

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АВТОМОБІЛІВ І ТРАКТОРІВ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

на тему: ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ
ДІАГНОСТИКИ ТА РЕМОНТУ РУЛЬОВОЇ РЕЙКИ АВТОМОБІЛЯ AUDI-
80 В УМОВАХ СТАНЦІЇ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ

Виконав: студент II курсу групи Ат-22сп

Спеціальності 274 «Автомобільний транспорт»
(шифр і назва спеціальності)

Іван СИВИЙ

(ім'я та прізвище)

Керівник: Віктор ШЕВЧУК

(ім'я та прізвище)

ДУБЛЯНИ 2023

УДК 629.113:006

Сивий І.В. Підвищення ефективності технологічного процесу діагностики та ремонту рульової рейки автомобіля AUDI-80 в умовах станції технічного обслуговування. Кваліфікаційна робота. Дубляни: Львівський національний університет природокористування. 2023. 55 с.

Табл. 9; рис. 9; бібліогр. джерел 22.

Проведений аналіз конструктивно-технологічних особливостей рульового керування автомобіля, а саме призначання, загальна будова, основні несправності та дефекти рульового керування, умова та способи повороту та основні вимоги до рульового керування колісних машин.

Здійснено обґрунтування доцільності розроблюваного пристрою для відновлення різьбової поверхні та шпонкового пазу здійснюється шляхом проточування різьбової поверхні, наплавки циліндричної поверхні (під різьбу) та заправки шпонкового паза на конічній поверхні.

Здійснено розрахунок штучного освітлення дільниці технологічної лінії щоденного обслуговування автомобілів та розрахунок автомобіля на стійкість.

Здійснено розрахунок економічної ефективності шляхом визначення вартості проекту дільниці технічного обслуговування, а також розрахунок собівартості технічного обслуговування та надання послуг з технічного обслуговування.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
Розділ 1	
ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ’ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ.....	8
1.1. Призначення рульового керування, умова та способи повороту колісних машин.....	8
1.2. Загальна будова і типи рульового керування.....	9
1.3. Несправності, регулювання та технічне обслуговування	11
1.4. Основні вимоги до рульового керування колісних машин	16
РОЗДІЛ 2	
ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	23
2.1. Розрахунок виробничої програми СТО	23
2.2. Розрахунок обсягу робіт з ТО і ремонту автомобілів	24
2.2.1. Розрахунок обсягу робіт по міських автомобілях	24
2.2.2. Розрахунок об’єму робіт по автомобілях з траси.....	27
2.2.3. Розрахунок загального обсягу робіт по СТО.....	27
2.2.4. Розрахунок кількості постів СТО	28
2.2.5. Остаточний розподіл обсягу робіт на посту і поза постові.....	29
2.3. Розподіл обсягу робіт за видами	29
2.4. Розрахунок обсягу допоміжних робіт	30
2.5. Розрахунок обсягу робіт із самообслуговування	31
2.6. Визначення трудомісткості робіт, виконуваних в проектованому підрозділі	32
2.7. Розрахунок необхідної кількості робітників	32
2.8. Організація і технологія виконання робіт в проектовану підрозділі	33
2.9. Вибір технологічного обладнання, організаційного і технологічного оснащення	34
2.10. Розрахунок площі підрозділу	35
РОЗДІЛ 3	
КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА	37
3.1. Обґрунтування доцільності розроблюваного пристрою	37
3.2. Опис конструкції та використання пристрою	38
3.3. Розрахунок складових частин пристрою на міцність	39
3.3.1. Розрахунок гвинтового з’єднання фіксатора	39
РОЗДІЛ 4	

ОХОРОНА ПРАЦІ	41
4.1. Розрахунок штучного освітлення ділянки технологічної лінії щоденного обслуговування автомобілів	41
4.2. Розрахунок автомобіля на стійкість.....	42
4.3. Техніка безпеки під час автомобільних перевезень	44
Висновок до розділу.....	45
РОЗДІЛ 5	
ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	46
5.1. Визначення вартості проекту ділянки технічного обслуговування і діагностування	46
5.2. Розрахунок собівартості ТО-1 і ТО-2.....	47
5.3. Розрахунок очікуваного економічного ефекту по впровадженню ділянки ТО і діагностування	50
5.4. Визначення основних показників ефективності надання послуг з технічного обслуговування	50
ВИСНОВКИ.....	52
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК	54

ВСТУП

Одним зі способів збільшення автомобільного парку країни є ефективна організація ремонту автомобілів. Потреба в ремонті виникає зокрема через тривалу експлуатацію автомобілів, коли витрати на їхнє утримання перевищують прибутки від подальшої експлуатації. Такий стан автомобілів є результатом нерівномірного зносу їхніх компонентів і деталей. Варто відзначити, що практично неможливо створити автомобіль з усіма компонентами, які зношуються рівномірно і мають однаковий термін служби. Тому навіть заміна окремих деталей в процесі ремонту автомобіля завжди є економічно доцільно [13].

Використання залишкового ресурсу деталей автомобілів підвищує економічну ефективність їхнього ремонту. Приблизно 70% деталей, які використовуються під час ремонту, мають залишковий ресурс і можуть бути повторно використані без ремонту або після невеликого відновлення. Кузов є одним з основних та складних компонентів автомобіля, і тривалість його служби визначає загальну тривалість експлуатації автомобіля. Крім звичайного зношування, пов'язаного з їздою по дорогах, тривалість служби кузова також залежить від корозії та пошкоджень, спричинених дорожньо-транспортними пригодами [13]-[15].

З огляду на це, метою кваліфікаційної роботи є підвищення ефективності технологічного процесу діагностики та ремонту рульової рейки автомобіля в умовах станції технічного обслуговування.

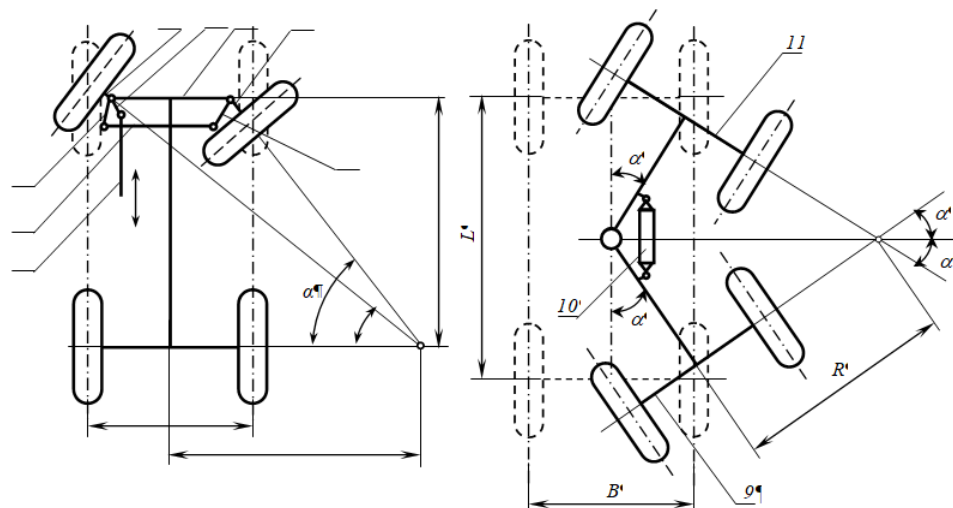
РОЗДІЛ 1

ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Призначення рульового керування, умова та способи повороту колісних машин

Рульове керування призначене для забезпечення необхідної траєкторії руху транспортного засобу та її зміни.

Для забезпечення руху машини на повороті без бокового проковзування керованих коліс, їх осі повинні перетинатися в одній точці O – центрі повороту (рис. 1.1). Виконання даної умови забезпечується під час використання двох схем повороту: з двома передніми керованими колесами (рис. 1, а); з шарнірно з'єднаною рамою (рис. 2, б) [1]–[5], [7], [14], [19].



а – з передніми керованими колесами; б – з шарнірно з'єднаною рамою; R – радіус повороту; L база машини; B – колія; α , β – кути повороту; 1, 4 поворотні цапфи; 2 – важіль поворотних цапф; 3 – передня вісь; 5, 8 – поворотні важелі; 6 – поперечна тяга рульової трапеції; 7 – повздовжня тяга; 9, 11 – піврами; 10 – гідроциліндр повороту.

Рисунок – 1. Схеми повороту колісних машин

Перша схема повороту застосовується на всіх автомобілях. Для даної схеми є характерним одночасний поворот передніх коліс, встановлених на поворотних цапфах 1 і 4, які шарнірно з'єднані з нерухомою передньою віссю 3 (балкою моста) трактора чи автомобіля. Відстань від кожного колеса

до центру повороту O різна, і тому, під час повороту колеса рухаються по різних радіусах i , відповідно, за час повороту проходять різний шлях.

Кочення ведучих задніх коліс по різних радіусах відносно центру повороту без ковзання і буксування забезпечується диференціалом. Забезпечення цієї умови для передніх керованих коліс досягається за рахунок їх повертання на різні кути: внутрішнього α (по відношенню до центру повороту) на більший кут, а зовнішнього β на менший. При цьому, незалежно від радіусу повороту, повинна виконуватися наступна умова [7], [19]:

$$\operatorname{ctg} \beta - \operatorname{ctg} \alpha = \frac{B}{L}. \quad (1.1)$$

Відстань R від центру повороту до середини заднього моста називають радіусом повороту.

Для першої схеми радіус усталеного повороту знаходять із виразу

$$R = L \cdot \frac{\operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg} \beta}{2}. \quad (1.2)$$

Трактори загального призначення з чотирма ведучими колесами однакового діаметру використовують другу схему повороту. За цією схемою поворот трактора здійснюється шляхом відносного переміщення піврам 9 і 11 в горизонтальній площині разом з осями коліс за допомогою гідроциліндра 10.

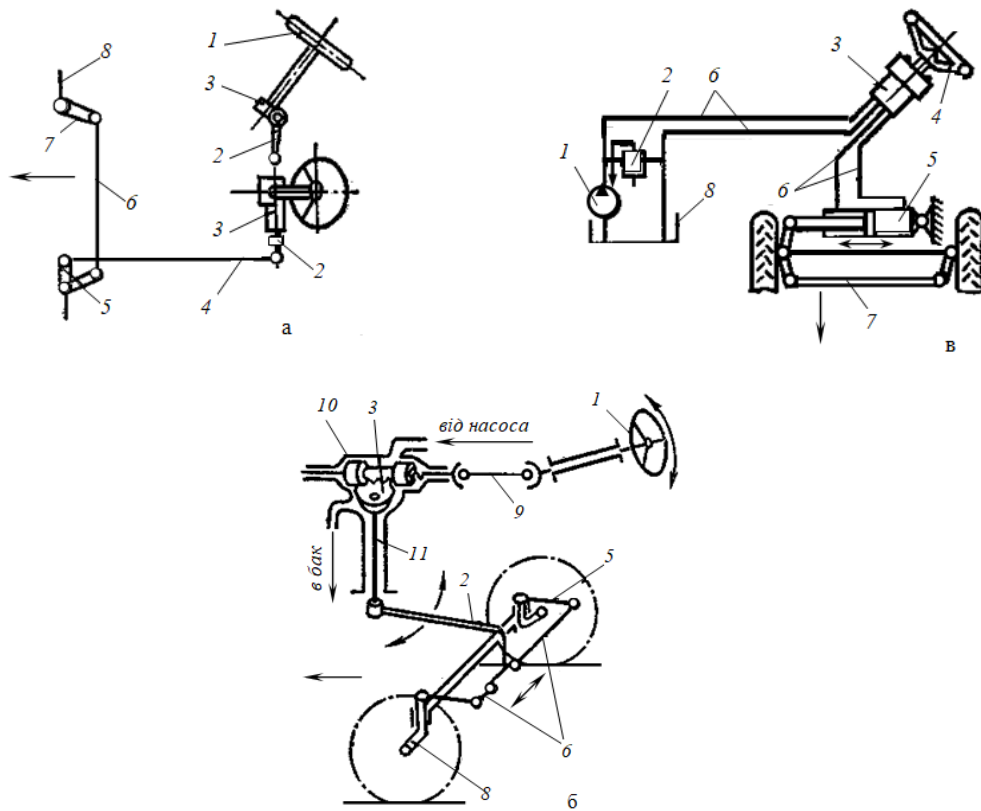
Радіус повороту для даної схеми визначається з виразу

$$R = a \cdot \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2}. \quad (3)$$

1.2 Загальна будова і типи рульового керування

Рульове керування складається з рульового механізму та рульового приводу.

До складу рульового механізму входить рульове колесо 1, рульова сошка 2, понижуюча передача (редуктор) 3 (рис. 1.2, а). Зусилля, що створюється руками водія на рульовому колесі 1 збільшується понижуючим редуктором 3 та підводиться до сошки 2 [1]–[5], [7], [14], [19].



а – з механічним підсилювачем; б – з гідропідсилювачем; 1 – рульове колесо; 2 – сошка; 3 – рульовий механізм; 4 – поєздовжня тяга; 5, 7 – поворотні важелі; 6 – поперечна тяга; 8 – цапфа колеса; 9 – карданна передача; 10 – гідропідсилювач; 11 – вал сошки; в – гідрооб’ємне рульове керування (ГОРК); 1 – насос живлення; 2 – запобіжний клапан; 3 – насос – дозатор; 4 – рульове колесо; 5 – гідравлічний силовий циліндр; 6 – трубопроводи; 7 – поперечна тяга; 8 – бак.

Рисунок – 1.2. Типи рульового керування [14]

Рульовий привід складається із поєздовжньої тяги 4 та чотирьох ланкового шарнірного механізму - рульової трапеції, яка утворена нерухомою віссю (балкою моста), двома поворотними важелями 5 і 7, які жорстко з’єднані з поворотними цапфами 8 і шарнірно з поперечною тягою 6. Поєздовжня тяга 4 передає зусилля від сошки 2 до поворотного важеля 5 рульової трапеції, а остання забезпечує дотримання необхідного співвідношення між кутами α і β , тобто повертає керовані колеса на різні кути в залежності від напрямку повороту.

У схемах повороту з передніми керованими колесами отримали

поширення наступні типи рульового керування: з механічним підсиленням (рис. 1.2, а), з гідравлічним підсилювачем (рис. 1.2, б) і гідрооб'ємне рульове керування (рис. 1.2, в).

У рульовому керуванні із механічним підсиленням в якості понижуючого редуктора використовуються пари шестерень: черв'як – ролик, черв'як – сектор, гвинт – гайка і т. д.

У рульовому керуванні з гідропідсилювачем (рис. 2, б) застосовують як механічну передачу, так і гідравлічний підсилювач. Гідропідсилювач може бути змонтованим у спільному корпусі із механічною передачею або окремо – у рульовому приводі.

Гідрооб'ємне рульове керування (рис. 1.2, в) немає механічного підсилювача і для повороту використовується енергія рідини. Пропорційність повороту керованих коліс і рульового колеса 4 забезпечується насосом-дозатором 3 [1]–[5], [7], [14], [19].

1.3 Несправності, регулювання та технічне обслуговування

Стан рульового керування має значний вплив не тільки на роботоздатність автомобіля але і на безпеку роботи на них.

До несправностей рульового керування, які забороняють експлуатацію автомобіля, належать наступні: заїдання рульового керування, вільний хід рульового колеса, який перевищує допустиме значення, серйозні поломки деталей рульового керування, послаблене кріплення та відсутність шплінтування. Тому під час експлуатації автомобіля регулярно перевіряють вільний хід рульового колеса, герметичність з'єднань і трубопроводів.

В таблиці 1.1 наведені кути повороту залежно від кривизни траєкторії.

Таблиця 1.1 – Люфти повороту рульового колеса

Кривизна траєкторії $\times 10^{-2}, \text{ м}^{-1}$	Кут повороту	
	мінімальний	максимальний
0,21	$(0,21L+0,2)i \cdot 10^{-2}$	$(0,21L+1,3)i \cdot 10^{-2}$
0,42	$(0,42L+0,4)i \cdot 10^{-2}$	$(0,42L+2,6)i \cdot 10^{-2}$
0,84	$(0,84L+0,48)i \cdot 10^{-2}$	$(0,84L+5,0)i \cdot 10^{-2}$

Допустимий вільний хід рульового колеса у рульовому керуванні з механічним підсилювачем становить 10° , для керування із гідропідсилювачем – $25...30^\circ$.

Для перевірки вільного ходу рульового колеса передні колеса встановлюють у положення, що відповідає прямолінійному напрямку руху. У рульовому керуванні з гідропідсилювачем значення вільного ходу визначають тільки при працюючому двигуні. За умови збільшеного вільного ходу рульового колеса спочатку перевіряють регулювання підшипників керованих коліс і шарнірів тяг рульового приводу. У разі, якщо це не дає бажаного результату, переходять до перевірки зазорів у з'єднанні сошка – вал сошки та зазорів у рульовому механізмі, а також надійності кріплення рульового механізму [1]–[5], [7], [14], [19].

Для перевірки регулювання приводу виконують такі дії: різко повертають рульове колесо в обидві сторони від середнього положення. У крайніх положеннях керованих коліс оглядають всі з'єднання рульового приводу. Якщо виявлено підвищені зазори у шарнірах рульових тяг, вони усуваються шляхом повного відкручування (розкручування) наконечників тяг до упору, а потім їх знову відкручують на $1/4...1/2$ оберту і закріплюють шплінтуванням. Якщо виявлено значні зазори у саморегульованих з'єднаннях, це може свідчити про поломку кульових пальців та вкладишів, і їх необхідно замінити.

Регулювання рульового механізму типу черв'як-ролик включає в себе наступні кроки: налаштування конічних підшипників черв'яка і осьового зазору між роликом і черв'яком.

Для перевірки осьового зазору в підшипниках черв'яка від'єднують поздовжню тягу від сошки і виводять черв'як із зачеплення з роликом, шляхом обертання рульового колеса у будь-якому напрямку. Після цього спробуйте переміщати вал рульового колеса в осьовому напрямку. Якщо зміщення вала є помітним, зазор у конічних підшипниках черв'яка зменшується шляхом зменшення кількості регульовальних прокладок над

нижньою кришкою картера рульового механізму. Правильність регулювання визначається шляхом перевірки обертання рульового колеса. При цьому зусилля на обертання не повинні перевищувати 3-4 Н.

Для перевірки зазору між черв'яком і роликом виконують наступні дії:

- встановлюють ролик по середині черв'яка, шляхом перевертання рульового колеса і похитування сошкою;
- відкручують гайку регулювального гвинта;
- знімають фіксуючу (штопорну) шайбу;
- загвинчують гвинт таким чином, щоб зазор в зачепленні між черв'яком і роликом був мінімальним;
- встановлюють фіксуючу (штопорну) шайбу і гайку на попереднє місце.

Ці дії допомагають досягти оптимального зазору між черв'яком і роликом, що впливає на якість роботи рульового механізму [1]–[5], [7], [14], [19].

Регулювання рульового механізму типу черв'як-сектор включає такі кроки:

1. Від'єднайте рульові тяги від центрального рульового важеля;
2. Послабте два болти, що кріплять регулювальну втулку;
3. Вставте ключ у паз фланця втулки і поверніть втулку за годинниковою стрілкою до отримання зачеплення без зазору в середньому положенні сошки;
4. Потім поверніть втулку проти годинникової стрілки на 4-6 мм по зовнішньому діаметру фланця втулки;
5. Затягніть болти, що кріплять втулку.

Ці кроки допомагають забезпечити мінімальний зазор між черв'яком і сектором, що важливо для правильної роботи рульового механізму.

Перевірка рульового керування автомобілів з гідропідсилювачем починається з перевірки тиску масла в системі і вільного ходу рульового колеса. Ось як провести цю перевірку:

- Встановіть спеціальний пристрій у лінію високого тиску між насосом і гідропідсилювачем. Цей пристрій складається з манометра, який має шкалу до 10 МПа, і вентиля, який дозволяє перекрити подачу масла до гідропідсилювача.

- Повільно перекрийте вентиль і спостерігайте за показами манометра, як тиск зростає. Якщо насос є справним, тиск масла не повинен бути нижчим за 6 Мпа.

- Якщо при правильному тиску масла проблема з рульовим керуванням все ще існує, можливо, несправність знаходиться в механізмі розподільника, наприклад, невірне регулювання запобіжного клапана або великі внутрішні втрати.

- У випадку, якщо тиск масла не зростає при перекритті вентиля, це означає, що насос є несправним.

Ця перевірка допомагає виявити можливі несправності в системі рульового керування з гідропідсилювачем і визначити, який компонент потребує ремонту або заміни [1]–[5], [7], [14], [19].

Регулювання рульового механізму здійснюють при від'єднаній повздовжній тязі. При цьому, масло із системи зливають. За допомогою пружинного динамометра, що кріпиться до ободу рульового колеса заміряють зусилля для наступних трьох випадків:

➤ перший – рульове колесо повернуто більш ніж на два оберти від середнього положення; зусилля на ободі колеса повинно становити 6...16 Н;

➤ другий – рульове колесо повернуто на 3/4...1 оберт від середнього положення. Зусилля на ободі колеса не повинно перевищувати 23 Н;

➤ третій – рульове колесо проходить середнє положення; зусилля на ободі на 4...6 Н більше зусилля отриманого у другому випадку але не перевищує 28 Н.

Якщо зусилля на рульовому колесі не відповідають вказаним значенням, можна провести регулювання рульового механізму. Ось кроки для регулювання зусиль:

1. Знайдіть регулювальний гвинт вала сошки рульового механізму. Зазвичай він знаходиться на нижній частині механізму або на його бічній стороні.

2. Для збільшення зусиль на рульовому колесі оберніть регулювальний гвинт за годинниковою стрілкою. Це зробить рульовий механізм більш жорстким і збільшить зусилля, необхідні для повороту колеса.

3. Якщо потрібно зменшити зусилля, оберніть регулювальний гвинт проти годинникової стрілки. Це зробить механізм менш жорстким і зменшить зусилля, необхідні для повороту колеса

Після кожного оберту гвинта рекомендується перевіряти зусилля на рульовому колесі, щоб переконатися, що вони відповідають вказаним значенням. Повторюйте регулювання, поки не досягнете бажаних результатів.

Важливо відзначити, що регулювання рульового механізму є важливою процедурою і краще довірити її кваліфікованому механіку або сервісному центру, якщо ви не маєте достатнього досвіду та знань. Неправильне регулювання може призвести до небезпеки на дорозі

Якщо зусилля на ободі рульового колеса не відповідають вказаним значенням, і це не може бути виправлено регулюванням рульового механізму, це може вказувати на проблему з опорними підшипниками або пошкодженням деталей вузла кулькової (кульової) гайки.

В цьому випадку рекомендується розібрати рульовий механізм для перевірки та виявлення проблемних деталей. Цей процес може включати розбирання опорних підшипників та перевірку стану кулькової (кульової) гайки.

Для розбирання рульового механізму вам може знадобитись деякий досвід та спеціальні інструменти. Рекомендується звернутися до кваліфікованого механіка або сервісного центру, які зможуть виконати цю роботу з необхідною уважністю та точністю.

Розбирання рульового механізму, так само як і насоса необхідно здійснювати у разі крайньої потреби. Дані роботи повинен виконувати кваліфікований механік у відповідності з вимогами інструкції.

Для даної схеми повороту характерними є наступні несправності: підвищений вільний хід рульового колеса і неможливість повороту трактора за допомогою рульового керування. Причиною збільшення вільного ходу рульового колеса може бути спрацювання пальців тяги зворотного зв'язку, збільшений зазор в черв'ячній парі рульового механізму, послабленні кріплення черв'яка чи золотника розподільника на валу механізму. Несправність усувають відповідною підтяжкою. Причинами відмови рульового керування може бути заклинювання клапана витрати масла чи несправність запобіжного клапана. Усувають дані несправності шляхом розбирання, промивання у дизельному паливі клапанів і регулюванням на стенді. За умови несправності масляного насоса його необхідно замінити.

Технічне обслуговування гідрооб'ємного рульового керування полягає у перевірці рівня масла в баку – акумуляторі і регулюванні запобіжного клапана насоса – дозатора. Клапан регулюють при повернутому до упору рульовому колесі і максимальній частоті обертання колінчастого вала двигуна. Регулювальним гвинтом клапана встановлюють за показами манометра тиск 10 МПа [1]–[5], [7], [14], [19].

Найбільш частою несправністю гідрооб'ємного рульового керування є підвищене зусилля на рульовому колесі. Причиною цієї несправності може бути піноутворення масла в баку в наслідок потрапляння повітря в систему чи недостатньої кількості масла, а також підвищені втрати в насосі. Усувають дану несправність шляхом перевірки та герметизації з'єднань всмоктуючих маслопроводів, доливанням масла і прокачуванням системи чи заміною насоса.

1.4 Основні вимоги до рульового керування колісних машин

До рульового керування ставляться ряд вимог [1]–[5], [7], [14], [19]:

- поворот керованих коліс повинен бути таким, щоб їх кочення по опорній поверхні здійснювалось без бокового проковзування;
- конструкція передачі повинна забезпечувати відсутність коливань коліс у горизонтальній площині;
- керування машиною не повинно втомлювати водія; зусилля, яке прикладає водій до рульового колеса не повинне бути великим; поштовхи на колесо, які виникають від нерівностей дороги, не повинні передаватись на рульове колесо;
- конструкція рульового керування повинна бути простою, забезпечувати простоту в експлуатації та технічному догляді, характеризуватися високою надійністю.

Забезпечення виконання першої вимоги здійснюється за рахунок встановлення певного співвідношення між довжиною тяг рульового керування і важелями поворотних цапф. Зміна напрямку руху відбувається за рахунок повороту напрямних коліс (як правило передніх). Деколи керованими є всі чотири опорні колеса. В цьому випадку радіус повороту значно зменшується, що забезпечує покращення прохідності і маневреності машини. На рис. 4 представлена схема повороту з двома та чотирма керованими колесами.

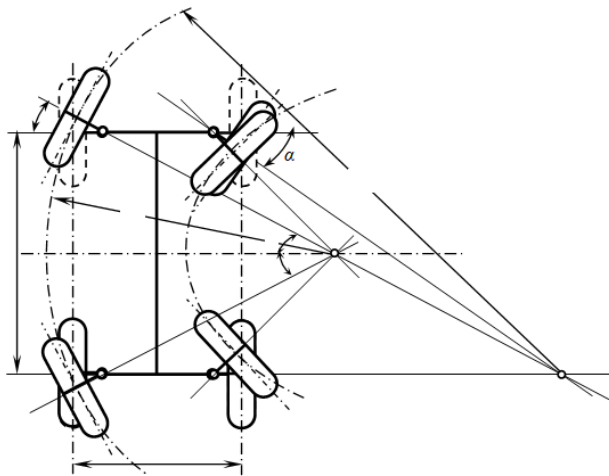


Рисунок 1.3 – Схеми повороту машини з двома та чотирма ведучими колесами

У випадку двох передніх керованих коліс центр повороту машини

знаходиться у точці O – перетину осей керованих коліс з продовженням осі задніх коліс, а відстань від цієї точки до середини зовнішнього колеса є радіусом повороту. В цьому випадку значення радіусу R_1 визначається з виразу

$$R_1 = \frac{L}{\sin \beta}, \quad (1.5)$$

де L – база машини; β – кут між горизонталлю та цапфою зовнішнього по відношенню до центру повороту колеса.

За цієї умови поворот машини буде відбуватись за чистого кочення (без проковзування керованих коліс). Задні колеса будуть мати колію, яка розміщена ближче до центру повороту та не співпадає із колією передніх коліс. У випадку коли машина має чотири керованих колеса, центром повороту буде точка O_1 перетину всіх осей, а радіус повороту становитиме

$$R_2 = \frac{L}{2 \cdot \sin \beta}. \quad (1.6)$$

За вказаних умов радіус повороту для другої схеми вдвічі менший за радіус для першої. За другої схеми повороту при правильній установці (регулюванні) рульового механізму колія задніх коліс повинна співпадати з колією передніх коліс. Зменшення радіусу повороту та співпадання колії коліс покращує прохідність і маневреність машини.

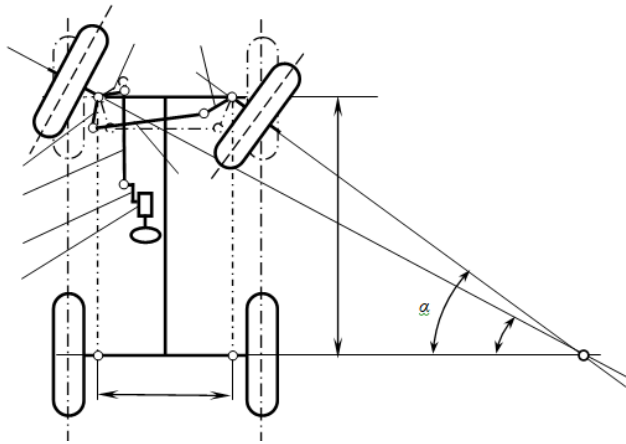
Поворот керованих коліс відбувається у точках K (рис. 5) поворотних цапф. В результаті передачі обертової енергії від рульового колеса до понижуючого редуктора 1, і далі до рульової сошки 2 через повздовжню тягу 3, важіль поворотної цапфи 4 здійснює поворот лівого колеса. Разом із ним переміщується важіль рульової трапеції 5, який через поперечну тягу 7 і важіль 6 повертає праве колесо.

Для правильної роботи рульового керування і забезпечення повороту машини без проковзування керованих коліс необхідно, щоб дотичні до траєкторії коліс були перпендикулярні до напрямку їх осей. Продовження осей коліс повинні перетинатись в одній точці O , яка є центром повороту машини.

Забезпечення вказаної умови забезпечується за рахунок повороту керованих коліс на різні кути. Як видно із схеми (рис. 1.4), зовнішнє колесо повертається на кут β , який є меншим кута повороту внутрішнього колеса α . В цьому випадку між цими кутами існує залежність

$$\operatorname{ctg} \beta - \operatorname{ctg} \alpha = \frac{OC - OD}{L} = \frac{A}{L}, \quad (1.7)$$

тобто, різниця котангенсів кутів повороту зовнішнього і внутрішнього коліс рівна відношенню відстані між центрами поворотних цапф до бази машини.



1 – понижуючий редуктор; 2 – сошка; 3 – повздовжня тяга; 4 – важіль поворотної цапфи; 5, 6 – важелі трапеції; 7 – поперечна тяга.

Рисунок 1.4 – Схема розміщення елементів рульового керування

Для забезпечення цієї залежності потрібний механізм, який дає можливість повертати колеса на різні кути. Найбільш поширеним способом вирішення цієї задачі є передача обертової енергії до коліс важелями і тягами, які утворюють трапецію рульового керування.

Однак, для забезпечення повороту коліс на необхідні кути, повинна бути певна залежність між окремими елементами трапеції. Для заданої відстані A між шворнями поворотних цапф параметри трапеції визначається довжиною важелів r і кутами φ при основі трапеції.

Під час вибору цих залежностей користуються графічним і аналітичним способами. Найбільш простим є графічний спосіб, за допомогою якого можна отримати залежність зміни кутів повороту коліс шляхом викреслювання у певному масштабі різних положень механізму.

Даний спосіб характеризується порівняно високою точністю. Незручністю даного способу є те, що за незначних кутів повороту керованих коліс відстань до точки O (рис. 1.5) перетину осей поворотних цапф з віссю задніх коліс знаходиться на значній відстані від повздовжньої осі машини і їх перетин відбувається за межами аркуша.

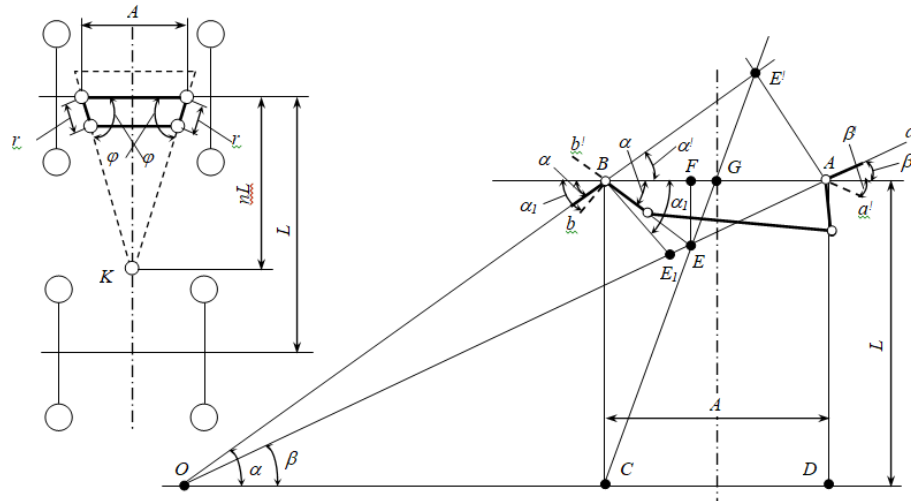


Рисунок 1.5 – Схеми для визначення залежності між елементами рульової трапеції

Другий спосіб забезпечує усунення недоліку першого. За цього способу середину осі керованих коліс, точку G (рис. 1.5), з'єднують з точкою C , яка є проекцією шворня поворотної цапфи на вісь заднього моста. Точка E , отримана на перетині продовження осі зовнішнього колеса з лінією CG , з'єднується з точкою B – віссю шворня внутрішньої поворотної цапфи. Утворений кут CBE рівний куту α .

Для доведення попереднього твердження, з точки E опускаємо перпендикуляр EF на передню вісь AB . В цьому випадку отримуємо:

$$\begin{aligned} \operatorname{ctg} GBE = \operatorname{ctg} FBE = \frac{BF}{EF} = \frac{\frac{B}{2} - GF}{EF}, \\ \operatorname{ctg} \beta = \frac{AF}{EF} = \frac{\frac{B}{2} + GF}{EF}. \end{aligned} \quad (1.8)$$

Тоді різниця котангенсів кута β і кута GBE визначається з виразу

$$\operatorname{ctg} \beta - \operatorname{ctg} GBE = \frac{2FG}{EF} = \frac{A}{L}. \quad (1.9)$$

На підставі попереднього виразу, можна стверджувати, що $\angle CBE = \angle \alpha$.

У випадку, коли поворот здійснюється у протилежну сторону, то осі a і b займуть положення a' і b' , а точка перетину сторін кутів β' і α' буде у точці E' на продовженні прямої CG .

Таким чином, для ідеального поворотного механізму, коли поворот машини здійснюється без бокового проковзування керованих коліс, точки перетину сторін кутів α і β повинні розміщуватись на прямій CG .

Допустимо, що маємо певну трапецію рульового механізму. Під час повороту зовнішнього колеса на кут β вісь внутрішнього колеса під дією важелів трапеції повернеться на кут α_1 . Відкладаючи значення цього кута α_1 від передньої осі і, продовжуючи його сторону до перетину з лінією AE , знаходимо точку E_1 , яка на лежить на прямій CG .

Якщо розглянути декілька положень осі a під різними кутами β і відповідно до цих кутів визначити положення осі b та її кутів α , відкласти ці кути від передньої осі (балки моста), то точки перетину їх сторін утворять певну криву лінію. Ця крива розміщення точок перетину сторін кутів повороту цапф під дією механізму керування є його характеристичною кривою. Чим ближче наближуються точки кривої до діагоналі CG , тим досконаліше механізм керування.

Різниця кутів α_1 і α є кутвою неточністю у повороті коліс, яка характерна даному рульовому керуванню. Чим більша ця різниця, тим гірше механізм керування і тим більше спрацювання протекторів шин.

На рис. 7 зображені характеристичні криві для трапецій, які мають відношення $r/A=0,14$ і різні кути φ для машин з різним відношенням L/A . Кожна крива відповідає певному куту φ . Пунктирні лінії відповідають напрямку CG для різних відстаней між осями (різної бази) машини. Як видно із рис. 7, для машин, що мають відношення L/A від 1,5 до 2,5, кут φ менше 55° не може бути рекомендованим, так як характеристичні криві у цьому

випадку мають велике відхилення від теоретичних ліній (зображених пунктиром).

При виборі елементів трапеції необхідно керуватися критерієм мінімального проковзування коліс за найбільш частих поворотів, які, як правило, не мають значної величини і дозволяють рух на високих швидкостях. Значне проковзування на високих швидкостях викликають швидке спрацювання протекторів шин. Більш значні кутові неточності за максимально великих кутів повороту менш шкідливі, так як за нормальних умов роботи використовуються рідше і, як правило, швидкості руху у цих випадках не високі.

За певної відстані між центрами шворнів A , трапеція буде визначена довжиною важелів r і кутом при основі трапеції φ .

Значення r приймають з інтервалу $r=(0,14\dots0,16) A$, чи $r/A=0,14\dots0,16$.

Надто короткі важелі потребують збільшення осьових зусиль у поперечній тязі, а надто довгі утруднюють розміщення механізму на машині. Так як величина r змінюється у короткому інтервалі, то можна вважати, що основним елементом, що визначає параметри трапеції, є кут φ , який визначається відстанню nL (рис. 6)

$$\begin{aligned} n \cdot L &= \frac{A}{2} \cdot \operatorname{tg} \varphi; \\ \operatorname{tg} \varphi &= \frac{2 \cdot n \cdot L}{A}; \\ n &= \frac{A \cdot \operatorname{tg} \varphi}{2 \cdot L}. \end{aligned} \quad (1.10)$$

Значення коефіцієнта n знаходиться у межах $0,7\dots0,8$. Для різних відношень A/L значення n не залишається постійним. Більш точно відстань nL можна вибрати із діаграми, де дано значення nL в залежності від відношення L/A .

РОЗДІЛ 2

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Розрахунок виробничої програми СТО

Для проектування та розрахунку виробничої програми СТО враховуємо рівень автомобілізації населення. Інші необхідні для розрахунку дані приймаються згідно статистичної звітності СТО [11]–[13], [18]–[20].

Вихідні дані:

1. Тип станції – міська, універсальна;
 2. Населення району обслуговування СТО:
 - в місті 77000 чоловік;
 - в сільській місцевості – 74000 чоловіки.
 3. Розподіл автомобілів за класами:
 - особливо малий клас – 10%;
 - малий клас – 72%;
 - середній клас – 13%;
 - підвищеної прохідності (4 x 4) – 5%.
 4. Середньорічний пробіг обслуговуючих автомобілів становить
 - особливо малий клас – 9000 км;
 - малий клас – 9000 км;
 - середній клас – 11000 км;
 - підвищеної прохідності (4 x 4) – 9000 км.
 5. Режим роботи СТО «Пасат» $D_{\text{СТОа}} = 305$ днів в 1 зміну;
 6. Категорія умов експлуатації – друга;
 7. Природно – кліматичний район – теплий вологий;
- Інтенсивність руху по прилеглий до міста трасі – 5000 авт./добу;

2.2 Розрахунок обсягу робіт з ТО і ремонту автомобілів

2.2.1 Розрахунок обсягу робіт по міських автомобілях

Для розрахунку обсягу робіт по міських автомобілях (без урахування потужності СТО) враховуємо кількість місцевих автомобілів, які буде обслуговувати СТО.

Кількість автомобілів у районному центрі визначаємо за формулою [11]–[13], [18]–[20]:

$$N_{a_{pc}} = A_{pc} \cdot U, \text{ авт} \quad (2.1)$$

де A_{pc} – кількість мешканців у районному центрі; U – рівень автомобілізації.

Для розрахунків рівень автомобілізації у районному центрі приймаємо 100-200 автомобілів на 1000 чоловік. Тоді [11]–[13], [18]–[20].

Тоді:

$$N_{a_{pc}} = \frac{77000 \cdot 200}{1000} = 15400 \text{ авт.}$$

Для розрахунку кількості автомобілів у сільській місцевості району скористаємось наступними даними:

$$N_{a_{cm}} = \frac{74000 \cdot 200}{1000} = 14800 \text{ авт.}$$

Число власників автомобілів у місті, які користуються послугами СТО визначаємо за виразом:

$$N_a = N_{a_{pc(cm)}} \cdot K_o, \quad (2.2)$$

де K_o – коефіцієнт обслуговування. Коефіцієнт K_o дорівнює 0,25 – для сільської місцевості, а для міста – 0,75 [11].

Визначаємо кількість автомобілів, що будуть обслуговуватись на СТО [11]–[13], [18]–[20]:

сільської місцевості:

$$N_{a_{cm}} = 14800 \cdot 0,25 = 3700 \text{ авт.}$$

для районної місцевості:

$$N_{a_{pc}} = 15400 \cdot 0,75 = 11550 \text{ авт.}$$

Загальна кількість автомобілів, що обслуговуватиме СТО визначається за формулою, [11]–[13], [18]–[20]:

$$N_a = N_{a\text{см}} + N_{a\text{рц}}, \quad (2.3)$$

$$N_a = 3700 + 11550 = 15250 \text{ авт.}$$

Здійснюємо розрахунок автомобілів по класах.

Кількість автомобілів N_a особливо малого класу, що будуть обслуговуватись на СТО:

$$N_{a1} = 10\% \cdot N_a, \quad (2.4)$$

$$N_{a1} = 0,10 \cdot 15250 = 1525 \text{ авт.}$$

Кількість автомобілів N_a малого класу, що будуть обслуговуватись на СТО:

$$N_{a2} = 72\% \cdot N_a, \quad (2.5)$$

$$N_{a2} = 0,72 \cdot 15250 = 10980 \text{ авт.}$$

Кількість автомобілів N_a середнього класу, що будуть обслуговуватись на СТО:

$$N_{a3} = 13\% \cdot N_a, \quad (2.6)$$

$$N_{a3} = 0,13 \cdot 15250 = 1983 \text{ авт.}$$

Кількість автомобілів N_a підвищеної прохідності (4 x 4), що будуть обслуговуватись на СТО:

$$N_{a4x4} = 5\% \cdot N_a, \quad (2.7)$$

$$N_{a4x4} = 0,05 \cdot 15250 = 762 \text{ авт.}$$

$$N_a = 1525 + 10980 + 1983 + 762 = 15250 \text{ авт.}$$

Отже, трудомісткість робіт з технічного обслуговування (ТО) та поточного ремонту (ПР) без корективу на потужність СТО визначаємо за формулою [11]–[13], [18]–[20]:

$$T_m^* = \sum N_{ai} L_{pi} t_i^* / 1000, \quad (2.8)$$

де i – кількість класів автомобілів; N_{ai} – кількість автомобілів, що обслуговуються у кожному класі; L_{pi} – середньорічний пробіг у i -тому класі (за вихідними даними); t_i^* – питома трудомісткість технічного обслуговування та поточного ремонту на 1000 км пробігу автомобіля [9].

В таблиці 2.1 наведено розрахунок питомої трудомісткості за кожним класом автомобілів окремо.

Таблиця 2.1 – Коригування питомої трудомісткості

Клас автомобілів	Нормативна питома трудомісткість ТО і ПР, тїпр , люд.-год/тис.км	Коефіцієнт коригування залежно від природно – кліматичних умов, КЗ	Скоригована питома трудомісткість ПР і ТО, t*і , люд.-год/тис.км
Особливо малий	2,0	0,9	1,8
Малий	2,3	0,9	2,07
Середній	2,7	0,9	2,43
4x4	3,8	0,9	3,42

Виконаємо розрахунок без корективу на потужність СТО трудомісткість робіт з ТО і ПР автомобілів [11]–[13], [18]–[20] по класах:

особливо малий клас:

$$T_m^* = \frac{1525 \cdot 9000 \cdot 1,8}{1000} = 24705 \text{ люд.-год}$$

малий клас:

$$T_m^* = \frac{10980 \cdot 9000 \cdot 2,07}{1000} = 204557 \text{ люд.-год}$$

середній клас:

$$T_m^* = \frac{1983 \cdot 11000 \cdot 2,43}{1000} = 53005 \text{ люд.-год}$$

автомобілі підвищеної прохідності:

$$T_m^* = 762 \cdot 9000 \cdot \frac{3,42}{1000} = 23454,36 \text{ люд.-год}$$

Результати зводимо до таблиці 2.2

Таблиця 2.2 – Розрахунок трудомісткості, не скоригованої за потужністю СТО

Клас автомобілів	Кількість автомобілів за класами, шт	Середньорічний пробіг, км	Питома трудомісткість ТО та ПР, не скоригована за потужністю СТО, люд.-год/тис.км	Трудомісткість ТО та ПР (не скоригована за потужністю СТОА), люд.-год/тис.км
Особливо малий	1525	9000	1,8	24705
Малий	10980	9000	2,07	204557,4
Середній	1983	11000	2,43	53005,59
4x4	762	9000	3,42	23454,36
Всього	15250			305722,35

2.2.2 Розрахунок об'єму робіт по автомобілях з траси

Розрахунок обсягу робіт по автомобілях, проводимо за формулою [11]–[13], [18]–[20]:

$$T_{д}^* = N_3 t_3^*, \text{ люд.-год} \quad (2.9)$$

де N_3 – річна кількість заїздів на СТОА автомобілів, які курсують по прилеглий дорозі, авт./рік; t_3^* – не скоригована за потужністю СТО нормативна питома трудомісткість ТО та ПР одного заїзду [9].

Річна кількість заїздів визначається за формулою [11]–[13], [18]–[20]:

$$N_3 = \frac{I \cdot D_p \cdot \lambda_{ТО}}{100}, \text{ авт./рік} \quad (2.10)$$

де I – інтенсивність руху на автотрасі, авт./добу (у завданні $I = 1900$ авт./добу); $\lambda_{ТО}$ – вірогідність заїздів автомобілів на станцію, %. Цей показник дорівнює 5-6% [9]; D_p – кількість робочих днів СТОА на рік, приймаємо 357 днів.

$$N_3 = \frac{8000 \cdot 305 \cdot 5,0}{100} = 122000 \text{ авт./рік}$$

Нормативна трудомісткість ТО і ПР одного заїзду складає 2,0 люд.-год [9]. Принагідно треба відмітити, що питома трудомісткість у розрахунку на один заїзд не коригується.

$$T_{д}^* = 122000 \cdot 2,0 = 244000 \text{ люд.-год}$$

2.2.3 Розрахунок загального обсягу робіт по СТО

Загальний обсяг робіт по СТО, поки що не скоригований за потужністю [11]–[13], [18]–[20]:

$$T_{\Sigma}^* = T_m^* + T_{д}^*, \text{ люд.-год} \quad (2.11)$$

$$T_{\Sigma}^* = 15250 + 244000 = 259250 \text{ люд.-год}$$

Оскільки проєктована СТО розташована в місті, через яке проходить автотраса, обсяг постових робіт [11]–[13], [18]–[20]:

$$T_{\Sigma\Pi}^* = T_{\Sigma}^* \cdot \frac{77,84}{100}, \text{ люд.-год} \quad (2.12)$$

$$T_{\Sigma\Pi}^* = 259250 \cdot 0,7784 = 201800 \text{ люд.-год}$$

2.2.4 Розрахунок кількості постів СТО

Попередній розрахунок загальної кількості постів.

Загальна кількість робочих постів X^* у першому наближенні визначають за формулою:

$$X^* = \frac{T_{\Sigma n}^* \cdot K_H}{\Phi_n \cdot P_n}, \text{ постів} \quad (2.13)$$

де $T_{\Sigma n}^*$ - річна трудомісткість постових робіт певного виду, люд. - год ; Φ_n – річний фонд часу поста, год.; P_n – чисельність одночасно працюючих на одному посту робітників. Приймаємо середнє значення для різних типів робочих постів $P_n=1,5$ [9]; K_H — коефіцієнт враховуючий нерівномірність подачі автомобілів на пости, приймаємо для попередніх підрахунків $K_H=1,15$. [9], [11].

Річний фонд часу поста:

$$\Phi_n = D_p \cdot n \cdot t_{zm} \cdot K_b, \quad (2.14)$$

де D_p – кількість робочих днів за рік , приймаємо $D_p = 357$; n - кількість змін роботи на добу , приймаємо $n = 1,5$ [9]; t_{zm} - тривалість зміни , приймаємо $t_{zm} = 8$ год [9]. K_b - коефіцієнт використання робочого часу поста , приймаємо для попередніх розрахунків при однозмінній роботі $K_b = 0,9$ [9].

$$\Phi_n = 305 \cdot 1 \cdot 8 \cdot 0,95 = 2660 \text{ год}$$

$$X^* = \frac{201800 \cdot 1,15}{2660 \cdot 1,5} = 87 \text{ пости}$$

Проводимо коригування об'єму робіт за потужністю СТО

Повністю скоригований об'єм робіт по СТО [11]–[13], [18]–[20]:

$$T_{\Sigma} = T_m^* K_5 + T_d^*, \text{ люд.-год} \quad (2.15)$$

де K_5 – коефіцієнт коригування залежний від розмірів СТО. У нашому випадку $K_5 = 0,85$ [9].

Повністю скоригований обсяг робіт по СТО «Пасат»:

$$T_{\Sigma} = 305721 \cdot 0,9 + 244000 = 519148,9 \text{ люд.-год}$$

2.2.5 Остаточний розподіл обсягу робіт на посту і поза постові

Розподіл (остаточно) обсягу робіт на постові і дільничні проводимо в залежності від кількості постів. Так, якщо на станції $X^* = 40$ постів, то відсоток робіт на робочих постах буде складати 77,25% [11]–[13], [18]–[20].

Тоді:

$$T_{\Sigma\Pi} = T_{\Sigma} \cdot 0,76 \text{ люд.-год} \quad (2.16)$$

отже,

$$T_{\Sigma\Pi} = 519148,9 \cdot 0,76 = 394553,16 \text{ люд.-год}$$

тоді,

$$T_{\Sigma\Delta} = T_{\Sigma} - T_{\Sigma\Pi}, \quad (2.17)$$

тоді,

$$T_{\Sigma\Delta} = 519148,9 - 394553,16 = 124595,74 \text{ люд.-год}$$

Таким чином, загальна кількість постів з технічного обслуговування та ремонту по СТО становить [11]–[13], [18]–[20]:

$$X = \frac{394553,16 \cdot 1,15}{(305 \cdot 1 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 0,95)} = 130 \text{ пости}$$

2.3 Розподіл обсягу робіт за видами

Результати розрахунків заносимо в таблицю за формою таблиці 2.3

Таблиця 2.3 – Розподіл обсягу ТО і ПР за видами робіт і за місцем їх виконання

Види робіт	Розподіл робіт, %	Розподіл обсягу робіт за місцем їх виконання			
		на робочих постах		Поза постові	
		%	люд.-год	%	люд.-год
1	2	3	4	5	6
Діагностичні	4/0	4,00	20765	-	-
ТО в повному обсязі	10/0	10,00	51914	-	-
Мастильні	2/0	2,00	10382	-	-
Регулювальні по встановленню кутів передніх коліс	4,00	4,00	20765	-	-
Ремонт і регулювання гальм	3,00	3,00	15574	-	4153
Електротехнічні	4,00	3,20	16613	0,80	
Акумуляторні	2,00	0,30	14536	1,20	2629
Роботи по системі живлення	4,00	2,80	4153	1,20	6229
Шиномонтажні	1,00	0,30	1557	4,00	3634

Продовження табл. 2.3

1	2	3	4	5	6
Ремонт вузлів і агрегатів	8,00	4,00	20765	0,70	20765
Кузовні та арматурні	28,00	20,40	105906	7,60	39455
Фарбувальні та протикорозійні	20,00	20,00	103829	-	-
Оббивні	3,00	1,50	7787	1,50	7787
Слюсарно-механічні	7,00	0,00	-	7,00	36340
Всього	100,00	76,00	399553	24,00	124595

Згідно розрахунків, встановлено розподіл обсягу технічного обслуговування та ремонту за видами робіт, які складають 76,0 % на постах та поза постові відповідно 24,0 %.

2.4 Розрахунок обсягу допоміжних робіт

Обсяг допоміжних робіт визначається за формулою [11]–[13], [18]–[20]:

$$T_{\text{доп}} = \frac{T_{\Sigma} \cdot K_{\text{доп}}}{100}, \text{ люд.-год} \quad (2.18)$$

де $K_{\text{доп}}$ - 20 - 30 % - об'єм допоміжних робіт, який залежить від кількості робочих постів СТОА. [9]

Для СТОА обсяг допоміжних робіт, як правило, складає:

- для СТОА до 10 постів – 30%;
- для СТОА від 11 до 30 постів – 25%;
- для СТОА більше 30 постів – 20%.

Для нашої СТОА $K_{\text{доп}}=25\%$. [9]

$$T_{\text{доп}} = \frac{519148 \cdot 25}{100} = 129787 \text{ люд.-год}$$

Розподіл трудомісткості допоміжних робіт за їх видами. Підсумки розрахунків зводимо в табл. 2.4

Таблиця 2.4 – Розподіл допоміжних робіт за видами

Види робіт	Розподіл робіт, %	Трудомісткість, люд.-год
1	2	3
Роботи із самообслуговування:		
- ремонт та обслуговування, оснастки та інструменту	25	32446,00
- ремонт та обслуговування інженерного обладнання, мереж та комунікацій	20	25957,00
- обслуговування компресорного обладнання	10	12978,00

Перегін автомобілів	10	12979,00
Приймання, зберігання та видача матеріальних цінностей	12	15574,00
Прибирання приміщень та території	15	19468,00
Транспортні роботи	8	10383,00
Разом	100	129787,00

2.5 Розрахунок обсягу робіт із самообслуговування

З наведених у табл. видів робіт розглянемо роботи із самообслуговування СТО. Роботи із самообслуговування, трудомісткість яких менша 8... 10 тис. люд. – год на рік, необхідно об'єднати з роботами основного виробництва [11]–[13], [18]–[20].

$$T_{\text{сам}} = T_{\text{інст.}} + T_{\text{інж.обл}} + T_{\text{к.обл.}}, \text{ ЛЮД.-ГОД} \quad (2.19)$$

$$T_{\text{сам}} = 32446 + 22957 + 12978 = 71382 \text{ люд.-год}$$

Так як трудомісткість із самообслуговування становить 71382 люд.-год то організують спеціальну дільницю - відділ головного механіка.

Таблиця 2.5 – Розподіл робіт із самообслуговування

Види робіт	Розподіл робіт, %	Трудомісткість, люд-год
Електротехнічні	25,00	17845
Механічні	10,00	7138
Слюсарні	16,00	11421
Ковальські	2,00	1427
Зварювальні	4,00	2855
Бляхарські	4,00	2855
Мідницькі	1,00	713
Трубопровідні (слюсарні)	22,00	15704
Ремонтно-будівельні і деревообробні	16,00	11421
Разом	100	71382

Окремі види робіт із самообслуговування підприємства виконуються у відповідних виробничих дільницях (електротехнічні, слюсарно-механічні, тощо).

2.6 Визначення трудомісткості робіт, виконуваних в проектованому підрозділі

Обсяги виконуваних робіт в підрозділі визначаються річною трудомісткістю робіт з ТО чи ремонту рухомого складу та допоміжних робіт відповідного виду.

Річну трудомісткість виконуваних робіт в дільниці приймаємо з таблиці 2.3 або розраховуємо за формулою [11]–[13], [18]–[20]:

$$T_{\partial} = T_{np} \cdot \frac{m_{np}}{100} = T'_{сам.}, \text{ люд.-год} \quad (2.20)$$

де T_{np} - трудомісткість виконання робіт по ТО і ремонту; m_{np} – доля трудомісткості робіт по ТО і ПР, які приходяться на проектовану дільницю [9].

Для агрегатних робіт $m_{np} = 4\%$. [9].

Згідно рекомендацій трудомісткість дільниці становить 40% трудомісткості агрегатних робіт $T'_{сам.}$ – обсяг робіт із самообслуговування (дивись табл. 2.6)

У зв'язку з тим, що на СТОА пропонується організувати ВГМ, $T'_{сам.} = 0$.

Згідно таблиці 2.3 трудомісткість у дільниці становить:

$$T_{\partial} = 0,3 \cdot 229,78 = 1868,93 \text{ люд.-год}$$

2.7 Розрахунок необхідної кількості робітників

Явочна кількість робітників для дільниці визначають за формулою:

$$P_{яв} = \frac{T_a}{\Phi_m}, \text{ робітник} \quad (2.21)$$

де Φ_m – номінальний річний фонд часу робочого місця при однозмінній роботі, год. $\Phi_m = 2025$ год [13].

$$P_{яв} = \frac{1868}{2025} = 0,9 \approx 1 \text{ робітник}$$

Приймаємо 2 робітники.

Штатна кількість робітників для дільниці визначається за формулою:

$$P_{шт} = \frac{T_{\partial}}{\Phi_p}, \text{ робітник} \quad (2.23)$$

де T_{∂} - річний об'єм виробництва на даному місці виконання робіт, люд.-год;
 Φ_p - дійсний (ефективний) річний фонд часу робітника, год. $\Phi_p = 1820$ год.
 [13].

$$P_{шт} = \frac{1868}{1820} = 1,1 \approx 1 \text{ робітник}$$

Приймаємо 2 робітники.

Таблиця 2.6 – Розподіл штатних робітників за розрядами.

Всього	Розряди						Фактичний середній розряд
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й	
1	-	-	1	-	-	-	3

2.8 Організація і технологія виконання робіт в проектовану підрозділі

Правильна організація ремонту в майстернях забезпечує швидке проведення робіт, створює умови для підвищення продуктивності праці робочих місць високої якості, виконання діяльності майстерень, структуру виконання, форми організації робіт, планування і технічний контроль, охорону праці.

Вид виконуваних робіт: ремонт та обслуговування ходової частини, часткове поверхневе очищення, перевірка їх технічного стану, визначення їх несправності, розбирання, їх миття, сушка, заміна спрацьованих та несправних деталей, складання, регулювання і випробування на контрольних приладах і стендах.

Виконання операцій на справність шарових опор після ремонту заносять в журнал обліку. Прилади, які можна відрегулювати на автомобілі регулюють не знімаючи з автомобіля, а якщо ні, то їх знімають з автомобіля і скеровують в зону миття.

Після миття всі агрегати потрапляють до майстра-слюсаря з ремонту, після чого, за допомогою діагностичних стендів проводиться їхня діагностика.

Після діагностики проводяться регулювальні роботи, але, якщо це не дає потрібного результату, то прилади розбирають на слюсарних верстатах, деталі розібраних агрегатів піддають мийці. Після миття їх піддають дефектуванню, несправні деталі замінюють новими чи відремонтованими з обігового фонду. Після цього проводять збирання та регулювання і віддають на діагностичний стенд, де майстер проводить повторне діагностування того чи іншого вузла [11]–[13], [18]–[20].

2.9 Вибір технологічного обладнання, організаційного і технологічного оснащення

Технологічне устаткування для дільниці зводимо в таблицю 2.7, зазначивши марку, габаритні розміри, площу під устаткування та кількість.

Таблиця 2.7 – Технологічне устаткування відділення з ремонту ходової частини.

№ з/п	Назва устаткування	К-ть, шт	Характеристика, габаритні розміри, мм	Площа під устаткування, м ²	Потужність, кВт
1	Заточний верстат	1	1460x153	0,18	2,11
2	Верстат слюсарний з лещатами	1	1200x800	0,96	0,7
3	Настільно-свердлильний верстат	1	560x405	0,23	-
4	Ванна мийна пересувна	1	810x620	0,50	-
5	Шафа інструментальна	1	1970x1000	0,97	-
6	Стіл для інструментів	1	850x630	0,54	-
7	Розточний верстат	1	1500x350	0,52	0,5
8	Установка для розбирання деталей	1	1200x700	0,84	-
9	Ящик для відходів	1	500x500	0,25	-
10	Монтажний пересувний стіл	1	1200x700	0,84	-
11	Вмивальник	1	600x500	0,3	-
12	Стелаж для зберігання обладнання	1	2000x700	1,4	-
13	Кран-балка підвісна	1	-		-
14	Прес для kleпання фрикційних накладок	1	800x400	0,32	-
15	Стенд для запресування (розприскування)	1	600x500	0,3	-
16	Мобільний підйомник	1	300x200	0,06	-
17	Станок для розточування гальмівних барабанів	1	1000x800	0,8	-

Вартість обладнання 96780 грн.

Вартість пристроїв і оснастки 8190 грн

Загальна зайнята площа: 9,01 м².

2.10 Розрахунок площі підрозділу

Виробничу площу дільниці по ремонту органів керування розраховують за формулою [11]–[13], [18]–[20]:

$$F_d = (F_{об} + F_m) \cdot \sigma, \text{ м}^2; \quad (2.24)$$

де, $F_{об}$ і F_m – площі зайняті відповідно обладнанням і машинами, м²; σ – коефіцієнт, що враховує робочі зони і проходи (для дільниць ТО $\sigma = 5,0$, слюсарної $\sigma = 4,0$, ковальсько-зварювальної $\sigma = 18,5$ м²).

Отже,

$$F_d = 9,01 \cdot 5,0 = 45,05 \text{ м}^2$$

Приймаємо довжину плити для даної площі – 9м. Довжина однієї із сторін розраховується за формулою [11]–[13], [18]–[20]:

$$L_d = (L - k_s), \text{ м} \quad (2.25)$$

де L_d – довжина виробничого приміщення, м; L – довжина плити, м; k_s – коефіцієнт, який враховує ширину стін. Для виробничих дільниць $k_s = 0,2 \dots 0,4$.

Отже,

$$L_d = (9 - 0,3) = 8,7 \text{ м}$$

Коли відома загальна площа і ширина приміщення, то можна визначити ширину виробничого приміщення за формулою [11]–[13], [18]–[20]:

$$L_{ш} = \frac{F_d}{L_d}, \text{ м} \quad (2.26)$$

де, $L_{ш}$ – ширина виробничого приміщення, м; F_d – площа дільниці, м².

Отже,

$$L_{ш} = \frac{45,05}{8,7} = 5,96 \text{ м}$$

Коли є ширина і довжина приміщення перераховуємо виробничу площу:

$$F_d = L_{ш} \cdot L_d, \text{ м}^2 \quad (2.27)$$

де, $L_{ш}$ – ширина виробничого приміщення, м; L_d – довжина виробничого приміщення, м.

Отже,

$$F_d = 8,7 \cdot 5,96 = 45,15 \text{ м}^2$$

Звіряємо, чи обрахована площа входить в межі, які вираховали у формулі 2.24.

Остаточно площа відділення визначається після розробки планування відділення. Приймавши сітку колон 6×9 м, площа відділення складатиме $45,15 \text{ м}^2$. Висота приміщення відділення рівна 6 м (для можливості встановлення підйомника). Для забезпечення заїзду візка з колесами у відділенні встановлені розчинні двері шириною 2,5 м і висотою 2,2 м. Стіни у відділенні оброблені вапняною побілкою, підлога – бетонна плита.

Після проведення розрахунків згідно підібраного типового плану проводимо аналіз доцільності проектування даної ділянки.

РОЗДІЛ 3

КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

3.1 Обґрунтування доцільності розроблюваного пристрою

Відновлення різьбової поверхні та шпонкового пазу, здійснюється шляхом проточування різьбової поверхні, наплавки циліндричної поверхні (під різьбу) та заплавки шпонкового паза на конічній поверхні. Після цього наплавлені поверхні обробляють на металорізальному верстаті під номінальні розміри. Далі виникає потреба у нарізанні на циліндричній поверхні різьби, а на конічній – фрезерування шпонкового паза.

Під час виконання завершальних операцій відновлення виникають труднощі із встановленням деталі відносно її установочних баз.

Установочними базами називаються поверхні деталі, якими вони опираються на відповідні поверхні пристрою чи верстата. Розрізняють основні і допоміжні установочні бази. Основними називають робочі поверхні деталей, які впливають на роботу спряжених деталей чи вузла в цілому. Допоміжними називають поверхні, які спеціально виконано на поверхні деталі з метою їх встановлення чи закріплення у верстаті або пристрої.

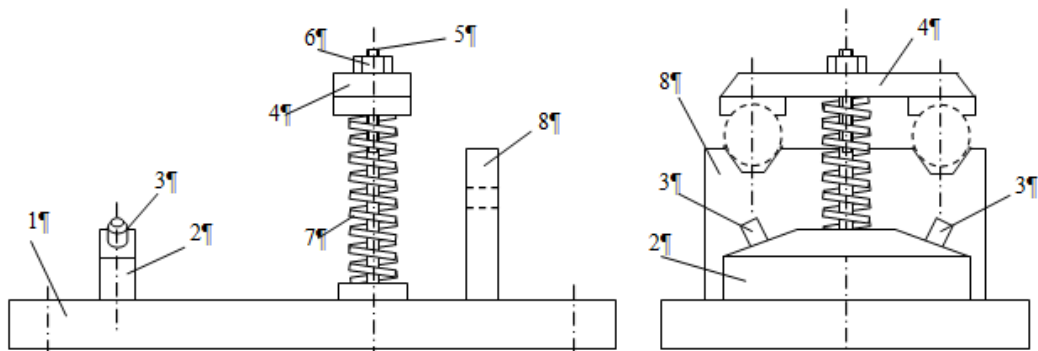
Що стосується поворотних важелів рульової трапеції, то основними установочними базами для них є конічна поверхня із шпонковим пазом та конічний отвір під палець наконечника. Всі інші поверхні деталі мають певне просторове розміщення відносно цих поверхонь.

Враховуючи складну конфігурацію важеля (не симетричність та не співвісність окремих поверхонь), його закріплення у традиційних пристроях (патроні металорізального верстата, верстатних лещатах) є практично неможливим. Тому, розробка нестандартного обладнання для виконання вище перелічених операцій є доцільною та актуальною.

3.2 Опис конструкції та використання пристрою

Згідно завдання, з урахуванням геометрії комплексу важелів рульової тяги, необхідно розробити пристрій для закріплення лівого та правого важелів з метою дотримання однакової геометрії оброблюваних поверхонь.

Розроблений пристрій (рис. 3.1) складається із плити основи 1, опори 2 із установочними штифтами 3 для встановлення важелів з боку конічних отворів під наконечники, опори 8 з конусними пазами для конусної частини важелів, фіксувального пристрою, який включає притискну планку 4, гвинт 5 із гайкою 6. Для зручності встановлення важелів на пристрій притискна планка 4 в міру відкручування чи закручування гайки 5 завжди піднята максимально в гору за рахунок пружини 7. Кріплення опор 2 і 8 до основи 1 здійснюється за допомогою установочних штифтів та гвинтових з'єднань. Гвинт 5 кріпиться до основи 1 гайкою, яка встановлюється у потай нижньої частини плити. Установочні штифти 3 під конусні отвори наконечників встановлюються в опору 2 з невеликим натягом.



1 – плита основи; 2 – опора для встановлення важелів з боку отворів під наконечники; 3 – установочні штифти; 4 – притискна планка; 5 – гвинти; 6 – гайка; 7 – пружина; 8 – опора для становлення важелів з боку конусної частини

Рисунок 3.1 – Схема пристрою для закріплення поворотних важелів рульової трапеції

Для використання пристрою, його встановлюють на станину гвинторізного чи фрезерного верстатів. Кріплення плити основи 1 до станини здійснюється за допомогою струбцин чи спеціальних болтів, які

встановлюються у пази станини, проходять через отвори плити та фіксуються за допомогою гайок. Після відпускання гайки 6 максимально вгору, притискну планку 4 повертають так, щоб вона розмістилась вздовж осі пристрою. На опорні поверхні 2 і 8 встановлюють важелі. При цьому, базові поверхні повинні щільно прилягати до поверхонь опор 2 і 8, заправлені шпонкові пази повинні розміщуватись строго горизонтально. Після встановлення важелів, притискну планку 4 повертають перпендикулярно до осей важелів і, закручуванням гайки 6 на гвинті 5, фіксують важелі у пристрої. Далі приступають до виконання операцій нарізання різьби та фрезерування шпонкового паза.

3.3 Розрахунок складових частин пристрою на міцність

3.3.1 Розрахунок гвинтового з'єднання фіксатора

На гвинтове з'єднання фіксуючого пристрою під час закріплення поворотних важелів діють сили P розтягу і зусилля скручування, яке обумовлене затягуючим моментом M . Розрахункова схема з'єднання подана на рис. 3.2.

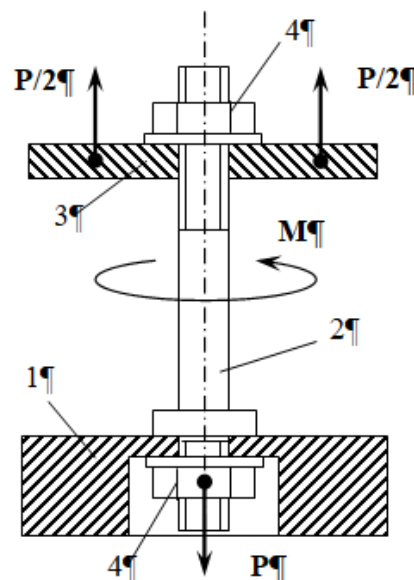


Рисунок 3.2 – Розрахункова схема гвинтового з'єднання: 1 – плита основи; 2 – гвинт; 3 – притискна планка; 4 – гайки

Рівняння міцності гвинта має вигляд

$$\frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot [G_p] = P, \quad (3.1)$$

де d – діаметр стержня гвинта (по впадинах різьби), см; $[G_p]$ – допустиме напруження при розтягу (за [] для матеріалу гвинта – сталі 35 $[G_p]=950$ кг/см²); P – розтягуючі зусилля, кг.

Значення розтягуючого зусилля тіла гвинта залежить від моменту затяжки гайки. Згідно до рекомендацій [] для різьбових з'єднань приймаємо розтягуючі 1200 кг. Скручування стержня гвинта враховуємо збільшенням розтягуючої сили на 25-35 % []. Таким чином, сумарне значення розтягуючої сили становитиме 1560 кг (30% від 1200 становить 360 кг; сума 1200+360=1560 кг).

Для забезпечення умови міцності з виразу (3.1) визначаємо діаметр гвинта

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot P}{\pi \cdot [G_p]}}. \quad (3.2)$$

Після підстановки значень у вираз (3.2), отримуємо:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 1560}{3,14 \cdot 950}} = 1,45 \text{ см} = 14,5 \text{ мм}.$$

За умовою міцності для гвинта фіксувального пристрою поворотних важелів рульової трапеції у розробленому пристрої допустимий діаметр стержня не повинен бути меншим за 14,5 мм. Приймаємо діаметр стержня гвинта рівним 16 мм з метричною різьбою М16×1,25.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Розрахунок штучного освітлення дільниці технологічної лінії щоденного обслуговування автомобілів

Розрахунок освітлення здійснюється за методом коефіцієнта використання, необхідного для досягнення заданої освітленості з врахуванням світла, відбитого стінами та вікнами.

Сумарний світловий потік визначається за заданою освітленістю згідно формули:

$$\Phi_{\Sigma} = \frac{E_n S k z}{\eta}, \quad (4.1)$$

де E_n – нормативна освітленість, лк; S – площа приміщення, м²; k – коефіцієнт запасу ($k=2$); z – відношення середньої освітленості до мінімальної ($z=1,1$); η – коефіцієнт використання світлового потоку.

Показник приміщення становить:

$$i = \frac{a v}{H(a + v)}, \quad (4.2)$$

де a , v – довжина і ширина приміщення, м; H – висота, на якій підвішується світильник над робочою поверхнею ($H=8$ м).

Для дільниці щоденного технічного обслуговування автомобілів ($a=22$ м, $v=12$ м):

$$i = \frac{22 \cdot 12}{8(22 + 12)} = 0,97.$$

Вибираються світильники типу ОД, для яких коефіцієнт використання світлового потоку $\eta = 0,58$. Нормована освітленість для виконання робіт високої точності $E_n=500$ лк і тому сумарний світловий потік повинен становити:

$$\Phi_{\Sigma} = \frac{500 \cdot 22 \cdot 12 \cdot 2 \cdot 1,1}{0,58} = 500689,7 \text{ лм.}$$

Необхідна кількість ламп становить

$$n_{.л} = \frac{\Phi_{\Sigma}}{\Phi_{.л}}, \quad (4.3)$$

де $\Phi_{.л}$ – світловий потік однієї лампи, лм.

Для лампи ЛБ120, потужністю 120 Вт, $\Phi_{.л} = 8500$ лм, звідки:

$$n_{.л} = \frac{500689,7}{8500} \approx 59 \text{ ламп}$$

Оскільки в одному світильнику знаходиться дві лампи, то у приміщенні слід розмістити тридцять світильників.

4.2 Розрахунок автомобіля на стійкість

Під втратою автомобілем стійкості розуміють перекидання автомобіля або занос. В залежності від напрямку перекидання і заносу розрізняють повздожню і поперечну стійкість. Найбільш ймовірним і тому більш небезпечним є порушенням поперечної стійкості, яке відбувається під дією відцентрової сили, поперечної складової сили ваги автомобіля, сили бокового вітру, а також в результаті ударів і нерівностей дороги.

Показниками поперечної стійкості автомобіля є максимально можливі швидкості руху по колу і кут поперечного нахилу дороги (косогору). Обидва показники можуть бути визначені з умови поперечного ковзання коліс (заносу) і перекидання. Таким чином, маємо наступні показники поперечної стійкості:

V_{max} – максимальна критична швидкість руху по колу, відповідно як початку заносу автомобіля так і початку перекидання автомобіля;

β_{lim} – максимальний критичний кут поперечної стійкості початку заносу і початку перекидання автомобіля.

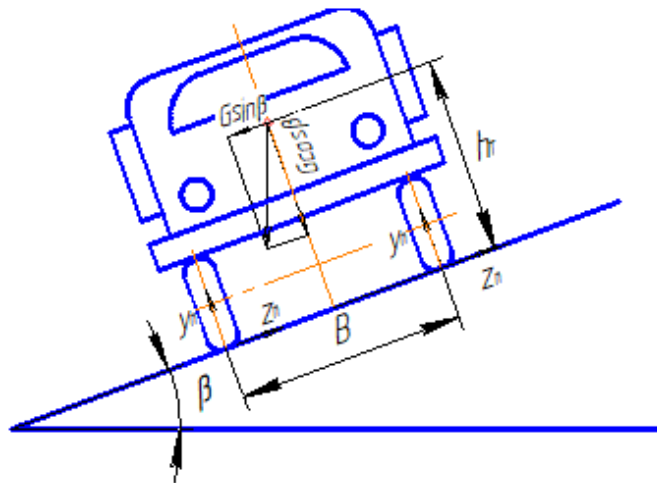


Рисунок 4.1 – Схема сил, що діють на автомобіль на поперечному схилі
Досліджуємо стійкість автомобіля при русі без вантажу і з вантажем на платформі.

Визначаємо, які максимальні швидкості руху на поворотах радіусом $R = 50$ м і можуть бути допущені для автомобіля.

Вихідні дані: колія автомобіля $B = 1,8$ м, вертикальна координата центру ваги $h_T = 0,85$ м без вантажу, а з вантажем – $h_{T\delta} = 0,85$ м, дорога має поперечний схил $\beta = 3^\circ$, напрям схилу в сторону, протилежну центру закручення дороги.

Визначаємо попередньо статистичні кути поперечної стійкості автомобіля:

Без вантажу

$$\operatorname{tg}\beta_{\text{lim}} = \frac{0.5B}{h_T} = \frac{0.9}{0.85} = 1.05, \quad (4.4)$$

$$\beta_{\text{lim}} = 46,6^\circ$$

З вантажем

$$\operatorname{tg}\beta_{\text{lim}} = \frac{0.5B}{h_{T\delta}} = \frac{0.9}{1,3} = 0,69, \quad (4.5)$$

$$\beta_{\text{lim}} = 34,6^\circ$$

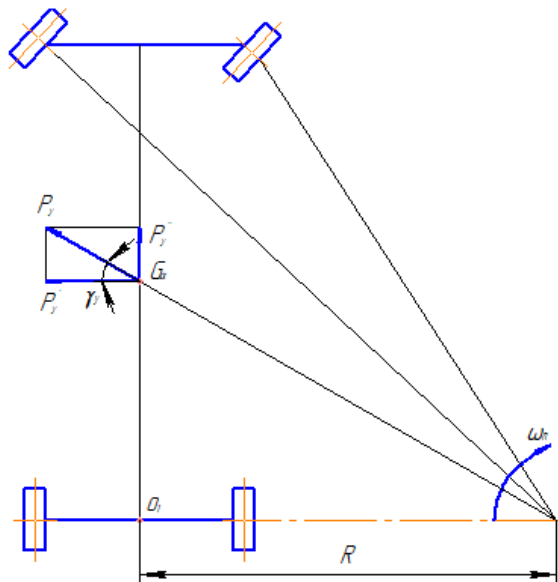


Рисунок 4.2 – Схема повороту автомобіля

Допустимі максимальні швидкості руху на повороті будуть:
для порожнього автомобіля

$$V_{\max} = 3,6 \sqrt{gR \frac{tg \beta_{\lim} - tg \beta}{1 + tg \beta_{\lim} \cdot tg \beta}}, \text{ км/год.} \quad (4.6)$$

$$V_{\max} = 3,6 \sqrt{9,81 \cdot 50 \frac{1,05 - 0,052}{1 + 1,05 \cdot 0,052}} = 77,5 \text{ км/год.}$$

для автомобіля з вантажем

$$V_{\max} = 3,6 \sqrt{9,81 \cdot 50 \frac{0,69 - 0,052}{1 + 0,69 \cdot 0,052}} = 62,7 \text{ км/год.}$$

Таким чином, з наявністю безпечна швидкість руху на повороті зменшиться приблизно на 20 % ніж при русі без вантажу.

4.3 Техніка безпеки під час автомобільних перевезень

Перед випуском автомобілів і причепів на лінію механік зобов'язаний старанно перевірити їх придатність до роботи і зробити відповідну відмітку в шляховому листі. Керівництво не має права заставити, а шофер не повинен виїздити на несправному автомобілі, стан якого не відповідає правилам технічної експлуатації і техніки безпеки. Перед виїздом на лінію водій повинен бути повідомлений про особливості їзди в тумані, при ожеледиці, а також про характер вантажу [2].

Використовувати водіїв на розвантажувально-навантажувальних роботах забороняється. Якщо водій або люди, які знаходяться в автомобілі при виконанні тих чи інших робіт ставляться в умови, небезпечні для життя і здоров'я, водій повинен негайно довести це до відома керівництва і зробити відповідну відмітку у шляховому листі. Продовження роботи після такої заяви може бути тільки з дозволу керівництва. Буксирування несправних автомобілів, як правило дозволяється тільки на автомобілях технічної допомоги, які обладнані причіпним пристосуваннями.

На звичайних вантажних автомобілях можна буксирувати тільки в тих випадках, коли необхідна невідкладна допомога. При несправності рульового керування і переднього моста необхідно автомобіль перевозити на платформі іншого автомобіля. При буксирові на легкій зчіпці дозволяється транспортувати тільки один автомобіль, а жорсткій – два автомобіля. Швидкість руху автомобіля при буксируванні несправного автомобіля не повинна перевищувати 30 км/год [11].

Висновок до розділу

Для усунення найбільш імовірних причин нещасних випадків необхідно повести ряд заходів:

- доцільно найближчим часом провести паспортизацію робочих місць ремонтної майстерні з метою виявлення невідповідності вимогам з охорони праці та виробничої санітарії;
- згідно з вимогами забезпечити необхідне освітлення робочих місць у металообробному цеху і дільниці діагностування двигунів та паливної апаратури шляхом встановлення штучних джерел;
- обладнати всі автомобілі – тягачі пристроями, що дублюють з'єднання причепа із автомобілем;
- підвищити якість контролю справності транспортних засобів, які направляються в рейс.

РОЗДІЛ 6

ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Визначення вартості проекту ділянки технічного обслуговування і діагностування

Вартість основних виробничих фондів ділянки ТО і діагностування визначається за формулою:

$$C_o = C_{\text{буд}} + C_{\text{об}} + C_{\text{пі}} \quad (5.1)$$

де $C_{\text{буд}}$, $C_{\text{об}}$ – відносна вартість виробничої будівлі і встановленого обладнання, грн.; $C_{\text{пі}}$ – вартість приладів, пристроїв, інструменту, інвентарю.

Вартість виробничої будівлі визначається за формулою:

$$C_{\text{буд}} = C'_{\text{буд}} \cdot P_v, \quad (5.2)$$

де $C'_{\text{буд}}$ – середня вартість монтажних робіт пов'язаних з будівництвом та встановленням нового обладнання, яка припадає на 1 м² виробничої площі ділянки, $C'_{\text{буд}} = 1450$ грн/м². P_v – виробнича площа ділянки, $P_v = 162$ м².

$$C_{\text{буд}} = 1450 \cdot 162 = 234900 \text{ грн.}$$

Вартість встановленого ремонтного обладнання визначається за прайсами фірм - постачальників обладнання. Згідно підбраного обладнання, наведеного переліку:

$$C_{\text{об}} = \sum_1^i C_i \quad (5.3)$$

де C_i – вартість i -ої одиниці обладнання, грн. $C_{\text{об}} = 70387$ грн.

Вартість приладів, пристроїв, інструменту і інвентарю, визначаємо за формулою:

$$C_{\text{пі}} = \sum_1^i C_{\text{пі}i} \quad (5.4)$$

де $C_{\text{пі}i}$ – вартість i -ої одиниці приладів, пристроїв, інструменту й інвентарю, грн. $C_{\text{пі}} = 12580$ грн.

Вартість основних виробничих фондів дорівнює:

$$C_0 = 234900 + 70387 + 12580 = 317867 \text{ грн.}$$

5.2 Розрахунок собівартості ТО-1 і ТО-2

Собівартість технічного обслуговування і-го виду визначається за формулою:

$$C_{ТО-i} = C'_{вир.нТО-i} + C'_{р.мТО-i} + C_{звТО-i} + C_{ПММТО-i} + C_{еТО-i} + C_A \quad (5.5)$$

де $C'_{вир.нТО-i}$ – повна заробітна плата виробничих робітників, яка припадає на одне ТО-і, грн.; $C'_{р.мТО-i}$ – вартість матеріалів і запасних частин для і-го ТО, грн.; $C_{звТО-i}$ – вартість загально виробничих накладних витрат, грн. $C_{ПММТО-i}$ – вартість ПММ та енергії для і-го ТО, грн.; $C_{еТО-i}$ – вартість електричної енергії для освітлення, грн.; C_A – амортизаційні відрахування, грн.

Повна заробітна плата виробничих робітників визначається за формулою:

$$C_{вир.нТО-i} = C_{вирТО-i} + C_{додТО-i} + C_{соцТО-i} \quad (7.6)$$

де $C_{вир.нТО-i}$ – основна заробітна плата виробничих робітників для проведення і-го ТО, грн.; $C_{додТО-i}$ – додаткова заробітна плата виробничих робітників для проведення і-го ТО, грн. (складає 6...11% від $C_{вир.нТО-i}$); $C_{соцТО-i}$ – відрахування на соціальне страхування для проведення і-го ТО, складає 37...52% від $(C_{вир.нТО-i} + C_{додТО-i})$, грн.

Основна заробітна плата виробничих робітників визначається за формулою:

$$C_{вирТО-i} = T_{загТО-i} \cdot C_{год} \cdot K_m, \quad (7.7)$$

де $T_{загТО-i}$ – загальна трудомісткість робіт, які виконуються на дільниці,

$$T_{загТО-1} = 2844 \text{ люд-год,}$$

$$T_{загТО-2} = 3384,4 \text{ люд-год.}$$

$$C_{год} – \text{середня годинна ставка робітників, } C_{год} = 2,5 \text{ грн/год;}$$

K_m – коефіцієнт, який враховує доплату за понаднормовий робочий день та інші роботи, $K_m = 1,025 \dots 1,03$.

$$C_{\text{вир.ТО-1}} = T_{\text{заг.ТО-1}} \cdot C_{\text{год}} \cdot K_m = 2844 \times 12,5 \times 1,05 = 37327,5 \text{ грн.}$$

$$C_{\text{вир.ТО-2}} = T_{\text{заг.ТО-2}} \cdot C_{\text{год}} \cdot K_m = 3384,4 \times 12,5 \times 1,05 = 44420,25 \text{ грн.}$$

$$C_{\text{доп.ТО-1}} = 0,10 \times 37327,5 = 3732,75 \text{ грн.}$$

$$C_{\text{доп.ТО-2}} = 0,10 \times 44420,25 = 4442,025 \text{ грн.}$$

$$C_{\text{соц.ТО-1}} = 0,52(37327,5 + 3732,75) = 21351,33 \text{ грн.}$$

$$C_{\text{соц.ТО-2}} = 0,52(44420,25 + 4442,025) = 25408,383 \text{ грн.}$$

$$C_{\text{вир.н.ТО-1}} = 37327,5 + 3732,75 + 21351,33 = 62411,58 \text{ грн.}$$

$$C_{\text{вир.н.ТО-2}} = 44420,25 + 4442,025 + 25408,383 = 74270,658 \text{ грн.}$$

Повна заробітна плата виробничих робітників, яка припадає на ТО і-го виду, дорівнює:

$$C'_{\text{вир.н.ТО-}i} = \frac{C_{\text{вир.н.ТО-}i}}{N_{\text{ТО-}i}}, \quad (7.8)$$

Для ТО-1:

$$C'_{\text{вир.н.ТО-1}} = \frac{12482,4}{450} = 27,7 \text{ грн/ на 1 ТО-1}$$

Для ТО-2:

$$C'_{\text{вир.н.ТО-2}} = \frac{14854,2}{142} = 104,6 \text{ грн/ на 1 ТО-2}$$

Витрати матеріалів і запчастин $C_{\text{р.м.ТО-}i}$ розраховують за нормами на 1000 км пробігу автомобілів.

Норми витрат на матеріали (грн/1000 км).

MAN (ТО-1) (ТО-2)

Норми ремонтних матеріалів 4,6 12,5

Витрати ремонтних матеріалів:

$$C_{\text{р.м.ТО-}i} = (L_p / 1000) \times n_{\text{р.м.}i} \quad (7.9)$$

де L_p – сумарний річний пробіг, $L_p = 2099551$ км;

$V_{p.m.i}$ – витрати матеріалів для і-го виду ТО, грн;

$n_{p.m.i}$ – норми витрат матеріалів на 1000 км пробігу для і-го виду ТО.

Для ТО-1: $C_{p.mTO-1} = (2099551/1000) \times 4,6 = 9657,9$ грн

Для ТО-2: $C_{p.mTO-2} = (2099551/1000) \times 12,5 = 26244,3$ грн

Для одного ТО-1: $C'_{p.mTO-1} = 9657,9/450 = 21,5$ грн

Для одного ТО-2: $C'_{p.mTO-2} = 26244,3/142 = 184,8$ грн.

Вартість загальнопромислових витрат визначається за формулою:

$$C_{заг.вТО-i} = \frac{R_{з.вир} \times C'_{вир.пТО-i}}{100}, \quad (7.10)$$

де $R_{з.виз}$ – процент загальнопромислових накладних витрат, $R_{з.виз} = 19\%$.

Для ТО-1: $C_{заг.вТО-i} = \frac{19 \times 27,7}{100} = 5,26$ грн.

Для ТО-2: $C_{заг.вТО-i} = \frac{19 \times 104,6}{100} = 19,9$ грн.

$C_{ПММТО-1}$ – вартість ПММ, стисненого повітря та води для 1-го ТО, 12,5 грн.;

$C_{ПММТО-2}$ – вартість ПММ, стисненого повітря та води для 2-го ТО (не будемо враховувати вартість масла для повної заміни в агрегатах автомобіля) – 32 грн.;

C_{eTO-1} – вартість електричної енергії, 4,5 грн. C_{eTO-2} – вартість електричної енергії, 12,4 грн. C_A – амортизаційні відрахування -28 грн.

Тоді з формули 4.5 повна собівартість виконання номерних технологічних операцій ТО-1 і ТО-2 дорівнює:

Для ТО-1:

$$C_{ТО-1} = 27,7 + 21,5 + 5,26 + 12,5 + 4,5 + 28 = 99,6 \text{ грн.}$$

Для ТО-2:

$$C_{ТО-2} = 104,6 + 184,8 + 19,9 + 32 + 12,4 + 28 = 381,7 \text{ грн.}$$

5.3 Розрахунок очікуваного економічного ефекту по впровадженню дільниці ТО і діагностування

Річний економічний ефект від впровадження дільниці ТО і діагностування визначається за формулою:

$$E_{TO-i} = (Z_{TO-i} - C_{TO-i}) \times N_{TO-i}, \quad (7.11)$$

де Z_{TO-i} – ринкова вартість ТО-і, якщо проводити його на інших АТП і СТОА, $Z_{TO-1} = 250 \dots 520$ грн., $Z_{TO-2} = 620 \dots 1000$ грн., прийmemo для розрахунків найменше значення кожної вартості; C_{TO-i} – собівартість ТО-і, якщо проводити його на дільниці, що проектується, $C_{TO-1} = 99,6$ грн., $C_{TO-2} = 381,7$ грн.; N_{TO-i} – кількість ТО-і в рік, $N_{TO-1} = 450$ шт., $N_{TO-2} = 142$ шт.

Тоді для ТО-1:

$$E_{TO-1} = (250 - 99,6) \times 450 = 67680 \text{ грн.}$$

Для ТО-2:

$$E_{TO-2} = (650 - 381,7) \times 142 = 38098,6 \text{ грн.}$$

Сумарний економічний ефект по дільниці:

$$E = E_{TO-1} + E_{TO-2} = 67680 + 38098,6 = 105778,6 \text{ грн.}$$

5.4 Визначення основних показників ефективності надання послуг з технічного обслуговування

Ціну для проведення ТО-1 і ТО-2 на дільниці, що проектується прийmemo меншою за вартість, що склалася на ринку, для завоювання ринку замовників: $C_{TO-1} = 500$ грн., $C_{TO-2} = 1200$ грн.

Прибуток дільниці згідно проекту за рік від ТО-1:

$$P_{TO-1} = (200 - 99,6) \times 450 = 45180 \text{ грн}$$

Прибуток дільниці згідно проекту за рік від ТО-2:

$$P_{TO-2} = (550 - 381,7) \times 142 = 23898,6 \text{ грн.}$$

Загальний прибуток:

$$P = P_{TO-1} + P_{TO-2} = 45180 + 23898,6 = 69078,6$$

Рентабельність дільниці ТО рахуємо за формулою:

$$P = \Pi / C_H \times 100\% \quad (7.12)$$

$$P = 166302 / (231,54 \times 450 + 879,61 \times 142) \times 100\% = 72,6 \%$$

Розраховуємо строк окупності капіталовкладень:

$$T_{ок} = C_o / \Pi \quad (7.13)$$

$$T_{ок} = \frac{317867}{69078,6} = 4,6 \text{ року}$$

Отримані дані зводимо в таблицю 5.1.

Таблиця 5.1 - Техніко-економічні показники ділянки технічного обслуговування

Показники	Одиниц я виміру	До проект у	По проекту
Кількість рухомого складу. що обслуг на ділянці (MAN)	шт.	–	55
Кількість ТО–1	шт.	–	450
Кількість ТО–2	шт.	–	142
Річна трудомісткість ТО-1	люд.- год	–	2844
Річна трудомісткість ТО-2	люд.- год	–	3384,4
Собівартість одного ТО–1	грн.	–	231,54
Собівартість одного ТО–2	грн.	–	879,61
Вартість одного ТО–1	грн.	250	500
Вартість одного ТО–2	грн.	900	1200
Капітальні вкладення на створення ділянки	грн.	–	317867
Річний прибуток	грн.	–	166302
Річний економічний ефект	грн.	–	11202,38
Термін окупності капіталовкладень	роки	–	1,9
Рентабельність	%	–	72,6

На основі виконаних розрахунків можна зробити наступний висновок, що ділянка технічного обслуговування і діагностування є рентабельною, економічно вигідною і продуктивною. Втілення цього проекту може забезпечити велику економію витрат на проведення номерних технічних обслуговувань

ВИСНОВКИ

Проведений аналіз конструктивно-технологічних особливостей рульового керування автомобіля, а саме призначання, загальна будова, основні несправності та дефекти рульового керування, умова та способи повороту колісних машин.

Здійснено розрахунок виробничої програми СТО та вибір технологічного обладнання, організаційного і технологічного оснащення. Розроблено технологічні процеси діагностування, розбирання, складання гідропідсилювача рульового керування.

Проведено обґрунтування доцільності розроблюваного пристрою для відновлення різьбової поверхні та шпонкового пазу здійснюється шляхом проточування різьбової поверхні, наплавки циліндричної поверхні (під різьбу) та заплавки шпонкового паза на конічній поверхні.

Здійснено розрахунок штучного освітлення дільниці технологічної лінії щоденного обслуговування автомобілів.

В економічній частині кваліфікаційної роботи визначено вартість проєкту дільниці технічного обслуговування і діагностування, проведено розрахунок собівартості ТО-1 і ТО-2, визначено основні показники ефективності надання послуг з технічного обслуговування.

На основі виконаних розрахунків із ствердженням, що дільниця технічного обслуговування і діагностування є рентабельною, економічно вигідною і продуктивною, можна зробити висновок про потенційну економію витрат на проведення номерних технічних обслуговувань.

Це означає, що введення проєкту з розвитку дільниці технічного обслуговування і діагностування автомобілів може мати позитивний ефект на фінансові показники. Застосування нових методів і технологій, автоматизація процесів, використання спеціалізованого обладнання та кваліфікованого персоналу можуть призвести до зменшення часу і витрат на проведення обслуговування автомобілів.

Значна економія витрат на проведення номерних технічних обслуговувань може бути досягнута шляхом оптимізації процесів, виявлення потенційних проблем автомобілів на ранніх стадіях, запобігання серйозним пошкодженням та проведення своєчасних ремонтних робіт.

Проте, перед впровадженням проекту необхідно врахувати ряд факторів, таких як вартість впровадження, наявність необхідного обладнання і персоналу, обсяги ринку та конкурентні умови.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Абрамчук Ф.І., Гутаревич Ю.Ф., Долганов К.Є., Тимченко І.І. Автомобільні двигуни. Підручник. 3-тє видання. Київ: Арістей, 2006. 476 с.
2. Вахламов В. Автомобілі: Експлуатаційні властивості [текст]: Київ: Академія. 2005. 240 с.
3. Екологія та автомобільний транспорт: Навч. посібник. Ю.Ф. Гутаревич, Д.В. Зеркалов, А.Г. Говорун, А.О. Корпач, Л.П. Мержисєвська Київ: НТУ, 2005. 260 с.
4. Автоматичне регулювання двигунів внутрішнього згорання: Навч. посібник / К.Є. Долганов, А.А. Лісовал. Київ: НТУ, 2003. 138 с.
5. Випробування двигунів внутрішнього згорання: Навч. посібник. Ю.Ф. Гутаревич, А.О. Корпач. Київ: НТУ, 2002. 191 с.
6. Технологічне проектування автотранспортних підприємств: Навч. посіб. / За ред. проф. С.І. Андрусенка. Київ: Каравела, 2009. 368 с.
7. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. У 3 кн. Кн.2. Організація, планування й управління: Підручник / В.Є.Канарчук, О.А. Лудченко, А.Д.Чигринець. Київ: Вища школа, 1997. 383 с.
8. Положення про профілактичне обслуговування і ремонт рухомого складу автомобільного транспорту. Київ: Міністерство транспорту України, 1994. 36 с.
9. Канарчук В.Є. та ін. Розвиток виробничо-технічної бази підприємств автомобільного транспорту. Київ: ІСДО, 1995. 220 с.
10. «Виробничо-технічна інфраструктура підприємств автотранспорту» : конспект лекцій для студентів денної та заочної форм навчання за напрямом 274 «Автомобільний транспорт» / укл. : Б.М. Гевко, В.М. Клендій . Тернопіль : ТНТУ, 2016. 149 с.
11. Форнальчик Є.Ю., Оліскевич М.С., Мاستикаш О.Л., Пельо Р.А. Технічна експлуатація та надійність автомобілів: Навчальний посібник / за загальною ред. Є.Ю. Форнальчик. Львів: Афіша, 2004. 492 с.

12. Лудченко О.А. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів: Технологія: Підручник. Київ: Вища школа, 2007. 527 с.
13. Божидарнік В.В., Гусєв А.П. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів: Навчальний посібник. Луцьк: Надстир'я, 2007. 320 с.
14. Чабанний В.Я. Ремонт автомобілів: Навчальний посібник. Кіровоград: Кіровоградська районна друкарня, 2007. 720 с.
15. Ремонт машин / [О.І. Сідашенко, О.А.Науменко, А.Я. Поліський та ін.] ; за редакцією О.І. Сідашенка та А.Я. Поліського. Київ: Урожай, 1994. 400 с.
16. Мاستикаш О.Л., Нагорняк С.Г. Побудова програми профілактичного обслуговування рухомого складу в умовах неоднорідності структури автомобільного парку // Київ, 1997. 23 с. Деп. В ДНТБ України, № 136.
17. Мاستикаш О.Л., Нагорняк С.Г. Моделювання процесів профілактичного обслуговування автотранспортних засобів на поточкових лініях // Київ, 1997. 24 с. Деп. ВДНТБ України, № 19.
18. Канарчук В.Е., Лудченко О.А., Чигиринець А.Д. Експлуатаційна надійність автомобілів: Підручник: у 2 ч., 4 кн. Київ: Вища шк., 2000. - Ч. 2: кн.3.
19. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: організація і управління: Підручник. Київ: Знання, 2004. 478 с.
20. Канарчук В.Є., Лудченко О.А., Чигиринець А.Д. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. Кн. 3. Ремонт автотранспортних засобів: Підручник. Київ: Вища школа, 1994. 599 с.
21. Олег СУКАЧ, Олег МИРОНЮК, Віктор ШЕВЧУК. Методичні рекомендації для виконання кваліфікаційної роботи здобувачами першого бакалаврського рівня вищої освіти за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт». Дубляни, 2023. 50 с.
22. Пістун І.П., Березовецький А.П., Городецький І.М. Охорона праці на автомобільному транспорті: Навчальний посібник. Львів: «Тріада плюс», 2009. 320 с.