників балансу потужності в трансмісії імітує вплив водія на педаль русі автомобіля в циклі руху.

На рисунку. 4.2 як приклад наведені результати чисельного моделювання процесу руху авто в умовах елементарного фрагмента міської складової циклу приводу NEDC. Витрата палива двигуна в режимі холостого ходу з мінімальними оборотами прийнято в межах 2л/год. Крім того, встановлено, що в умовах циклу їзди NEDC параметр  $\delta$  істотно не впливає на швидкісні характеристики  $N_e, g_e$  двигуна автомобіля.



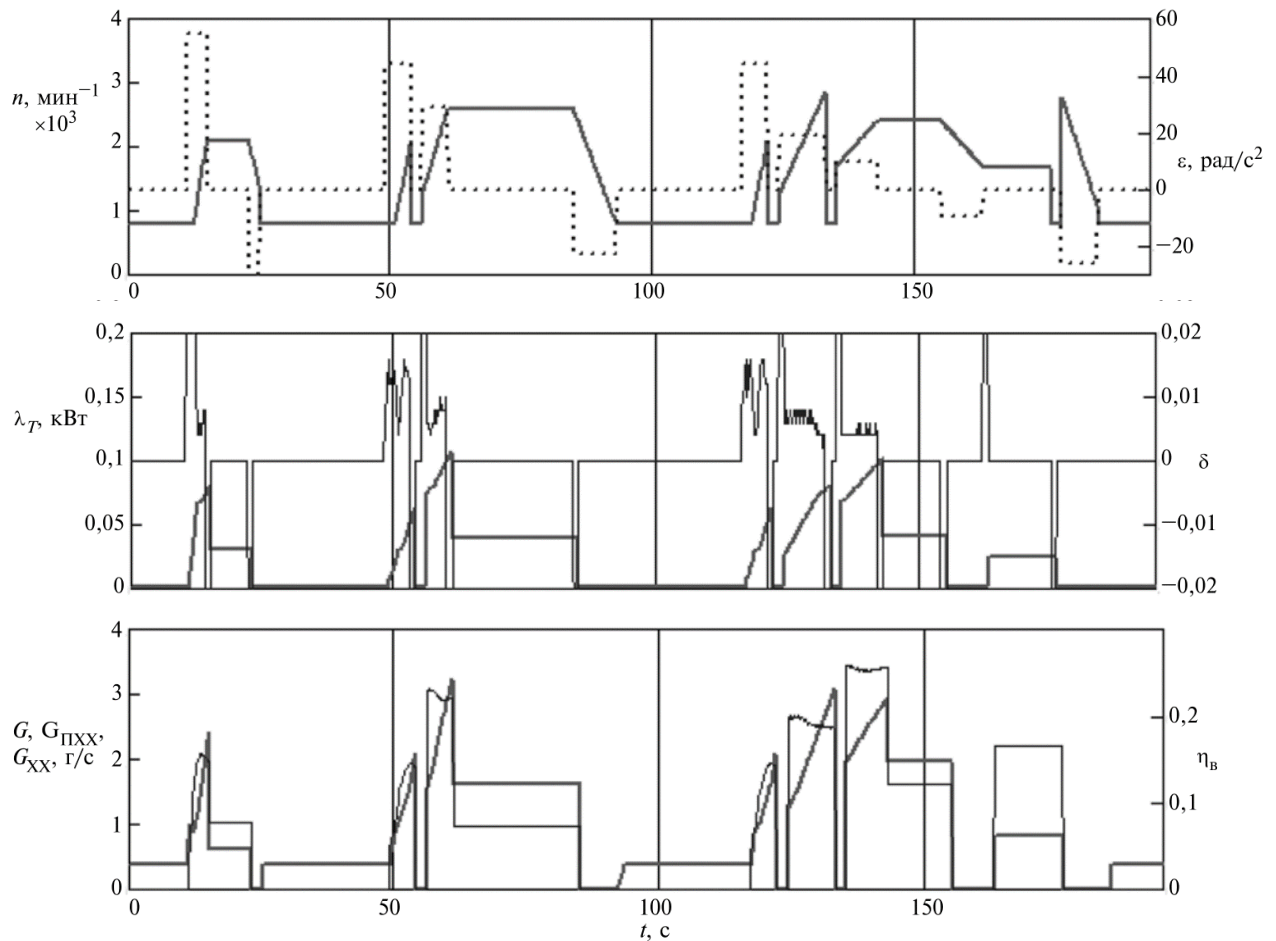


Рис. 4.2. Параметри режиму автомобіля з послідовною коробкою передач при русі в ходовому циклі

Рішення задачі оптимізації виконувалося окремо для кожної цільової функції даної шестерні в коробці передач відповідно до стану, описаним формулою:

$$U_{(m)0} = U_{(m)} \begin{cases} d(m_{al(m)})(U_{(m)}) / d(U_{(m)}) = 0, \\ m = 2, 3, 4, 5, \\ N_e = N_t / \eta_{kp} \end{cases} \quad (4.7)$$

де  $U_{(m)0}$  - оптимізоване передавальне число  $m$ , що забезпечує мінімальне значення загальної витрати палива на відповідних ділянках ходового циклу.

Останні два рядки цього виразу є граничними умовами оптимізації - фіксованою кількістю передач і можливістю переміщення авто в умовах обраного циклу руху.

На рис. 3-6 - графіки розглянутих цільових функцій типу 2, складені окремо для кожної даної передачі в коробці передач відповідно рівнянь. Маркери на кривих показують оптимізовані значення передавальних чисел  $U_{(m)0}$ . Вертикальні пунктирні лінії знаходяться над номерами дат послідовної коробки передач авто.

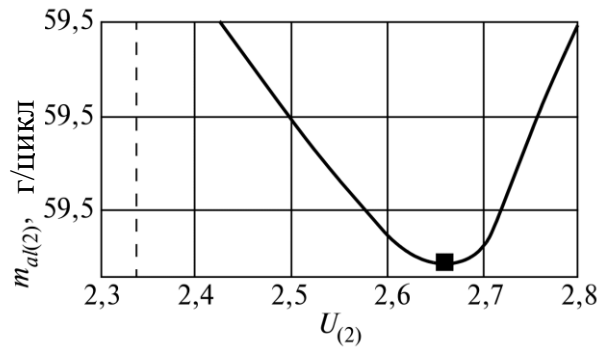


Рисунок 4.3. Залежність критерію оптимізації від передавального числа 2-ї передачі.

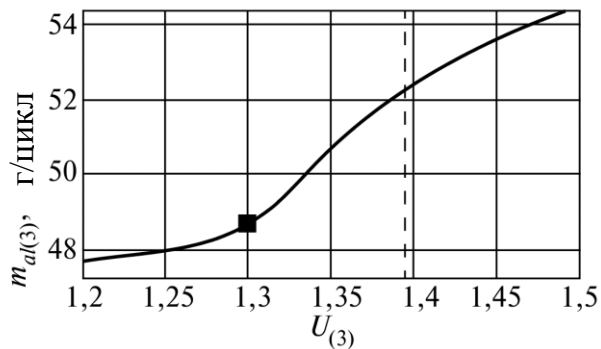


Рисунок 4.4. Залежність критерію оптимізації від передавального числа 3-ї передачі.

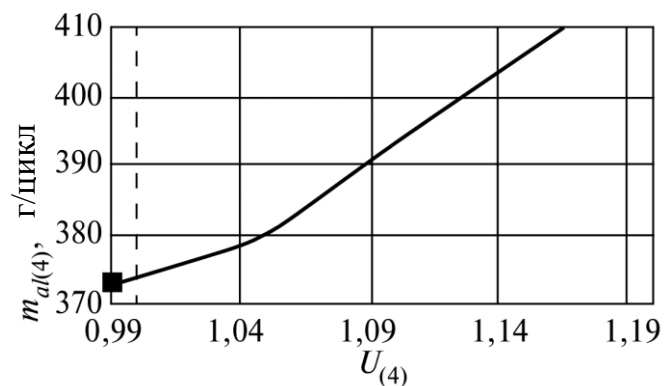


Рисунок 4.5. Залежність критерію оптимізації від передавального числа 4-ї передачі.



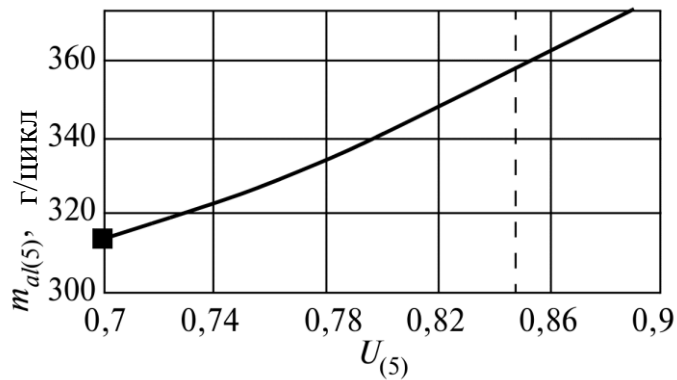


Рисунок 4.6. Залежність критерію оптимізації від передавального числа 5-ї передачі

Тільки для другої передачі оптимальне значення передавальних чисел майже збігається з екстремумом (мінімумом) відповідної цільової функції (рис. 4.3). Для інших передач вище другий оптимум досить віддалений від екстремуму, що пояснюється характеристиками двигуна. Характер цільової функції для 3-ї передачі  $m_{al(3)}$  (рис. 4.4) дозволяє виділити область не тягне за собою значного збільшення  $m_{al(3)}$  ( $1,2 \leq U_{(3)} \leq 1,3$ ). Розглянутий ефект дозволяє збільшити тягову швидкість властивості авто без спів розмірного погіршення паливно-економічних характеристик.

У таблиці 4.1 наведено результати. Для порівняння вказані передавальні числа оптимізованого ряду (в чисельнику) і оптимізованого ряду (в знаменнику). Рекомендований ряд відрізняється від оптимізованого ряду тим, що в процесі його побудови враховувалися кінематичні, геометричні та міцнісні особливості і вимоги коробки. Рекомендований ряд характеризує можливості практичного застосування при модернізації серійного агрегату (діапазон передавальних чисел - серійні номери коробки передач автомобіля: 4.05-2.34-1.395-1-0.849.)

Використання рекомендованого діапазону передавальних чисел в коробці передач авто утворює зменшення витрати палива з 154 г/ходового циклу до 147 г/циклу їзди по місту ЕСЕ-15, яка в перерахунку на витрату ходу становить 21 л/100 км і 20,15 л/100 км відповідно, а також з 0,793 г/ходового циклу до 0,759

г/ходового циклу (15, 8 л/100 км і 15, 2 л/100 км) для основної циклу *EUDC* .

На циклі *NEDC* витрата палива авт.знижується з 17,8 л/100 км до 17,0 л/100 км.

Таблиця 1 – Дані оптимізації

Режими руху	Відносне зниження витрати палива, % з оптимізованим/рекомендованим діапазоном передавального числа трансмісії		
	<i>ECE – 15(UDC)</i>	<i>EUDC</i>	<i>NEDC</i>
Рух циклів, передачі:			
друга (2,65/2,63)		-10,118/-9,486	4,923/4,491
третя (1,30/1,305)	6,288/5,744	4,138/3,92	6,70/6,256
четверта (0,99/1)	6,957/6,481	0,759/0	0,759/0
п'ята (0,7/0,738)		13,957/10,842	13,955/10,840
Тяговий режим	5,862/5,41	5,815/4,566	5,834/4,898
Режими розгону	-3,972/-3,685	-1,074/-0,994	-2,579/-2,391
Постійна швидкість	16,371/14,986	8,391/6,6	10,833/9,152
Весь цикл	4,757/4,395	5,660/4,446	5,265/4,423

Таким чином, підвищення паливної економічності автомобіля відбувається за рахунок такої організації режимів роботи його силового агрегату за рахунок зміни чисел коробки передач, при якій в умовах експлуатації збільшується середнє значення ефективного ККД двигуна.

## **5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ**

### **5.1 Характеристика виробничих травм та аварій**

Виробнича травма – це раптове механічне (забої, переломи, рани тощо), фізичне (рухомі вузли машин, механізмів, інструмент, оброблюваний матеріал, ненормальні метеорологічні умови, недостатня освітленість робочої зони, шум та вібрація тощо), хімічне (хімічні опіки, загальнотоксичні гострі отруєння тощо), біологічне (мікроорганізми, бактерії, віруси, рослинні та тваринні макроорганізми), психофізіологічне (фізичне та нервово перевантаження організму людини), комбіноване та інше пошкодження людини у виробничих умовах. За ступенем важкості наслідків нещасні випадки поділяють на легкі (втрата працездатності на 1 день), важкі (втрата працездатності більше як на 1 день) і смертельні. Висновок про важкість травм дають лікарі медичних установ згідно з відповідними нормативними документами. Залежно від кількості потерпілих, нещасні випадки поділяються на поодинокі і групові. До останніх відносяться нещасні випадки, які сталися одночасно з двома і більше потерпілими. Незалежно від важкості отриманих травм, такі нещасні випадки кваліфікують як важкі.

Нещасний випадок – випадок з людиною внаслідок непередбаченого збігу обставин та умов, за котрих завдається шкода здоров'ю або настає смерть потерпілого. Нещасний випадок на виробництві пов'язується з дією на працівника небезпечного виробничого фактора.

Професійне захворювання – патологічний стан, зумовлений тривалою роботою за шкідливих умов праці і пов'язаний з надмірним напруженням організму або несприятливою дією виробничих факторів.

Крім професійних, на виробництві виділяють групу, яку називають умовно виробничими захворюваннями. До них відносять хвороби, які не відрізняються від звичайних хвороб. Наприклад, у працівників, котрі виконують фізичну роботу в незадовільних умовах, часто виникають захворювання, такі як

радикуліт, варикозне розширення судин, виразка шлунку та інші. Якщо праця вимагає великого нервово-психічного напруження, то частіше виникають різні неврози і хвороби серцево-судинної системи.

Загальноприйнята класифікація причин виробничого травматизму виглядає наступним чином.

Технічні причини, котрі можна охарактеризувати як причини, що залежать від рівня організації праці на виробництві, а саме: недосконалий технологічний процес, конструктивні недоліки обладнання, інструментів та пристосувань, недостатня механізація важких робіт; недосконале огороження, відсутність спеціальних захисних засобів, засобів сигналізації та блокувань, недостатня міцність та надійність машин, шкідливі властивості оброблюваного матеріалу.

Організаційні причини, що повністю залежать від рівня організації праці на виробництві. До них можна віднести: незадовільний стан території, проїздів, проходів, порушення правил експлуатації обладнання, транспортних засобів, порушення технологічного регламенту, порушення правил і норм при транспортуванні, складанні і зберіганні матеріалів і деталей; порушення норм і правил при плановому технічному обслуговуванні та ремонті обладнання, транспортних засобів і інструменту; недоліки при навчанні робітників безпечним методам праці; недостатній технічний нагляд за небезпечними роботами; використання машин, механізмів і інструменту не за призначенням; відсутність або незадовільне огороження робочої зони; відсутність або невикористання засобів індивідуального захисту тощо.

Санітарно-гігієнічні причини, до котрих можна віднести: перевищення (відносно) запиленості та загазованості повітря робочої зони; відсутність або недостатнє природне освітлення, підвищену пульсацію світлового потоку; підвищений рівень шуму та вібрації, інфразвукових та ультразвукових коливань на робочому місці; підвищений рівень ультразвукової та інфрачервоної радіації тощо.

## 5.2 Пожежна безпека

Пожежна безпека – це система заходів по попередженню пожежі і організації пожежогасіння, в які входять і профілактика, яка передбачає методи попередження пожеж. Припинення розповсюдження вогню під час пожеж залежить від вогнестійкості матеріалів, з яких побудоване приміщення і правильного розташування дільниць (цехів), дверей, протипожежних розривів.

Найчастіше причиною виникнення пожеж є недотримання вимог пожежної безпеки: умов зберігання легкозаймистих вибухонебезпечних речовин (матеріалів); неправильне улаштування або несправність електричних установок і мереж; невжиті заходи для нейтралізації електричних зарядів; необережне поводження з вогнем; паління в забороненому місці; несправність освітлювальної системи і вентиляції; порушення правил зберігання промасленого ганчір'я.

До первинних засобів пожежегасіння належать вогнегасники, пожежний інвентар: бачки з водою, ящики з піском, пожежні відра, совкові лопати, покривала з теплоізоляційного полотна, грубововняної тканини, пожежний інструмент, гаки, ломи, сокири тощо. До прибуття пожежного підрозділу, надійними засобами гасіння вогнища є вогнегасники.

Для гасіння твердих матеріалів і горючих речовин невеликої площі застосовують пінні вогнегасники ОП-М, ОП-9ММ і повітряно-пінні ОВВ-5, ОВП-9. Ці вогнегасники приводяться в дію натисканням пускового важеля. Вуглекислотні вогнегасники типу ВВ застосовують для гасіння горючих рідких речовин, крім тих, що можуть горіти без доступу повітря, та електроустаткування під напругою до 1кВ. Для приведення в дію потрібно видалити запобіжну чеку, натиснути важіль, при цьому розтруб вогнегасника має бути спрямований в осередок пожежі. До вуглекислотних вогнегасників відносять аерозольні – ОУ-2, ОУ-3, ОУ-8 та пересувні – ОУ-25, ОУ-80.

Кожен працівник ремонтного підприємства зобов'язаний знати правила пожежної безпеки, уміти користуватися засобами пожежогасіння в разі виникнення пожежі. Виробничі дільниці (цехи) повинні бути обладнані первинними засобами пожежогасіння і утримуватися в справному стані.

Проходи, виходи, коридори, тамбури, сходи приміщення слід постійно тримати в справному стані і нічим не захаращувати. Нормативне забезпечення дільниць засобами пожежогасіння, їх справний стан, своєчасні і точні дії під час пожежі допомагають рятувати людей і матеріальні цінності, попередити пожежу легше, ніж її загасити.

Використаний обтиральний матеріал зберігати в металевих ящиках з кришками. Забороняється на робочому місці користуватися відкритим вогнем. Палити і спалювати відходи виробництва можна тільки у визначеному місці. Забороняється на робочому місці мити руки бензином, гасом, ацетоном і т.п. і залишати пролиті на підлозі паливно-мастильні матеріали. В кузові автомобіля, що надійшов на ремонт, не повинно бути легкозаймистих матеріалів, сміття. Не допускається відігрівання замерзлих паливних баків, масло провідних трубок і баків, кранів водопровідної сітки і т.п. відкритим вогнем. Для цього слід використовувати гарячу воду або пару.

Про виявлене місце спалаху необхідно невідкладно повідомити пожежну охорону і організувати гасіння пожежі засобами, що наявні на дільниці.

Паливно-мастильні матеріали, що зайнялися, гасять піском, брезентом, вогнегасником, але не заливають водою, електропроводку гасять після вимкнення електромережі. З числа працівників дільниць повинна бути створена добровільна пожежна дружина.

### **5.3 Розрахунок штучного освітлення**

Мінімальне освітлення приміщення, в якому виконуються зорові роботи розряду IV становить  $E = 300$  лк. Як світлові пристрої приймаємо світильники типу ЛПОО1 (з двома лампами), які доцільно використовувати в даному випадку.

Оскільки світильники кріпляться до стелі, то їх висота над підлогою майже рівна висоті приміщення  $h_0 = 3,8$  м, що не суперечить вимогам СНиП II-4-79, відповідно до яких  $h_0 = 2,6 - 4$  м, коли у світильнику менше чотирьох ламп.

Визначаємо висоту світильника над робочою поверхнею:

$$h = h_0 - h_p, \text{ м} \quad (5.1)$$

$$h = 3,8 - 0,7 = 3,1 \text{ (м)}$$

Показник приміщення становить:

$$i = \frac{ab}{h(a+b)} \quad (5.2)$$

$$i = \frac{10 \cdot 8}{3,1(10 + 8)} = 1,4$$

При  $i = 1,5$  ( $i = 1,4$  немає),  $\rho_{\text{стелі}} = 70\%$ ,  $\rho_{\text{стін}} = 50\%$  для світильників ЛПОО1 коефіцієнт використання дорівнює  $\eta = 0,55$ .

Визначаємо необхідну кількість світильників, для забезпечення необхідної нормованої освітленості робочих поверхонь, якщо відомо, що кожному світильнику встановлено по дві лампи, а світловий потік однієї такої лампи становить  $\Phi_{\text{л}} = 3200\text{лм}$ :

$$N = \frac{E \cdot S \cdot K_3 \cdot Z}{2\Phi_{\text{л}} \cdot \eta} \quad (5.3)$$

де  $E$  – нормативна освітленість, лк;

$$E = 300 \text{ лк};$$

$S$  – площа приміщення, що освітлюється,  $\text{м}^2$ ;

$$S = 88,92 \text{ м}^2;$$

$K_3$  – коефіцієнт запасу, що враховує зниження освітленості в результаті забруднення та старіння ламп;

$$K_3 = 1,7;$$

$Z$  – коефіцієнт нерівномірності освітлення;

$$Z = 1,1 \text{ – для люмінесцентних ламп};$$

$\Phi_{\text{л}}$  – світловий потік лампи;

$\eta$  – коефіцієнт використання світлового потоку;

$$\eta = 0,55;$$

$$N = \frac{300 \cdot 88,92 \cdot 1,7 \cdot 1,1}{2 \cdot 3200 \cdot 0,55} = 14,07$$

Приймаємо 14 світильників, які для забезпечення рівномірності освітлення розташовуємо у два ряди по 7 штуки в кожному.

Оскільки довжина світильників мало що більша за довжину люмінесцентної лампи, встановленої в ньому, то загальна довжина усіх світильників у ряді становитиме:

$$\sum L_{CB} = 1,2 \cdot 6 = 7,2 \text{ (м)}$$

Це значення менше довжини приміщення, тому між світильниками будуть розриви рівні 0,46 м.

Схема розташування світильників ЛПОО1 у приміщенні показана на рисунку 5.1.

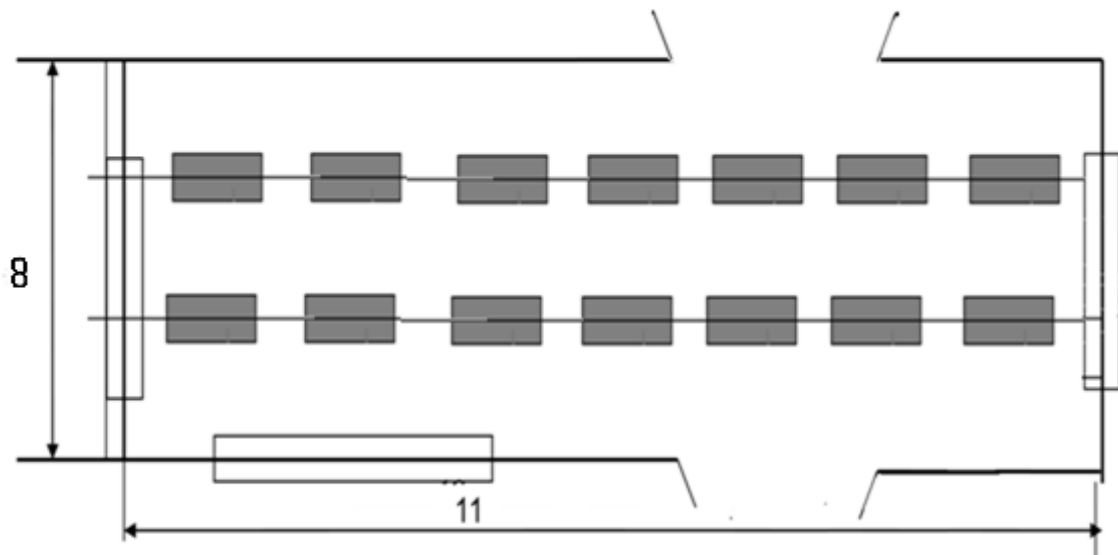


Рисунок 5.1 - Схема розташування світильників ЛПОО1 у приміщенні

Визначаємо сумарну електричну потужність усіх світильників, встановлених в приміщенні:

$$\sum P_{CB} = P_{л} \cdot N \cdot n \quad (5.4)$$

де  $P_{л}$  – потужність лампи, Вт;

$n$  – кількість ламп у світильнику, шт.

$$\sum P_{CB} = 40 \cdot 17,08 \cdot 2 = 1366 \text{ (Вт)}$$



## ВИСНОВКИ

В кваліфікаційній роботі магістра при розробленні технологічного процесу проводився вибір найкращих (згідно аналізу літератури) варіантів ремонту задніх мостів автомобілів МАЗ-54322.

При обґрунтованій зміні технологічного оснащення і запровадження нових-сучасних можна значно підвищити продуктивність і якість ремонтних робіт, збільшити термін служби відновлених деталей, зменшити затрати на закупку нових деталей за рахунок відновлення деяких елементів.

Мною було запроваджено пристосування для повороту редукторів задніх мостів, які значно скоротять час ремонтних робіт.

Тому вважаю, що впровадження даного технологічного процесу і пристосування на даному підприємстві призведе до зменшення простою рухомого складу підприємства через проведення ремонтів задніх мостів за старою методикою.

Відповідно дане впровадження призведе до зменшення економічних затрат на ремонт транспорту.

Проведено огляд та дослідження підвищення паливної економічності ДВЗ за рахунок оптимізації режимів роботи.

## БІБЛІОГРАФІЯ

1. Ляшук О.Л., Гудь В.З., Пиндус Ю.І., Левкович М.Г., Хорошун Р.В. Методичний посібник до виконання кваліфікаційної роботи магістра за освітньо-кваліфікаційним рівнем «магістр» галузі знань 27 «Транспорт» спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» – Тернопіль: Видавництво ТНТУ, 2020. – 66 с.

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

3. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів : Навчальний посібник / Укладачі : Гевко І.Б., Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Гудь В.З., Левкович М.Г., Сташків М.Я., Сіправська М.Д. - Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 544 с.

4. Конспект лекцій з курсу «Технології обслуговування автотранспортних засобів». / Р.В. Хорошун, О.Л. Ляшук, Н.Т. Навроцька. – Тернопіль: Вид-во ТНТУ, 2021. – 194 с.

5. Ляшук О.Л. Конспект лекцій з дисципліни «Технічна експлуатація автомобілів» для студентів спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» / О.Л. Ляшук, В.М.Клендій, Р.В.Хорошун. – Тернопіль: Вид. ТНТУ – 2018. – С. 302.

6. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: організація і управління: Підручник – К.: Знання. 2004. – 478 с.

7. Лудченко О.А. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів. Технологія: Підручник. / О.А. Лудченко. - Київ: Знання-Прес, 2007. - 527с.

8. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів : Навчальний посібник / Укладачі : Гевко І.Б., Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Левкович М.Г., Гудь В.З., Сташків М.Я., Сіправська М.Д. – Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 544 с.

9. Левкович М.Г., Гупка А.Б., Сіправська М.Д Конспект лекцій з дисципліни «Відновлення деталей» для здобувачів освітнього рівня бакалавр за спеціальністю 274 «автомобільний транспорт».-Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. – Тернопіль.: ТНТУ, 2021. – 136 с.

10. Левкович М.Г., Кищун В.А., Гандзюк М.О. Конспект лекцій з дисципліни «Аналіз конструкцій, робочі процеси та основи розрахунку автомобілів» для здобувачів освітнього рівня бакалавр за спеціальністю 274 «автомобільний транспорт».-Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. – Тернопіль.: ТНТУ, 2021. – 242 с.

11. Афанасьев Л. Л., Маслов А. А., Колясинский Б. С, Гаражі та станції технічного обслуговування автомобілів. Вид-во Транспорт 1980 – 216с.

12. Жидецький В.Ц., Джигирей В.С., Сторожук В.М., Туряб Л.В., Лико Х.В. Практикум з охорони праці. Навчальний посібник / За ред.. В.Ц. Жидецького. – Львів: Афіша, 2000. – 352 с.

13. Карбанович І. І. Економія автомобільного палива: досвід і проблеми / І.І. Карбанович - М.: Транспорт, 1992. - 145 с.

14. Токарев А.А. Паливна економічність і тягово-швидкісні автомобілі/ А.А. Токарев - М.: Машинобудування, 1982. - 224 с.

15. GAZelle NEXT [електронний ресурс] URL: <http://next.azgaz.ru/general/benefits/benefits/> (доступ 15.09.2015).

16. Павленко В.А. Підвищення паливної економічності автомобіля оптимізація параметрів системи "двигун-трансмісія": дис. Кандидат. наук: 22.05.20 / Павленко Віктор Алексеевич. Харківський національний автомобільно-дорожній університет. - Х., 2004. - 178 с. - Бібліогр.: 166-174.

17. Русаков С.С. Розробка методу оптимізації передавальних чисел механічної ступінчастої трансмісії легкового автомобіля з урахуванням режимів роботи його двигуна [Текст]: дис. Кандидат. техн. Наука: 05.05.03: захищено 18.05.07 / Русаков Сергій Віч. Іжевський державний технічний університет. - Іжевськ, 2007. - 134 с.

18. Адясов А.Ю. Розробка методики вибору передавальних чисел трансмісії автомобіля на основі раціонального поєднання швидкісних властивостей, паливної економічності і токсичності вихлопних газів: дис. Кандидат. техн. Наук: 05.05.03 / Адясов Олександр Юрійович. Нижегородський державний технічний університет. - Нижній Новгород, 2002. - 200 с.

## **ДОДАТКИ**

## Прийняті скорочення у технологічному розділі

$t_0$  - основний час, необхідне для цілеспрямованого впливу на деталь;

$t_B$  - допоміжний час, який затрачується на установку і зняття деталі, вимір розмірів, підведення і відвід інструменту і т.д.;

$t_{обс}$  - час організаційного і технологічного обслуговування робочого місця;

$t_{від}$  - час на відпочинок і особисті потреби працюючого;

$t_{пз}$  - час на підготовчо-заклучні роботи;

$n$  - число деталей у партії.

Час ( $t_0+t_B$ ) називається оперативним, а час ( $t_{обс} + t_{от}$ )- додатковим і береться у відсотках від  $t_{оп}$ .

$t_{шт} = (1+K/100) \cdot t_{оп}$  - штучний час, де  $K=5$  - коефіцієнт, що враховує витрати на обслуговування робочого місця.

$F=7,0 \text{ мм}^2$  - площа поперечного перерізу зварного шва;

$l=425 \text{ мм}$  - довжина шва;

$\gamma = 7,8 \text{ г/см}^3$  - щільність металу, що наплавляється;

$k_p = 0,95$  - коефіцієнт розбризкування металу;

$k_e = 1,0$  - коефіцієнт складності роботи;

$a_p = 5 \text{ г/А} \cdot \text{год.}$  - коефіцієнт розплавлювання;

$I = 200 \text{ А}$  - зварювальний струм.

Допоміжний час  $t_B = 0,95 \text{ хв.}$

$P$  - частка ширини шліфувального круга;  $P = 0,3$ ;

$B$  - ширина шліфувального круга; приймаємо  $B = 40 \text{ мм.}$

$l$  - довжина оброблюваної поверхні;  $l_1 = 20 \text{ мм}$  та  $l_2 = 38 \text{ мм.}$

$C_N, d, x, y, q$  - поправочні коефіцієнти, що враховують конкретні умови роботи;

$C_N = 2,65$ ;

$d = 0,5$ ;

$x = 0,5$ ;

$y = 0,55$ ;

$q = 0,2$ ;

$V$  - швидкість обертання круга;

$V = 35$  м/с;

$d$ - діаметр круга.

$h$  - припуск на сторону;  $h = 0,1$  мм;

$k$  - коефіцієнт, що враховує спрацювання круга і точність при шліфуванні; при чистовому шліфуванні приймаємо  $k = 1,6$ ;

$S_1$  - поперечна подача; при подачі на один хід  $S_1 = 0,01$  мм.

$t_{доп}$  - допоміжний час

$t_y$  - допоміжний час на встановлення і зняття деталі;  $t_y = 4$  хв.;

$t_n$  - допоміжний час, пов'язаний з переходом;  $t_n = 5$  хв. ;

$t_3$  - допоміжний час, пов'язаний з замірами оброблюваної деталі в процесі виконання операції;  $t_3 = 5$  хв.

$t_{дод}$  - додатковий час;

$k_1$  – процентне відношення додаткового часу до оперативного;  $k_1 = 40$  ;

$T_{пз}$  - підготовчо-заключний час;  $T_{пз} = 45$  хв.;

$n_n$ - кількість деталей в партії;  $n_n = 25$  шт.

$d$  - діаметр шийки, що покривається;  $d_1 = 27.9$  мм та  $d_2 = 34.9$  мм.

$l$  - довжина шийки, що покривається;  $l_1 = 20$  мм та  $l_2 = 38$ . мм.

$h$  - товщина шару покриття на сторону;  $h = 0,2$  мм;

$\gamma$  - густина металу, що осаджується;  $\gamma = 7,1$  г/см<sup>3</sup>;

$c$  - електрохімічний еквівалент;  $c = 0,324$  г/(А/год);

$\eta$  - коефіцієнт виходу металу по струму;  $\eta = 18\%$ .

$k_1$  - коефіцієнт на підготовчо-заключний і додатковий час;  $k_1 = 1,16$  ;

$k_v$  - коефіцієнт використання ванни в зміну;  $k_v = 0,75$ .

$W_X = J_X / Y_{MAX}$  – осьовий момент опору січення згинанню;

$M_{Xmax}$  – максимальний згинаючий момент, діючий в поперечному січенні;

$J_X$  – осьовий момент інерції січення;

$Y_{MAX}$  – максимальна відстань від нейтральної осі до точки січення;

$F$  – максимальне навантаження на стенд (враховуючи вагу редуктора).

$F = 850$  Н.