

НУБІП України

НУБІП України

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**01.11-MP.1944«С»2022.12.30 030 ПЗ**

НУБІП України

**ШЕЛЄПЕТЕНЬ НАЗАР БОГДАНОВИЧ**

НУБІП України 2023 р.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

# НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

# НУБІП України

Механіко-технологічний факультет

УДК 631.372-027.45

ПОГОДЖЕНО  
Декан механіко-технологічного факультету

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ  
Завідувач кафедри  
технічного сервісу та інженерного менеджменту імені М. П. Момотенка  
(назва кафедри)

Вячеслав БРАТІШКО

Іван РОГОВСЬКИЙ

(підпис) (ім'я, прізвище) (підпис) (ім'я, прізвище)

«    »      2023 р. «    »      2023 р.

# МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**на тему** Удосконалення експлуатаційних властивостей комбінованого керування пружно-демпфуючими елементами системи підресорювання автомобіля

Спеціальність 274 «Автомобільний транспорт»  
(код і назва)

Освітня програма «Автомобільний транспорт»  
(назва)

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна  
(освітньо-професійна, або освітньо-наукова)

Гарант освітньої програми доктор технічних наук, професор  
(науковий ступінь та вчене звання)

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи  
д.т.н., проф.

Валерій ВОЙТЮК  
(підпис) (ім'я, прізвище)

Валерій ВОЙТЮК  
(ім'я, прізвище)

(науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (ім'я, прізвище)

**Виконав:** Назар ШЕЛЕНЕЦЬ  
(підпис) (ім'я, прізвище)

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
Механіко-технологічний факультет

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри технічного сервісу та  
інженерного менеджменту ім. М.П.Момотенка

д.т.н., проф.

Іван РОГОВСЬКИЙ

(науковий ступінь, вчене звання)

(підпис)

(ім'я, прізвище)

«\_\_\_»

2023 р.

ЗАВДАННЯ  
ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ  
Назару ШЕЛЕПЕТЕНЮ  
(прізвище, ім'я, по-батькові)

Спеціальність 274 «Автомобільний транспорт»  
(код і назва)

Освітня програма «Автомобільний транспорт»  
(назва)

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна  
(освітньо-професійна або освітньо-професійна)

Тема магістерської кваліфікаційної роботи Удосконалення експлуатаційних властивостей  
комбінованого керування пружно-демпфуючими елементами системи піддресорування автомобіля  
затверджена наказом ректора НУБіП України від «30» грудня 2022 р. № 1944 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру \_\_\_\_\_

(рік, місяць, число)

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи науково-технічна література; результати науково-  
дослідних робіт по літературних джерелах удосконалення експлуатаційних властивостей комбінованого  
керування пружно-демпфуючими елементами системи піддресорування автомобіля

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Аналіз стану питання досліджень, мета, задачі дослідження

2.

Теоретичний

розрахунок значень удосконалення експлуатаційних властивостей комбінованого керування пружно-  
демпфуючими елементами системи піддресорування автомобіля

3. Методика експериментальних досліджень удосконалення експлуатаційних властивостей  
комбінованого керування пружно-демпфуючими елементами системи піддресорування автомобіля

4. Результати експериментальних досліджень, техніко-економічна ефективність виконаних досліджень

Перелік графічного матеріалу Електронна презентація на 14 слайдах

Дата видачі завдання «11» листопада 2022 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

Валерій ВОЙТЮК

(підпис)

(ім'я прізвище)

Завдання прийняв до виконання

(підпис)

Назар ШЕЛЕПЕТЕНЬ

(ім'я прізвище)

## РЕФЕРАТ

Магістерська робота складається з сторінок пояснювальної записки, листів формату А1 графічної частини і комплексу технологічної документації.

Мета роботи – провести комплексний аналіз існуючих способів і на його основі розробити технологічний процес ремонту рульового керування автомобіля AUDI-80 з дослідження поздовжньо-кутових коливань транспортного засобу.

Пояснювальна записка складається з шести частин. В загально-технічній частині проведений аналіз конструктивно-технологічних особливостей призначення деталей, приводиться короткий опис існуючих способів конструкцій рульового керування. В технологічній частині розроблено технологічні процеси діагностування, розбирання, складання гідروпідсилювача рульового керування, розроблено технологічний процес дефектування і відновлення вала сошки.

В конструкторській частині приведено конструкцію і розрахунок спец пристосування – знімача підшипників. В організаційно-економічній частині дипломної роботи представлено техніко-економічне обґрунтування вартість деталі, повну вартість ремонту вузла, економічний ефект від впровадження запропонованого технологічного процесу, а також наведені заходи по економії матеріальних та енергетичних ресурсів.

Експериментальним дослідженням випробувань була перевірка теоретичних передумов про вплив РУП на параметри коливань підресореною і невідресореною мас і зсув ДН. Для цього проводився запис коливань пневмопідвіски з серійними і з удосконаленими регуляторами. Для проведення експериментів був створений контрольно-вимірювальний комплекс. Типові осцилограми коливань ДН передньої і задньої підвісок при русі автомобіля з серійним РУП.

# ЗМІСТ

## ВСТУП

### ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Будова та характеристика рульового управління

1.2 Різновиди рульових рейок та їх загальна будова

1.3 Характерні несправності рульового управління

1.4 Висновки та постановка завдання на магістерську роботу

### 2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Розробка технологічного процесу ремонту деталі

2.2. Критерії граничного зносу деталей рульових рейок

2.3. Технологія ремонту рульової рейки

2.4. Розбирання або збирання рульового керування

2.5. Технологічний план виконання всіх ремонтних операцій

2.6. Розрахунок операцій технологічного процесу.

### 3. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1. Стенд для розбирання рульового механізму.

3.2. Здійснення перевірки та регулювання люфта

3.3. Знімач пальців тяги рульової

3.4. Розрахунок електроприводу електромеханічного підйомника

3.5. Розрахунок деталей пристрою на міцність

### 4 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

4.1 Використання прикладного програмного забезпечення для вирішення задач магістерської роботи

4.2 Класифікація програмного забезпечення САПР

4.3 Впровадження систем автоматизованого проєктування

## **5 НАУКОВА ЧАСТИНА**

5.1 Аналіз заходів по управлінню ресурсом шини

5.2 Удосконалення системи технічного обслуговування ходової частини автомобіля

5.3 Стабілізація динамічної підвіски ТЗ шляхом удосконалення конструктивних параметрів.

## **6 ПРОЕКТНИЙ РОЗДІЛ**

6.1 Розрахунок річної виробничої програми автомобільного парку підприємства

6.1.1 Вибір і корегування нормативів

6.1.2 Визначення кількості ТО і КР за цикл

6.1.3 Розрахунок коефіцієнтів технічної готовності і використання автомобілів

6.1.4 Визначення річного пробігу автомобілів

6.1.5 Розрахунок коефіцієнту переходу від циклу до року

6.1.8 Визначення річного обсягу робіт з ТО і ремонту автомобілів

6.1.7 Визначення змінної програми ТО автомобілів

6.1.9 Визначення обсягу робіт по самообслуговуванню автомобільного парку підприємства

6.2 Розрахунок об'єкту проектування

6.2.1 Розподіл обсягу робіт для визначення розрахункових даних

6.2.2 Розрахунок кількості робітників

6.2.3 Вибір технологічного устаткування і оснастки

6.2.4 Розрахунок площі обґрунтування планувальних рішень

## **7 ОБґРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ**

7.1 Підприємство як економічний суб'єкт

7.2 Визначення вартості відновлення деталі

7.3 Заходи по економії матеріальних та енергетичних ресурсів

7.4 Визначення вартості відновлення деталі без використання пристрою

7.5 Розрахунок економічної ефективності впровадження пристрою

# ВСТУП

# НУБІП України

В процесі експлуатації автомобіля його робоча властивість поступово погіршується із-за зношування деталей. Справним вважають автомобіль, який

# НУБІП України

відповідає всім вимогам нормативно-технологічної документації. Працездатний автомобіль на відміну від справного повинен задовольняти лише тим вимогам, виконання яких дозволяє використовувати його за призначенням без загрози безпеці руху. Пошкодженням називають перехід автомобілів в несправних, але

# НУБІП України

в працездатних стан. Відмовою називають перехід автомобіля в непрацездатний стан. Поточний ремонт автомобіля проводять на автотранспортних підприємствах він повинен забезпечувати гарантовану працездатність автомобіля на пробігу іншого чергового планового ремонту. При тривалій експлуатації автомобіля досягають такого стану, коли їх ремонт в умовах АТП

# НУБІП України

стає неможливим або економічно недоцільним, в цьому випадку вони прямують на авторемонтне підприємство.

# НУБІП України

Близько 70-75% деталей автомобіля що поступили на капітальний ремонт, може поступати повторно або без ремонту, або після їх відновлення. До них відносяться більшість найбільш складних і дорогих деталей, а так само і вали, осі, цапфи та інші. Вартість відновлення цих деталей не перевищує 10-30% вартостей їх виготовлення при цьому досягається велика економія металу і енергетичних ресурсів.

# НУБІП України

# НУБІП України

# ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

## 1.1 Будова та характеристика рульового управління

Рульова рейка (кермовий редуктор) – це силовий агрегат кермового механізму, призначений для перерозподілу сил від кермової колонки до керованих коліс.

Зусилля водія послідовно передається від колеса кермового керування на кермову колонку, з'єднану через кермовий кардан з кермовою рейкою (редуктором), а далі через Рульові тяги та наконечники зусилля передається на поворотні важелі, з'єднані з керованими колесами через поворотні цапфи.

Рульова рейка вважається досить надійним вузлом, який виходить з ладу вкрай рідко, однак бувають і виключення, коли рейка доставляє масу незручностей автовласникам. Основною причиною несправності можна вважати навантаження, яким піддається рульова рейка під час експлуатації транспортного засобу.

Нерівна дорога "передається" рейці з рульовим тягам, крім того рульова рейка схильна навантажень з боку самого водія, який волею-неволею постійно обертає рульове колесо, тим самим навантажуючи рейку. Саме з цих причин довговічна на перший погляд деталь, може легко вийти з ладу і доставити масу неприємностей.

Розрізняють кілька основних видів рульових рейок — механічна та гідравлічна (гідропідсилювач керма — ГУР). Перша — властива першим вітчизняним моделям, нащадки яких випускаються і донині. Механічна рейка згодом була замінена гідравлічної через більш досконалого механізму наступниці і зручного управління. Трохи пізніше з'явився і третій тип рульової рейки — електричний (ЕУР). Дана модифікація працює без гідравліки, її роль виконує електромоторчик. Недоліком ЕУР є висока вартість і складність механізму, ремонт якого не кожному під силу.

Рульова рейка складається з таких механізмів:



**Рульові тяги і наконечники.** Кріпляться вони до висувним механізмам рульової рейки, з їх допомогою здійснюється поворот коліс;

**Шестерні і зубчаста планка.** За допомогою шестерень і планки здійснюється передача зусилля від керма на рульові тяги, а також управління парою коліс;

**Картер.** Його також називають корпусом, найчастіше виконаний з алюмінію, у ньому розташовуються основні деталі рейки;

**Система пружин.** Необхідні вони для щільного прилягання рейки до шестірні, якщо пружини справні, люфт і вільний хід керма практично відсутня;

**Підшипники.** Необхідні для легкості здійснення маневрів і поворотних рухів рейки

**Обмежувачі.** За допомогою обмежувачів визначається максимальне значення повороту (ходу рульової рейки) від правого до лівого краю.

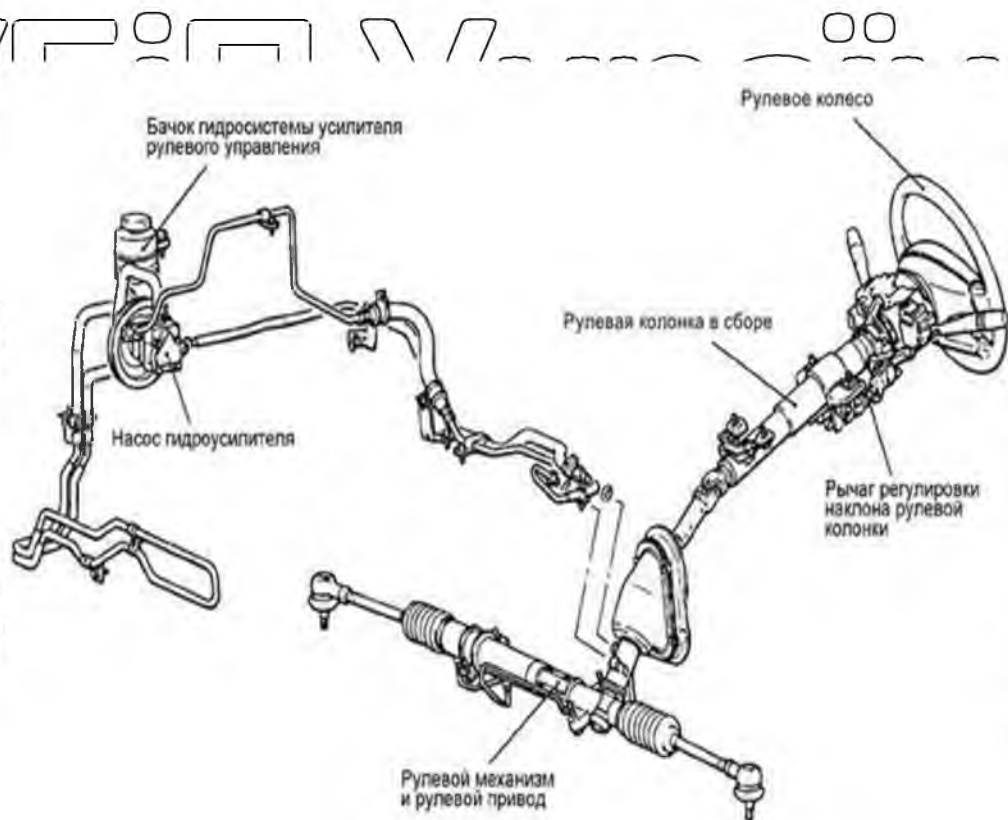


Рисунок 1.1 – Загальна будова рульового управління

Підсилювач керма з'єднаний з картером рульової рейки, тому в роботу він включається лише тоді, коли мотор працює і відбувається нагнітання рідини ГУР. У рух шківів гідропідсилювача призводить ремінна передача, в свою чергу

гідравлічний насос всередині рейки створює тиск і впливає на колісні тяги на вимогу водія. Важливу роль у роботі ГУР грає вбудований комп'ютер, який виробляє розрахунок зусиль і тиску.

Торсіон в зв'язці з електросистемами розподіляє тиск в залежності від повороту керма;

Золотниковий розподільник є джерелом нагнітання тиску, здатний підвищувати тиск у рейці в залежності від потреби;

Спеціальна ємність служить для збору масла коли двигун заглушений. Як тільки кермо починає обертання, відбувається впрыскування олії через золотниковий розподільник, саме туди де необхідно створити тиск. Після того, як кермо починає обертатися, насос ГУР перестає нагнітати масло, в результаті воно повертається в ємність.

## 1.2 Різновиди рульових рейок та їх загальна будова

Перший вид конструкції рульових рейок з гідропідсилювачем керма буває двох типів:

*Без серватроніки*

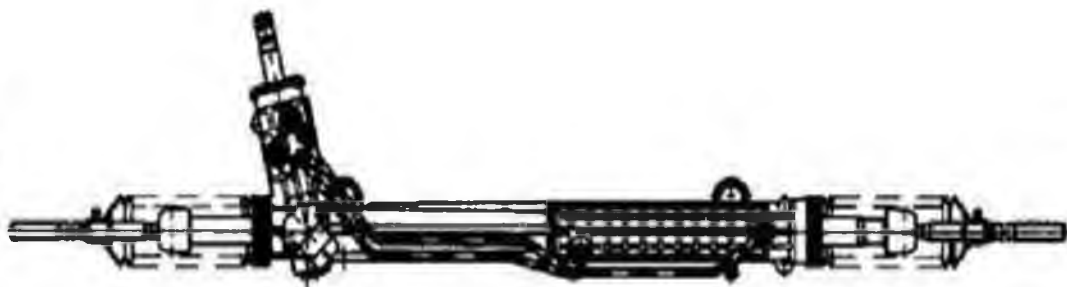


Рисунок 1.2 – Рульова рейка без серватроніки

*З серватроніком*

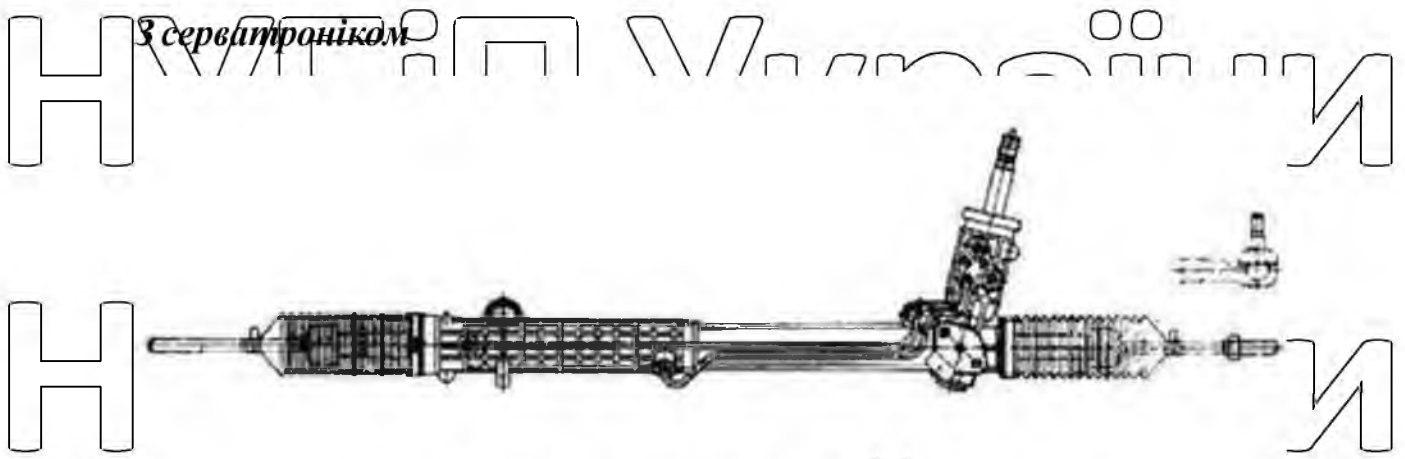


Рисунок 1.3 – Рульова рейка з серватроніком

Другий вид конструкції рульових рейок з гідропідсилювачем перма буває  
двох типів

*Без серватроніка*

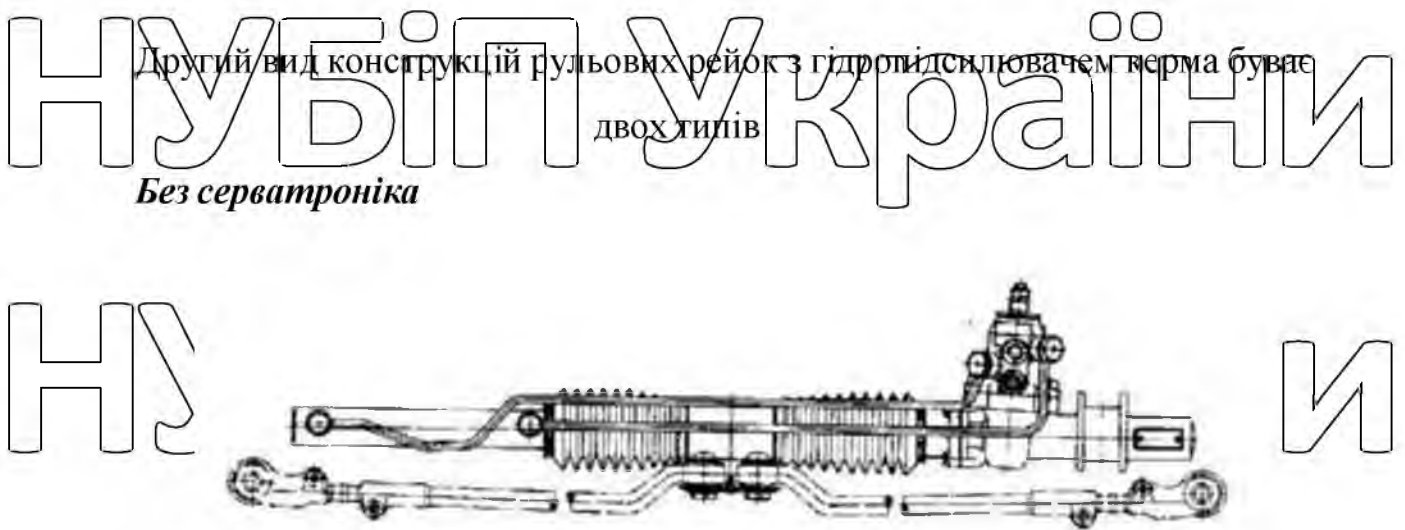


Рисунок 1.4а – Рульова рейка з гідропідсилювачем та без серватроніка

*З серватроніком*



Рисунок 1.4б – Рульова рейка з гідропідсилювачем та з серватроніком



Рисунок 1.5 – Механічна рульова рейка автомобіля Infiniti FX-50



Рисунок 1.6 – Механічна рульова рейка автомобіля Daihatsu Materia



Рисунок 1.7 – Механічна рульова рейка автомобіля Daewoo Lanos





Рисунок 1.8 – Механічна рульова рейка автомобіля Nissan X-Trail

*2. Гідравлічні*



Рисунок 1.9 – Рульова рейка з гідропідсилювачем Hyundai Atos



Рисунок 1.10 – Рульова рейка з гідропідсилювачем Porsche Cayenne



Рисунок 1.11 – Рульова рейка з гідропідсилювачем Infiniti FX

*3.Електричні*



Рисунок 1.12 – Електрична Рульова рейка Audi A8



Рисунок 1.13 – Електрична Рульова рейка VOLKSWAGEN Golf V



Рисунок 1.14 – Електрична рульова рейка FORD Focus-3

Пристрій рульової рейки без серватроніка 1-й вид (Рисунок 1.15):

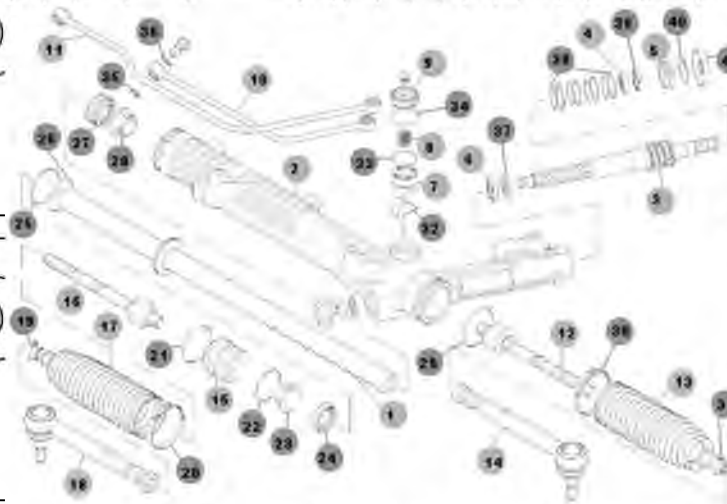


Рисунок 1.15 – Пристрій рульової рейки без серватроніка

1-вал рульової рейки, 2-корпус рульової рейки, 3-золотник, 4- верхній підшипник, 5- золотник, 6- кришка золотника, 6- середній підшипник золотника, 7- регулювальний притиск, 8- пружина, 9- гайка регулювального притиску, 10- трубопровід рульової рейки, 11- трубопровід рульової рейки, 12- рульова тяга, 13- пильник рульової тяги, 14- наконечник рульової тяги, 15- права втулка, 16- рульова тяга, 17- пильник рульової тяги, 18- наконечник рульової тяги, 19- хомут пильника рульової тяги, 20- хомут пильника кермової тяги, 21- стопорне кільце, 22- кільце ущільнювача, 23- права втулка ковзання, 24- сальник силового циліндра, 25- кільце ущільнювача поршня, 26- кільце ущільнювача поршня, 27- сальник силового циліндра, 28- втулка ковзання, 29-



кільце ущільнювача, 30- хомут пильовика кермової тяги, 31- хомут пильовика кермової тяги, 32- вкладиш притиску, 33- кільце ущільнювача, 34- кільце ущільнювача, 35- кільце ущільнювача трубопроводу, 36- кільце ущільнювача трубопроводу, 37- середній сальник золотника, 38- кільця ущільнювачів золотника, 39- верхній сальник золотника, 40- кільце ущільнювача втулки золотника, 41- брудознімач.

Пристрій рульової рейки з сервотроніком (Рисунок 1.16)

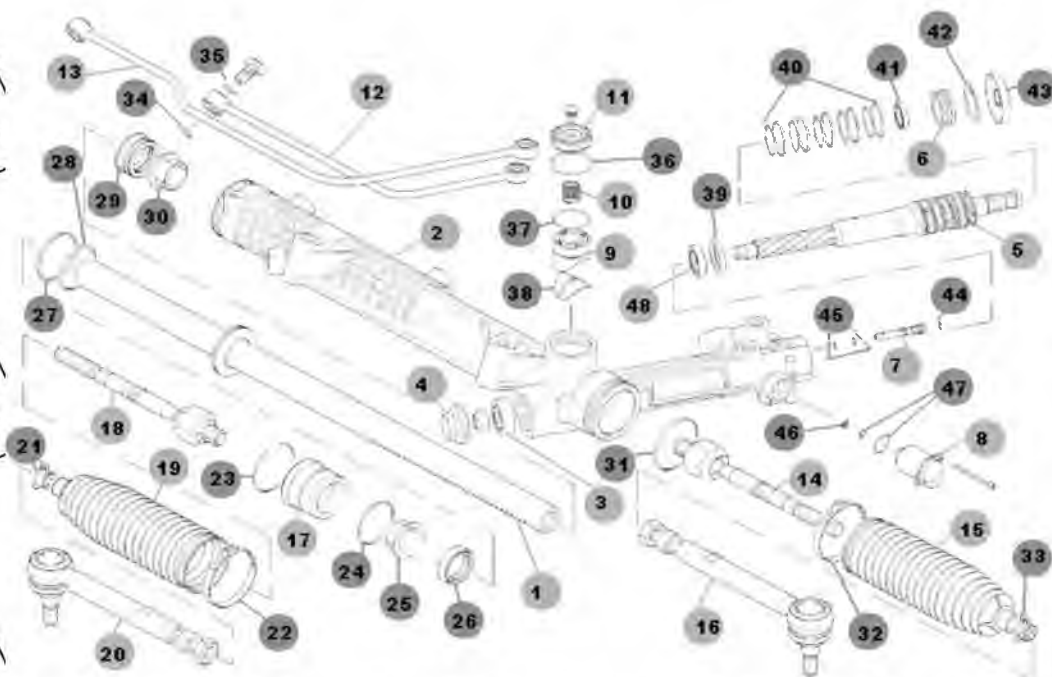


Рисунок 1.16 – Пристрій рульової рейки з сервотроніком.

1-вал рульової рейки, 2-корпус рульової рейки, 3- нижній підшипник золотника, 4- кришка нижнього підшипника золотника, 5- золотник, 6- кришка золотника, 7- регулювальний клапан, 8- датчик сервотроніка, 9- притиск, 10- пружина, 11- гайка притиску, 12- трубопровід рульової рейки, 13- трубопровід рульової рейки, 15- рульова тяга, 16- пильник рульової тяги, 17- наконечник рульової тяги, 18- права втулка, 19- рульова тяга, пильник рульової тяги 20 - наконечник рульової тяги, 21- хомут пильника кермової тяги, 22- хомут пильника кермової тяги, 23- стопорне кільце, 24- кільце ущільнювача, 25- втулка ковзання, 26- сальник силового циліндра, 27- кільце ущільнювача



поршня, 28- кільце ущільнювача поршня, 29- сальник силового циліндра, 30- втулка ковзання, 31- кільце ущільнювача, 32- хомут пильника кермової тяги, 33- хомут пильника кермової тяги, 34- кільце ущільнювача, 35- кільце ущільнювача, 36 ущільнююче кільце, 37- ущільнююче кільце, 38- вкладиш притиску, 39- нижній сальник золотника, 40- кільця ущільнювачів золотника, 41- верхній сальник золотника, 42- кільце ущільнювача, 43- гравезнімач, 44- кільце ущільнювача, 45- кільця ущільнювачів, 46- фільтр серватроніка, 47- ущільнюючі кільця.

Пристрій рульової рейки з гідропідсилювачем без серватроніка:

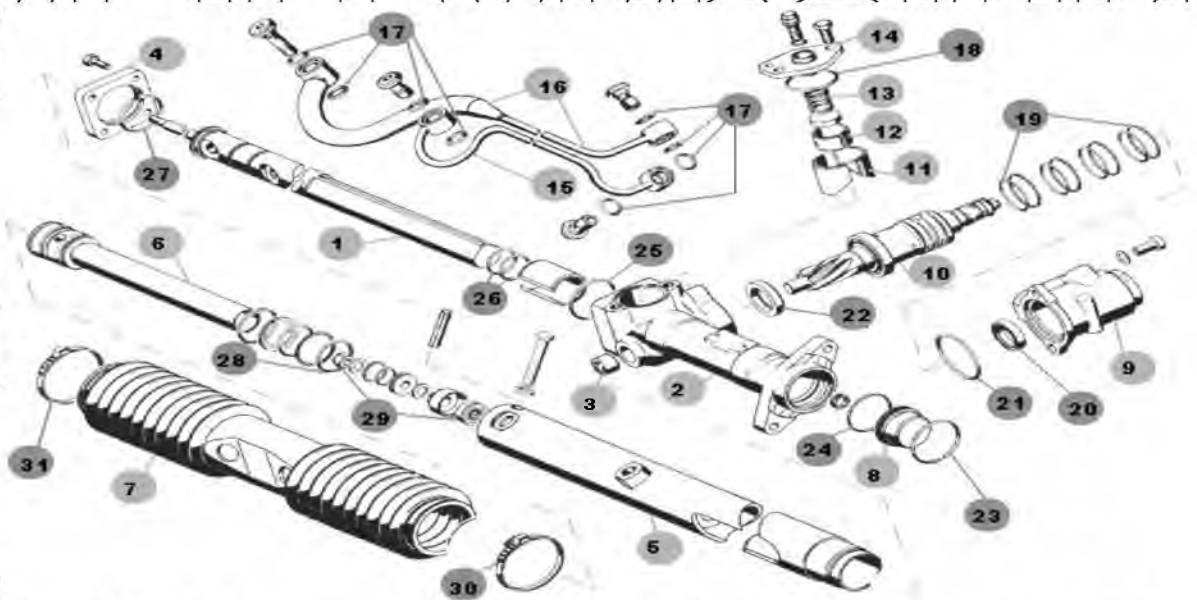


Рисунок 1.17 – Пристрій рульової рейки з гідропідсилювачем без серватроніка:

1-вал рульової рейки, 2-корпус рульової рейки, 3-нижній підшипник золотника, 4-фланець, 5-корпус силового циліндра, 6-силовий циліндр, 7-Пильник рульової рейки, 8- заглушка, 9- корпус золотника, 10- золотник, 11- притис, 12-направляюча притиску, 13- пружина, 14-фіксатор притиску, 15-трубопровід рульової рейки, 16- трубопровід рульової рейки, 17- ущільнююче кільце (8 шт), 18- кільце ущільнювача, 19- кільця ущільнювачів золотника, 20- верхній сальник золотника, 21- кільце ущільнювача, 22- нижній сальник золотника, 23- стопорне кільце, 24- кільце ущільнювача, 25-кільце ущільнювача, 26- кільце ущільнювача, 27- кільце ущільнювача, 28-ущільнення поршня, 29-ущільнення поршня, 30-ущільнення поршня, 31- кільце ущільнювача.

# НУБІП УКРАЇНИ

силового циліндра, 30- хомут пильника кермової рейки, 31-хомут пильника кермової рейки.  
 Пристрій рульової рейки з гідронідсилювачем та серватроніком

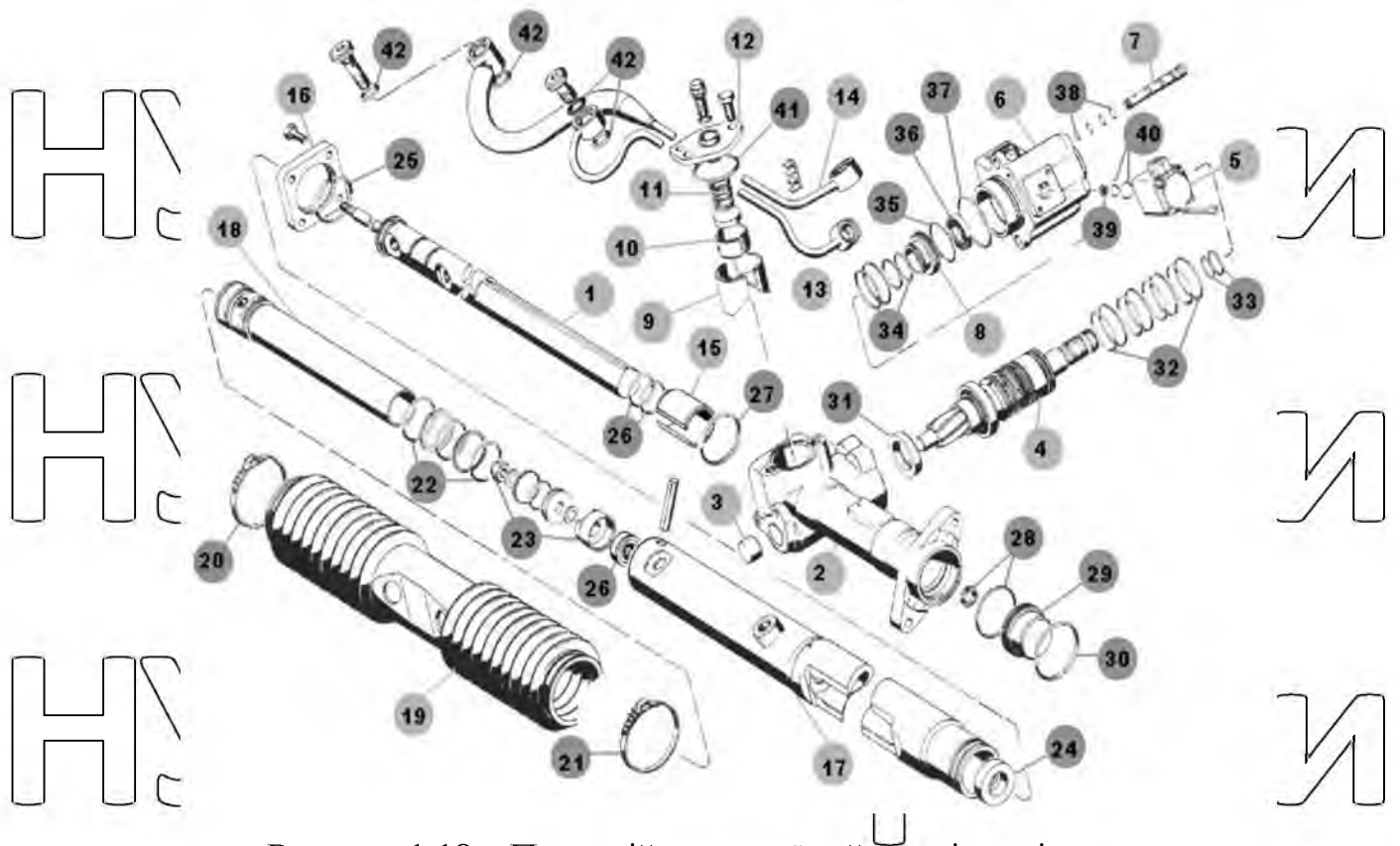


Рисунок 1.18 – Пристрій рульової рейки з гідропідсилювачем та серватроніком:

1-вал рульової рейки, 2-корпус рульової рейки, 3-нижній підшипник золотника, 4- золотник, 5-датчик серватроніка, 6- корпус золотника, 7-регулювальний клапан серватроніка, 8- регулятор серватроніка, 9-вкладиш притиску, 10-напрямна притиску, 11-пружина, 12-фіксатор притиску, 13-трубопровід рульової рейки, 14-трубопровід рульової рейки, 15-середня втулка ковзання, 16-фланець, 17-корпус силового циліндра, 18-силовий циліндр, 19- пильник рульової рейки , 20-хомут пильника, 21- хомут пильника, 22-ущільнення поршня, 23-ущільнення силового циліндра, 24-втулка ковзання, 25- кільце ущільнювача, 26-кільця ущільнювачів, 27-кільце ущільнювача, 28-кільця ущільнювачів, 29-заглушка, 30-стопорне кільце, 31-нижній сальник золотника, 32-кільця ущільнювачів золотника, 33-кільця ущільнювачів датчика серватроніка, 34-кільця ущільнювачів регулятора серватроніка, 35-кільце

ушлітьнювача, 36- верхній сальник золотника, 37- кільце ушлітьнювача, 38- кільця ушлітьнювачів, 39- фільтр серватроніка, 40- кільця ушлітьнювачів, 41- кільце ушлітьнювача, 42- кільця ушлітьнювачів трубопроводів.

### Механічна рульова рейка

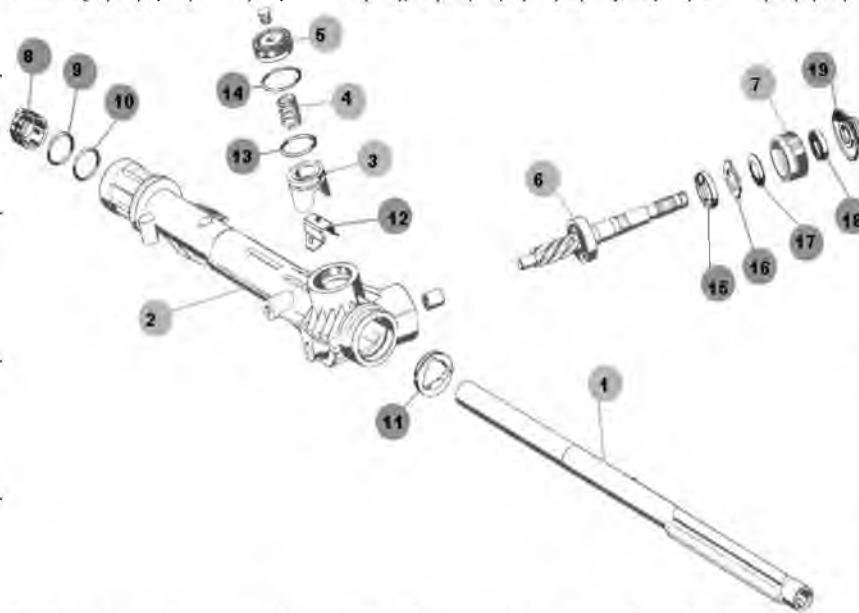


Рисунок 1.19 – Механічна рульова рейка:

1-вал рульової рейки, 2-корпус рульової рейки, 3-регулювальний притиск, 4- пружина, 5- тайка притиску, 6- первинний вал, 7- верхній підшипників, 8- права втулка, 9- пружина ковзання, 10- ушлітьнення втулки ковзання, 11- ушлітьнення втулки ковзання, 12- ліва втулка ковзання, 13- вкладиш притиску, 14- кільце ушлітьнювача притиску, 15- кільце ушлітьнювача притиску, 16- верхній підшипник золотника, 17- кільце ушлітьнювача, 18- кільце ушлітьнювача, 19- верхній сальник золотника, 20- брудознімач

### 1.3 Характерні несправності рульового управління

Характерними відмовами і несправностями рульового керування :  
ослаблення кріплення картера рульового механізму, підвищений знос деталей рульового механізму, кульовик зчленувань тяг і важелів, ослаблення кріплення

рульового колеса і рульової колонки, викришування черв'ячної пари і неправильне регулювання (надмірне затягування деталей) рульового механізму. Несправностями гідропідсилювача рульового приводу є:

Недостатній або занадто високий рівень масла в бачку насоса, наявність повітря (піна в масляному бачку) або води в системі, несправність насоса, підвищена витік масла в рульовому механізмі, засмічення фільтрів, несправна робота перепускного чи запобіжного клапана насоса (періодичне зависання, заїдання, відвернення сідла), недостатнє натяг ременя приводу насоса.

Зазначені несправності призводять до зростання вільного ходу (люфту) рульового колеса, зусилля на прокручування обола рульового колеса при повороті, стукотів в рульовому механізмі, до появи масла з сапуна насоса (гідропідсилювача рульового колеса) і т. Д. Можливо заїдання або заклинювання рульового механізму.

Зусилля, що прикладається до обола рульового колеса при вивішених колесах, має бути в межах для легкових автомобілів: 7-12 Н. Перевіряють також кріплення і стан шарнірних зчленувань тяг рульового приводу. Люфт визначають за допомогою динамометра-люфтометра закріпленого на рамі рульового колеса затискачами 1.

Кутове переміщення колеса визначають під дією сили в 10 Н, що додається до динамометру 2. На автомобілях з гідравлічним підсилювачем рульового управління люфт вимірюють при працюючому двигуні. Визначення сумарного люфту не дає уявлення про те, за рахунок якого сполучення або

вузла сталося його збільшення, якщо попередньо не перевірити і підтягти картер рульового механізму, рульову сошку;

При ЦО перевіряють герметичність з'єднань гідропідсилювача. Переконаються у відсутності підтікання рідини. При необхідності підтягують кріплення. Перевіряють стан приводу рульового керування зовнішнім оглядом, переконавшись в наявності шплінтів, гайок пальців шарнірних з'єднань і в відсутності погнутості тяг.

При ТО контролюють стерновий механізм динамометром-люфтметром при прямолінійному положенні коліс автомобіля. Контролюють зусилля прокручування рульового колеса при вивісних передніх

колесах. Перевіряють і при необхідності усувають люфт в шарнірних з'єднаннях

рульових тяг. Люфт зручніше перевіряти вдвох: один різко повертає кермове колесо вправо і вліво, а інший дивиться на переміщення шарнірного з'єднання.

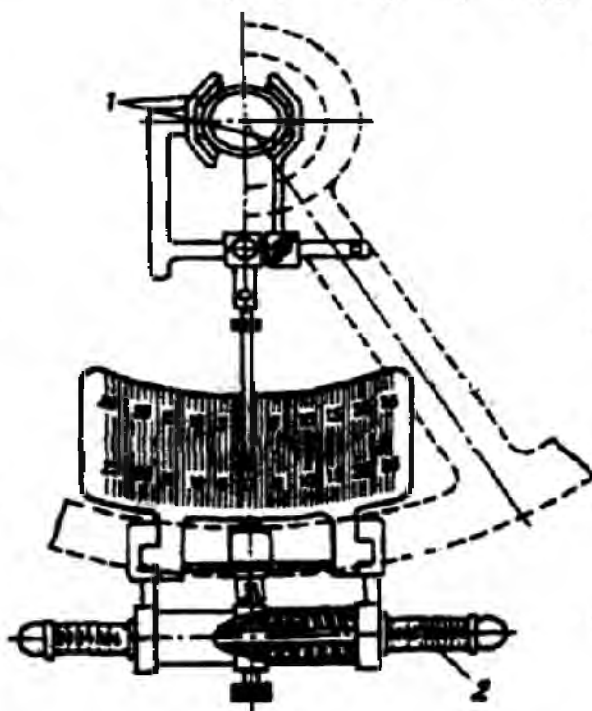


Рисунок 1.20 — Динамометр-люфтметр.

Якщо одна деталь з'єднання переміщається, а інша нерухома, то є люфт;

якщо ж переміщаються, обидві деталі одночасно, то люфту немає. Визначити

люфт в шарнірних з'єднаннях можна також переміщенням тяги руками в

подовжньому напрямі. Якщо, наприклад, подовжня тяга переміщається разом із

сошкою, то люфт в шарнірному з'єднанні відсутній. Щоб відрегулювати люфт,

необхідно розшпінтувати пробку і затягувати її спеціальним ключем до

відчутного опору, а потім відвернути пробку до першого положення, при якому

її можна зашпінтувати.



Перевіряють щільність гайок кульових пальців оглядом і, знявши кришку бачка гідропідсилювача, перевіряють в ньому рівень масла і рівень масла в картері рульового механізму, при необхідності його доливають.

Перевіряють і при необхідності регулюють натяг ременя приводу насоса гідропідсилювача (прогин під зусиллям 40 Н повинен бути не більше 8 - 14 мм).

При ТО - перевіряють кріплення рульового колеса. Злегка переміщують кермове колесо вздовж валу або похитують його в напрямку, перпендикулярному площині обертання колеса. При виявленні ослаблення кріплення знімають кнопку сигналу і підтягують гайку кріплення колеса на рульовому валу накидним ключем.

#### 1.4 Висновки та постановка завдання на магістерську роботу

Проаналізувавши характеристику рульового управління, що ремонтується, конструктивно-технологічні особливості, призначення і умови роботи відремонтованої рульової рейки, було зроблено наступні висновки:

При виборі способу ремонту слід в першу чергу увагу звертати на якість і фізичні властивості відремонтованої рейки, а потім на економічні показники (це зумовлено тим, що відремонтований агрегат є складовою частиною ходової, яка відповідає за рух автомобіля, а тому будь-яке погіршення фізико-механічних властивостей деталі недопустимо).

При виконанні демонтажних робіт, пов'язаних зі значною масою, виникає можливість появи дефектів – взаємного розташування робочих органів. Цілком зрозумілим є необхідність забезпечення технічних умов при виконанні операцій технологічного процесу демонтажу і ремонту.

Тому було поставлено наступні завдання, які слід вирішити в процесі виконання магістерської роботи:

– в загально-технічному розділі описати будову та принцип роботи вузла; описати несправності які виникають в даному вузлі.

– в технологічній частині вибрати метод демонтажу, розробити технологічні процеси діагностування, розбирання, розробити технічну документацію на ремонт вузла; визначити норми часу для всіх операцій;

– в конструкторській частині розробити пристрій для полегшення ремонтних робіт. Зниження впливу маси агрегату здійснюють шляхом створення розтягуючих напружень в основному металі валів. Розроблена конструкція пристрою повинна забезпечувати наступні вимоги: дозволити монтаж і демонтаж об'єктів ремонту; створювати необхідні затиску; давати можливість повертання об'єкта для виконання технологічної операції; бути простим у виготовленні і експлуатації; при виготовленні використовувати стандартні вузли транспортних засобів;

– в науковому розділі провести випробування для перевірки теоретичних передумов на параметри коливальних підресореною і невідресореною мас і зсув ДН. Для проведення експериментів був створений контрольно-вимірювальний комплекс

– в розділі охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях розглянути норми освітлення та вентиляції в агрегатній дільниці по ремонту рульових рейок, а також описати безпеку підприємства в надзвичайних ситуаціях.

– в розділі екологія розглянути основні питання по збереженню довкілля та зменшенню впливу відходів автомобільної промисловості на нього.

– провести техніко-економічні розрахунки роботи, описати засоби охорони праці, зробити загальні висновки щодо дипломної роботи; розробити комплект технологічної документації за ГОСТ 3.1404-86; виконати графічну частину роботи.

НУБІП України

# НУБІП України

## 2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

### 2.1 Розробка технологічного процесу ремонту деталі

Для забезпечення тривалого терміну служби підшипників і шестерень конічні підшипники валу мають бути зібрані з попереднім натягом  $0,03 \dots 0,05$  мм. Для цього слід змінити товщину регульовальної шайби і пошліфувати її на величину заміряного індикатором осьового проміжку плюс  $0,03 \dots 0,05$  мм.

Після цього зняті деталі встановити на місце в зворотній послідовності окрім кришки з сальником, яку слід ставити після перевірки правильності регулювання, оскільки тертя сальника об шийку фланця створить свідчення дійсної величини моменту опору, який приведений валом в підшипник. При складанні шестерню закріпити в лещатах, задалегідь наклеївши на губки м'які прокладки і, погойдуючи картер підшипників, постукувати по ньому дерев'яним молотком, щоб ролики підшипників при затягуванні зайняли правильне положення.

Момент, необхідний для провертання валу в підшипниках, має дорівнювати  $0,1 \dots 0,2$  кг, що відповідає необхідному попередньому натягу.

Визначити величину цього моменту можна динамометричним ключем на гайці. В цьому випадку зусилля, перпендикулярне до радіусу розташування отвору на фланці, повинне складати  $1,3 \dots 2,6$  кг. Підвищений натяг може привести до сильного нагріву і швидкого зносу підшипників, тому при необхідності регулювання потрібно помітити положення гайки на валу, зняти фланець, встановити на місце кришку з сальником та сам вал і затягнути його гайкою.

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



Не можна допускати застосування густих мастил або сумішей, що містять солідол. Густі мастила закупорять канали з малим перерізом, погіршать умови мастила підшипників і шестерень.

При підтіканні оливи через сальники ведучого валу необхідно усунути причину підтікання і, якщо це потрібно, замінити сальник. Періодично слід очищати від бруду повітряні отвори сапунів, оскільки при несправних сапунах може підвищитися тиск в картерах і порушитися герметичність сальників.

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

Шестерня ведучого валу 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.

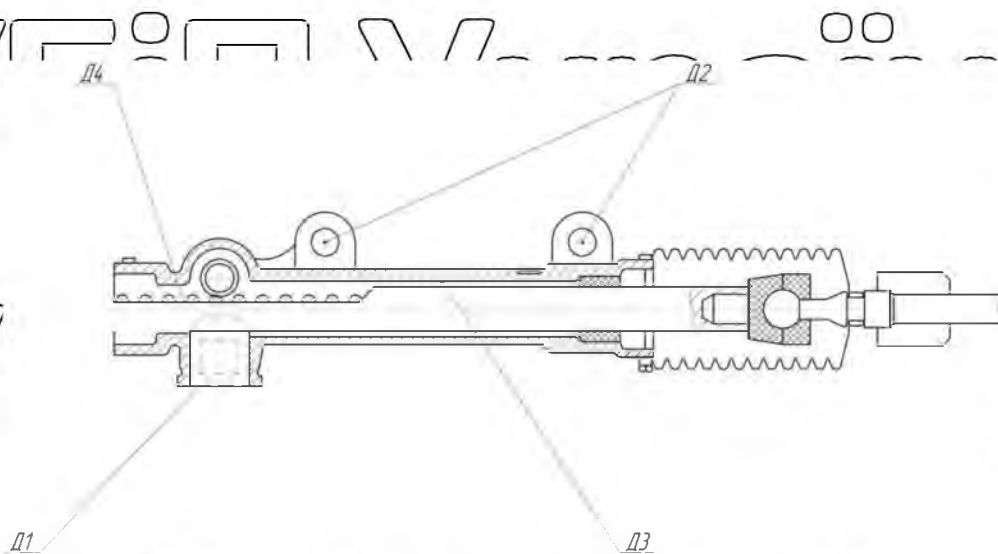


Рисунок 2.1 – Дефекти рульової рейки

При здійсненні дефектування рульової рейки здійснюють контроль параметрів: діаметр, шорсткість валу, биття радіальне на опорних шийках, величину шліців, гнізда роликів, різьбові з'єднання, наявність дефектів.

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

Деталь також може мати дефекти (рис. 2.2).

Перший вид дефекту – зношення отвора в діаметрі.

Другий вид дефекту – знос отворів під кріпильні болти.

Третій вид дефекту – знос внутрішнього робочого тіла рульової рейки.

Контроль здійснюється з допомогою штангенциркуля . Допустимий знос по площині складає 0.034 мм.

Четвертий вид дефекту – знос зубів внутрішнього вала

## 2.2 Критерії граничного зносу деталей рульових рейок

Корпуси рульових рейок виготовляють шляхом зварювання нижньої труби більшого діаметра і верхньої шийки меншого діаметра, зі сталі 40Л із.

Корпус рульової рейки працює в важких умовах і піддається великим навантаженням, тому якість металу і умов змащення повинні забезпечувати надійну роботу всіх вузлів і механізмів. Основні дефекти рульової рейки представлено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Дефекти корпусу рульової рейки

№	Дефекти	Допустимі розміри
1.	Зношення шийки біля внутрішнього підшипника ведучого вала	84,880
2.	Знос шийки біля зовнішнього підшипник ведучого вала	74,900
3.	Знос кільця під сальник	141,700
4.	Знос отвору під підшипник шестерні	140,100
5.	Знос отворів під гнізда підшипників	135,080
6.	Ушкодження різьблення під наконечники	Зрив більше трьох ниток
7.	Ушкодження різьблення під болти кріплення кришки сальника	Зрив більше двох ниток

# НУБІП України

Знос кільця під сальник ремонтують встановленням нового кільця.

Зношені шийки під підшипники відновлюють наплавленням під флюсом в середовищі вуглекислого газу.

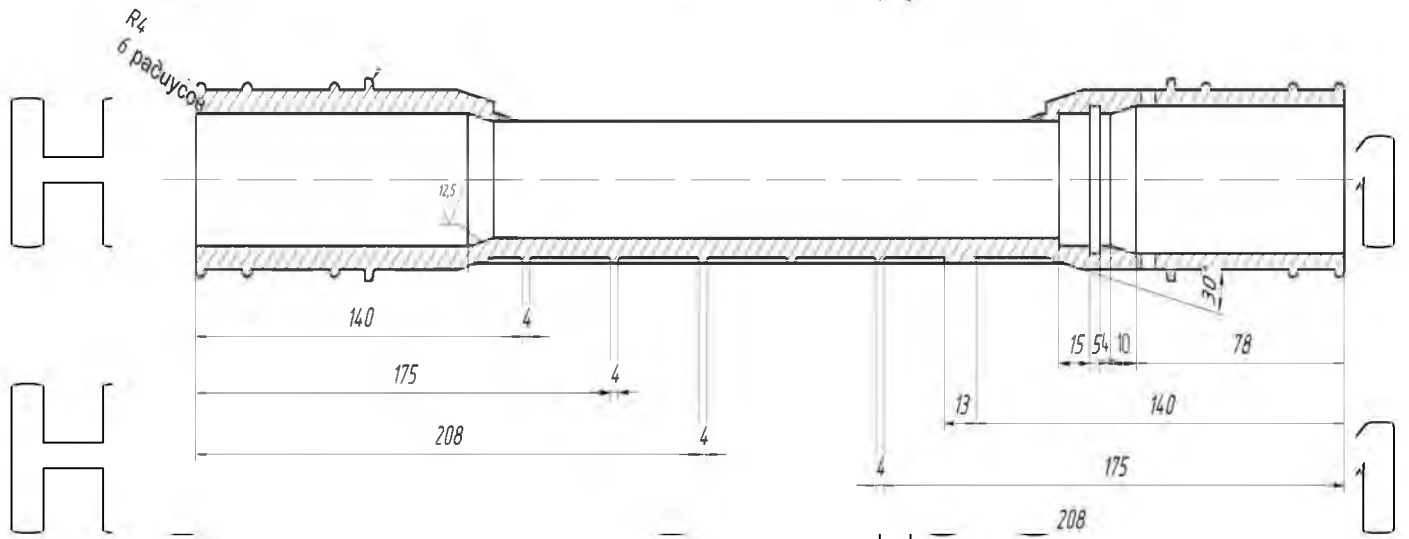


Рисунок 2.2 – Дефекти корпуса рульової рейки

# НУБІП України

Основні дефекти корпуса рульової рейки в (табл.2.2).

Таблиця 2.2 - Дефекти корпуса

№	Дефекти	Допустимі розміри
1.	Задири або нерівномірне зношування торця	При розмірі а більше 49,8 – бракувати
2.	Зношення отвору під шийку канавки	75,200
3.	Знос шийки під підшипник роликовий	75,010
4.	Знос отворів під болти	14,500

Вал рульової рейки виготовляють зі сталі 38ХГС, HRC 44...50.

# НУБІП України

Таблиця 2.3 Дефекти осі рульової рейки

№	Дефекти	Допустимі
1.	Погнутість осі	-
2.	Знос шліців по товщині	55,0
3.	Знос конусних отворів під розтяжні втулки	0,0

### 2.3 Технологія ремонту рульової рейки

Ремонт рейки полягає в заміні зношених або пошкоджених деталей.

Конструкція рульової рейки не дозволяє виконувати більшість ремонтних робіт без зняття.

При ремонті розібрані деталі промивають і ретельно оглядають.

Перевіряють стан підшипників, на робочих поверхнях яких не повинно бути викришених місць, тріщин, вм'ятин, лущення, зруйнованих або пошкоджених роликів і сепараторів. При ремонті деталей рейки застосовують наступні методи відновлення металу.

При автоматичному дуговому наплавленні з використанням шару флюсу механізовано основні рухи електроду.

Деталь при даному способі встановлюють в патрон або центр переобладнаного токарного верстата, а апарат для здійснення процесу наплавлення А-560М або ПАУм-1 на супорті (рис. 2.3).

Наплавлення здійснюють за допомогою гвинтових валиків з взаємним їх перекриттям приблизно на одну третину.

Механізоване зварювання і процес наплавлення взахищеному середовищі вуглекислого газу. При цьому способі зварювання і наплавлення та захищення зони горіння дуги і розплавленого металу від кисню та азоту повітря здійснюється струменем вуглекислого газу. Вуглекислий газ дуже надійно ізолює зону від навколишнього середовища та здійснює забезпечення отримання металу високої якості.

Автоматичне наплавлення в вуглекислому газі застосовують при відновленні знощених поверхонь деталей. Для цієї мети зазвичай використовують зварювальні автомати А-580М, що застосовуються при наплавленні під флюсом, правда перед цим на них встановлюють мундштук з пальником для подавання захисного газу.

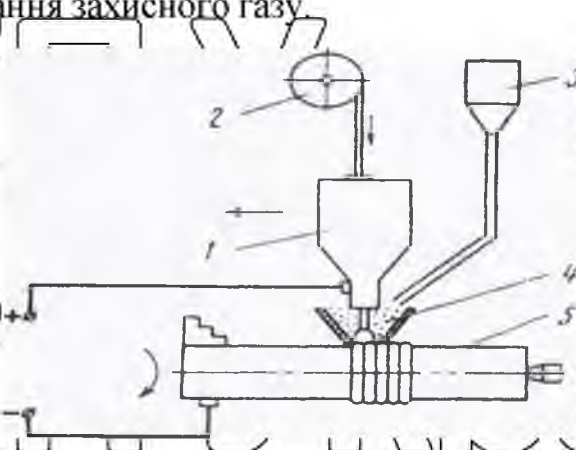


Рисунок 2.3 – Конструктивна схема наплавлення електродугового з використанням флюсу:

1 – головка, 2 – подаючий механізм, 3 – помпа для флюсу, 4 – флюс; 5 – деталь.

Для визначення зміщення електроду користуються залежністю

$$e = (0.04 \dots 0.05) D_H,$$

де  $D_H$  – діаметр поверхні деталі.

Виті електрода приймають від 10 до 12 мм,  $eL = d$  мм.

Частоту обертання оброблюваної деталі знаходять за формулою.

$$n_d = \frac{60v_H}{\pi(D_H + 2t)},$$

де  $v_H$  – швидкість наплавлення, мм/с;

$D_H$  – діаметр деталі, мм;

$t$  – товщина шару, мм.

Для здійснення процесу напівавтоматичного зварювання під флюсом використовують тримач, зображений на рисунку 2.4.

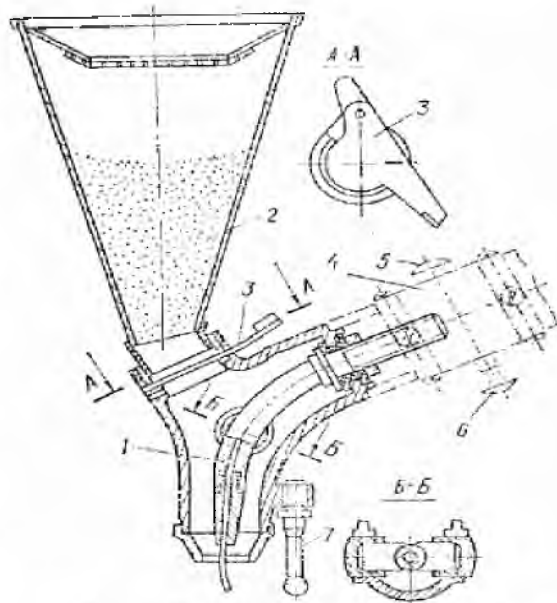


НУБІ

ІНИ

НУБІ

ІНИ



НУБІ

ІНИ

Рисунок 2.4 – Тримач для зварювання під флюсом:

1 – мунштук; 2 - лійка; 3 – відкривний шибер; 4 – ручка-тримач; 5, 6 – кнопки;  
7 - упор.

Електролітичне залізнєння деталей отримання твердих та дуже зносостійких залізних покриттів. Технологічний процес залізнєння

застосовується в авторемонтному виробництві переважним чином з метою компенсації зношення деталей.

2.4 Розбирання або збирання рульового керування

Таблиця 2.5 – Технологічна карта

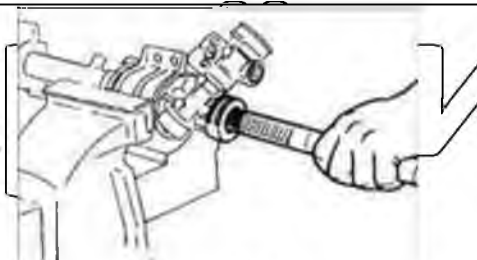
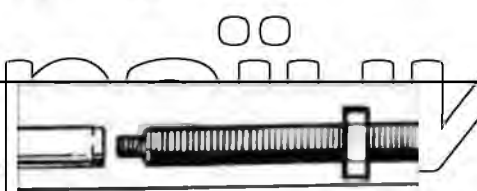
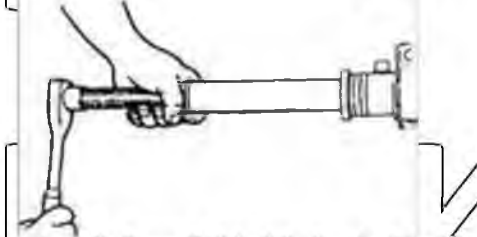
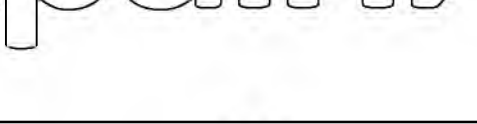
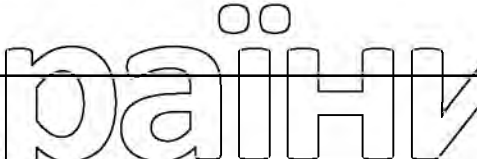

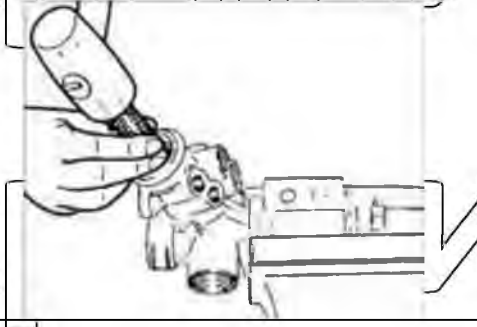
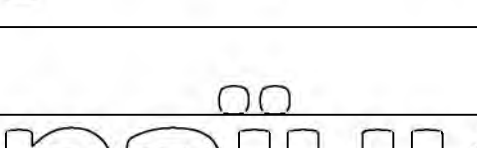
№	Операція яка проводиться	Ескіз операції
1	Розбирання Виверніть два болти і гайки. акуратно зніміть кронштейн головного маслопроводу, потім обережно відокремте маслопроводи.	

НУБІ

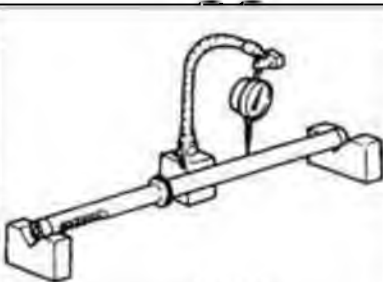
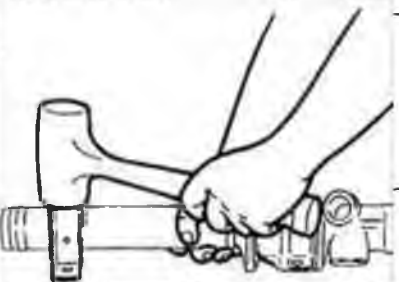
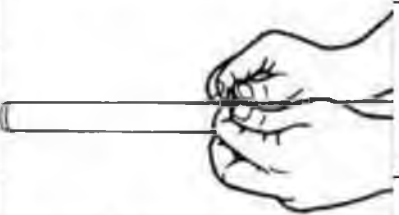


ІНИ

2	Перед відгортанням наконечника тяги рульового керування відзначте взаємне розміщення рульової тяги, затягнутої контргайки та наконечника.	
3	Послабте контргайку та відверніть наконечник тяги з тяги рульового керування.	
4	Молотком акуратно висийте пружинний штифт.	
5	Викрутіть контргайку пробки.	
6	Виверніть пробку.	
7	Зніміть пружину і упор.	
8	Виверніть повільно контргайку.	
9	Закріпіть уважно картер рульової передачі в двохстулкових лещатах і зніміть без заклинювання вал шестерні.	
10	Зніміть обережно втулку рульової передачі	

НУБІП України

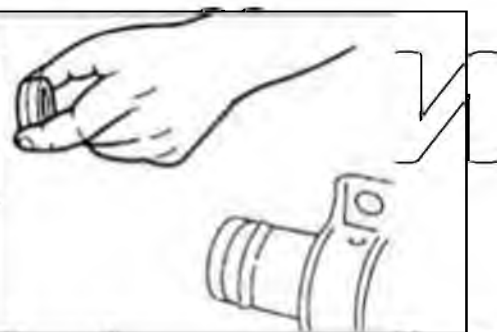
11	Спеціалізованим інструментом вивільніть зубчасту рейку з картера	
12	Встановіть спеціалізований інструмент до різьбової частини передачі	
13	Зніміть ущільнення коли висовується зубчаста рейка	
14	Вставте спеціалізований інструмент зі сторони валу так, щоб він увійшов у контакт з втулкою.	
15	Встановіть інший спеціалізований інструмент з іншого боку.	
16	Закріпіть картер передані рульової в лещата.	
17	Акуратно вистукайте підшипник та ущільнення рейки.	
18	Спеціалізованим інструментом вистукайте нижній підшипник.	
	Перевірка	
1	Перевірте деталі передачі на відсутність тріщин.	
2	Перевірте кільця ущільнювачів	



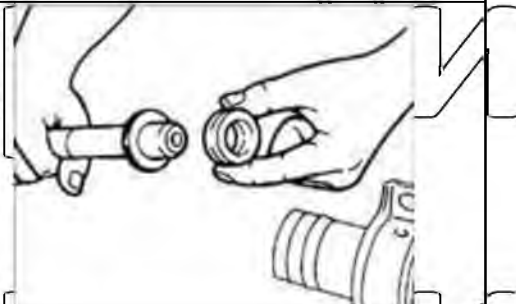
3	Встановіть зубчасту рейку на V-образних блоках і індикатором зміряйте прогин рейки.	
Збірка		
1.	Встановіть резинові опори на картер передачі.	
2.	Молотком з пластика встановіть кронштейни	
3.	Нанесіть дуже тонкий шар рідини для трансмісії на кільця.	
4.	Встановіть кільце ущільнювача в канавку рейки.	
5.	Встановіть друге кільце ущільнювача в рейку.	
6.	Вручну встановіть одне кільце ущільнювача.	
7.	Нанесіть шар мастила на поверхню вставки.	
8.	З'єднайте ущільнення з змащеною поверхнею вставки.	

НУБІП України

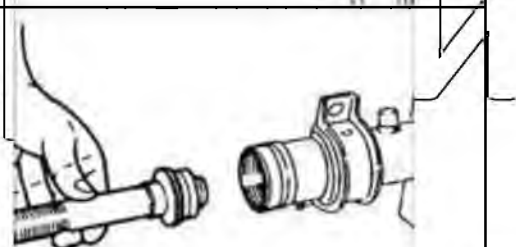
9. Нанесіть шар трансмісійної рідини на частини вставки і ущільнення.



10. Встановіть вставку і ущільнення рейки на інструмент.



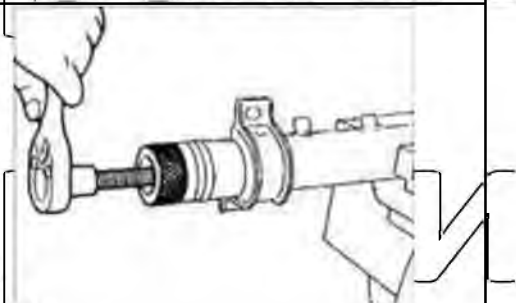
11. Вставте інструмент в гніздо валу.



12. Затягніть гайки інструменту.

13. Поверніть вал інструменту.

14. Зніміть інструмент.



15. Нанесіть мастило.

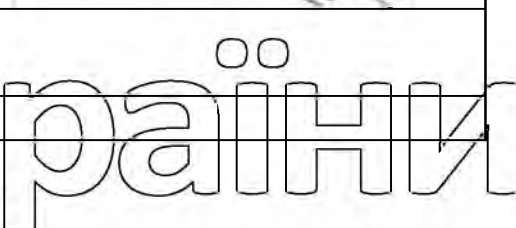
16. Всувайте рейку в картер.

17. Зніміть спецінструмент.

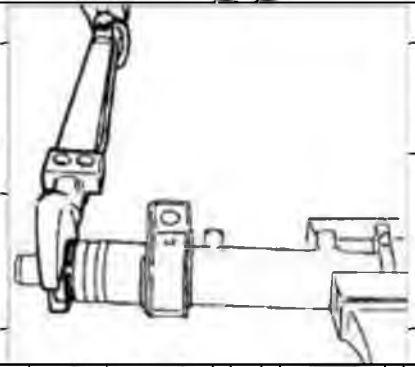


18. Нанесіть герметик на частину втулки з ривьboroю.

19. Встановіть втулку в картер.



20. Затягніть втулку.

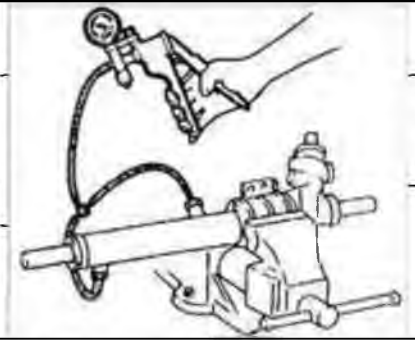


21. З'єднайте інструмент з кожухом.

22. З'єднайте вакуумнасос з спеціалізованим інструментом.

23. Створіть розрідження.

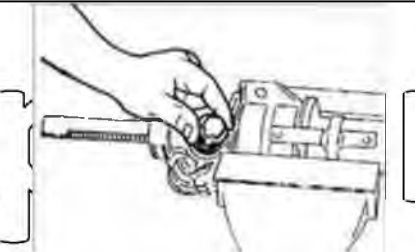
24. Перевірте підтримання вакууму.



25. Закріпіть кожух однієї шестерні в лещатах.

26. Нанесіть шар трансмісійної рідини на підшипник і поставте його в картер.

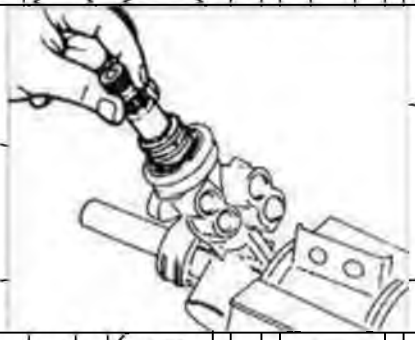
27. Втисніть підшипник у картер та затягніть пробку.



28. Нанесіть мастило.

29. Нанесіть шар трансмісійної рідини на ущільнювач.

30. Встановіть вал шестерні.



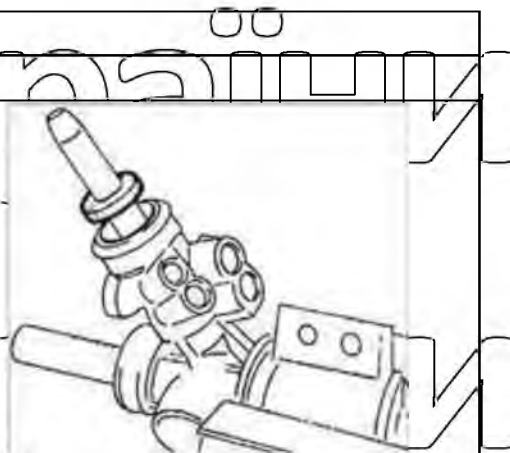
31. Нанесіть шар трансмісійної рідини на підшипник.

32. Нанесіть шар рідини трансмісійної

на кільце ущільнювача.

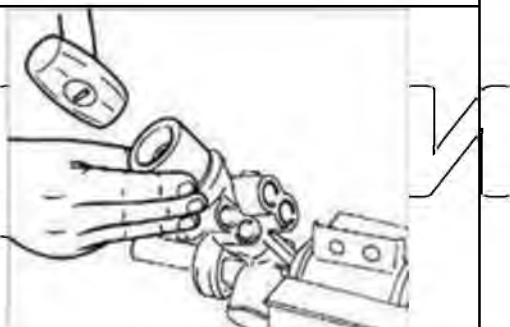
33. Встановіть втулку на шліці валу

34. Встановіть кільце ущільнювача в картер.



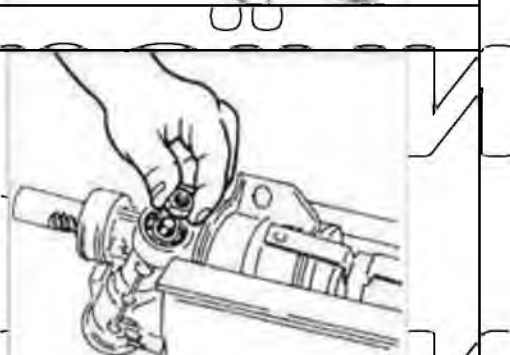
35. Встановіть масляне кільце ущільнювача.

36. На деякий час встановіть з'єднувач.



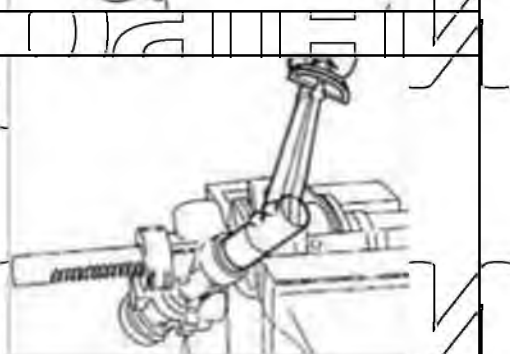
37. Наверніть контргайку.

38. Затягніть контргайку з моментом  $39-49 \text{ Н}\cdot\text{м}$

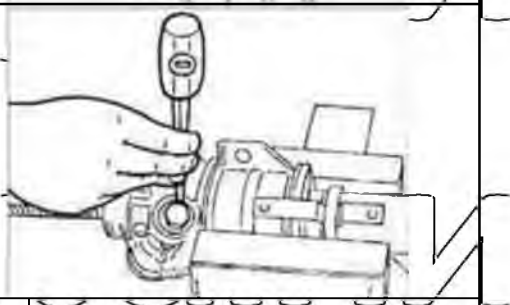


39. Нанесіть герметик на різьбу



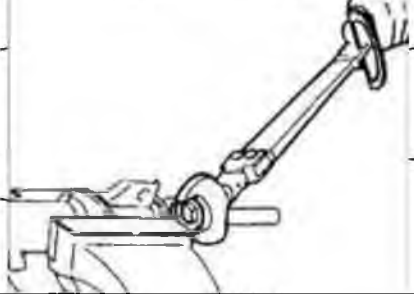
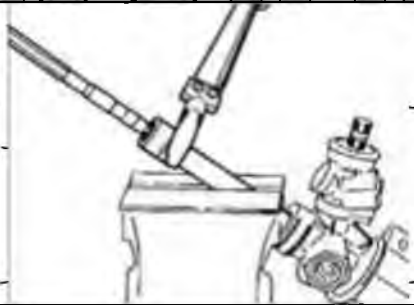
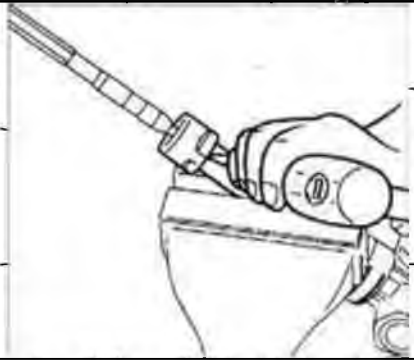
40. Встановіть картерну кришку



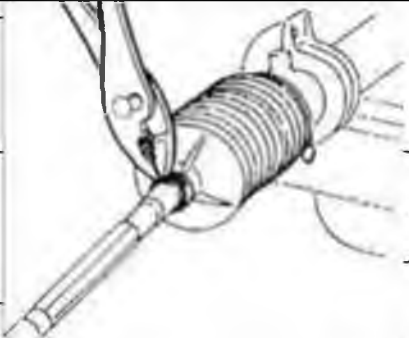
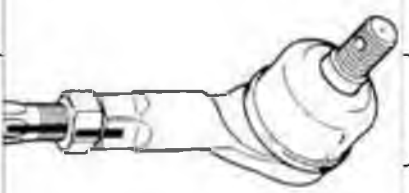

41. Закерніть кришку.



42. Закріпіть картер передачі рульової в

	лещатах.	
43.	Змастіть упор.	
44.	Встановіть упор в картер.	
45.	Встановіть рейку в центральне положення.	
46.	Дотягніть пробку упору.	
47.	Затягніть пробку.	
48.	Нанесіть шар герметика на різьбу	
49.	Затягніть контргайку.	
50.	Закріпіть картер в лещатах.	
51.	Встановіть тягу на рульову передачу.	
52.	Встановіть циліндричний штифт.	
53.	Заповніть чохол передачі змазкою.	
54.	Нанесіть шар герметика на чохол	



55.	Нанесіть шар змащувального матеріалу на поверхню чохла.	
56.	Насовванням встановіть захисний чохол передачі.	
57.	Закріпіть чохол хомутом.	
58.	Наверніть і затягніть контргайку тяги.	
59.	Закріпіть картер передачі в лещатах маслопроводами зверху.	
60.	Під'єднайте кронштейни маслопроводу.	

## 2.5 Технологічний план виконання всіх ремонтних операцій

Технологічний процес відновлення рульової рейки буде мати наступну структуру.

Операція 005 – Мийна операція. Виконується очищення від бруду, і слідів корозії.

Операція 010 – Розбирання. Проводиться зняття і розбирання деталей рульової рейки.

Операція 015 – Очищення. Виконується остаточне мигття 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. У випадку, якщо дана операція не проводиться, при наплавленні можливе згоряння металу витків різьби і забруднення продуктами згоряння наплавленого шару, неповне заповнення металом западин між витками і т.д. При нарізуванні різьби в цьому випадку можливі відколи металу і загальна незадовільна якість різьби. Тому від цього процесу приділяють особливу увагу.

Операція 030 – Вібродугове наплавлення. Проточена поверхня під різьбу наплавляється до 17 мм на довжині 25 мм із використанням електроімпульсної 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.

Операція 055 – Випробування готової деталі.

## 2.6 Розрахунок операцій технологічного процесу.

$$t_{ук} = t_0 + t_e + t_{обс} + t_{від} + t_{из} / n, \quad (2.1)$$

де  $t_0$  – основний час, який необхідний для безпосереднього впливу на оброблювану деталь;

$t_{в}$  – допоміжний час;  
 $t_{обс}$  – час обслуговування місця робітника;  
 $t_{від}$  – час відпочинку;

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

$n$  – число деталей у одній партії.  
Час  $(t_0 + t_{в})$  є оперативним, а час  $(t_{обс} + t_{від})$  – додатковим і береться у % від  $t_{оп}$ .

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

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:

$$t = \frac{(d_1 - d_0)}{2} = \frac{(15 - 13)}{2} = 1 \text{ мм.} \quad (2.2)$$

Швидкість подачі  $v=200$  м/хв.

Довжина обточуваної поверхні  $l=25$  мм.

Операція 030 – Вібродугове наплавлення.

Переходи:

1. Встановити деталь.
2. Наплавити поверхню до діаметра 17 мм.
3. Зняти деталь.

Основний час при виконанні вібродугового наплавлення:



$$T_0 = 0.06 \cdot F \cdot l \cdot y \cdot k_n \cdot k_c \cdot (a_n \cdot I), \quad (2.3)$$

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

$l = 425 \text{ мм}$ . – довжина шва;

$y = 7,8 \text{ г/см}$ . – щільність металу, що наплавляється;

$k_n = 0,95$  – коефіцієнт розбризкування металу;

$k_c = 1,0$  – коефіцієнт складності роботи;

$a_n = 5 \text{ г/А} \cdot \text{год}$ . – коефіцієнт розплавлення;

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

$$T_0 = 0.06 \cdot 7.0 \cdot 425 \cdot 7.8 \cdot 0.95 \cdot 1.0 \cdot (5 \cdot 200) = 1.32 \text{ хв.}$$

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

Додатковий час:

$$T_{\text{доп}} = 0.05 \cdot (t_{\text{обс}} + t_{\text{ом}}) = 0.05 (1.32 + 0.95) = 0.12 \text{ хв.} \quad (2.4)$$

Підготовчо-заклучний час:

$$T_{\text{пз}} = 5 \text{ хв.}$$

Калькуляційний час всь:

$$t_{\text{шк}} = 1.32 + 0.95 + 0.12 + 5/25 = 1 \text{ хв.}$$

Операція 035 – Токарна.

Глибина різання  $t = (d_1 - d_0) / 2 = (15 - 13) / 2 = 1 \text{ мм.}$

Швидкість подачі  $v = 200 \text{ м/хв.}$

Довжина обточеної поверхні  $l = 25 \text{ мм.}$

Калькуляційний час виконання операції токарної  $i_{\text{шт.к}} = 14,7 \text{ хв.}$

Операція 040 – Шліфувальна.

При проведенні цієї операції обираємо круглошліфувальний верстат 3М151, пристосування – упорні гладкі центри конусністю 1:10.

$$\text{Кутом } 60^\circ, D = 80 \text{ мм ГОСТ 18259-72; повідковий патрон і привідний хомутик.}$$

Вибираємо глибину різання  $t = 0,01 \text{ мм.}$

Визначаємо поздовжню подачу за формулою

НУБІ! ПІРАІНІ

НУБІ! ПІРАІНІ

НУБІ! ПІРАІНІ

НУБІ! ПІРАІНІ

НУБІ! ПІРАІНІ

НУБІ! ПІРАІНІ

НУБІ! ПІРАІНІ

де  $P$  – частка ширини шліфкруга;  $P = 0,3$  [9];  
 $B$  – ширина шліфкруга, яку приймаємо  $B = 40$  мм.  
 $S_{\text{позд}} = 0,3 \cdot 40 = 12$  мм/об.

Визначаємо довжину ходу стола за формулою

$L_p = l - B$ , (2.6)  
 де  $l$  – довжина оброблюваної поверхні;  $l_1 = 20$  мм та  $l_2 = 38$  мм.  
 Ефективну потужність при шліфуванні визначимо за формулою.

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

$$L_{p2} = 38 - 40 = -2 \text{ мм.}$$

Ефективну потужність при шліфуванні визначаємо:  
 $N = C_N + V_d \cdot l \cdot s \cdot d$ , (2.7)

де  $C_N$ ,  $d$ ,  $x$ ,  $y$ ,  $q$  – поправочні коефіцієнти, що враховують умови роботи;

$$C_N = 2,26;$$

$$d = 0,5;$$

$$x = 0,5;$$

$$y = 0,55;$$

$$q = 0,2;$$

$$N = 2,26 + 15^{0,5} \cdot 0,01^{0,5} \cdot 12^{0,55} \cdot 27,9^{0,2} = 5,67 \text{ кВт.}$$

$$M = 2,26 + 15^{0,5} \cdot 0,01^{0,5} \cdot 12^{0,55} \cdot 34,9^{0,2} = 7,1 \text{ кВт.}$$

Після проведених розрахунків приймаємо верстат 3М151. Частоту обертання деталі визначаємо за формулою:

$$n_d = \frac{KV}{\pi D} = \frac{431 \cdot 35}{3,14 \cdot 0,4206} = 114,3 \text{ м/с,}$$

де  $K$  – швидкість обертання круга  $= 35$  м/с;  
 $d$  – діаметр круга.

$$D = \frac{1000 \cdot 60 \cdot 35}{3,14 \cdot 1590} = 420,6 \text{ мм.}$$

Круг прийемо ПП 420x40x220 з матеріалу Э5 40С1 5К.

Основний час визначимо за формулою.

$$t_0 = L_p \cdot n \cdot k / n_d \cdot S_{\text{покр}} \cdot S_1 \quad (2.8)$$

де  $h$  – припуск;  $h = 0,1$  мм;

$k$  – коефіцієнт спрацювання круга, який приймаємо  $k = 1,6$ ;

$S_1$  – подача,  $S_1 = 0,01$  мм.

$$t_0 = 48 \cdot 0,1 \cdot 1,6 / 114,3 \cdot 12 \cdot 0,01 = 0,6 \text{ хв}$$

Операція 045 – Гальванічна.

Деталі обезжирюють та зачищають у ванну з електролітом на матеріалом,

який наноситимуть.

Потім, не витягуючи деталей з електроліту мінють полярність та наноситься покриття.

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

де  $d$  – 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.

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

$$S_{k2} = 3,14 \cdot 34,9 \cdot 38 \cdot 25 = 1041067,7 \text{ мм}^2.$$

Операція 050 – Обдування.

На обдування деталі приймаємо час 2 хв.

Операція 055 – Заключний контроль

Здійснюють контроль параметрів та якості відновленої поверхні.

Час на операцію  $T_{\text{штк}} = 4,5$  хв.

Операція 060 – Випробування готової деталі.

Приймаємо час 8 хв.

# НУБІП України

## 3.1. Стенд для розбирання рульового механізму.

На рисунку 3.1 показано стенд для розбирання або збирання рульового механізму. Стенд складається з плити, де стоять чотири стійки. Ремонтований механізм ставлять на стійки за допомогою фіксаторів стопорять.

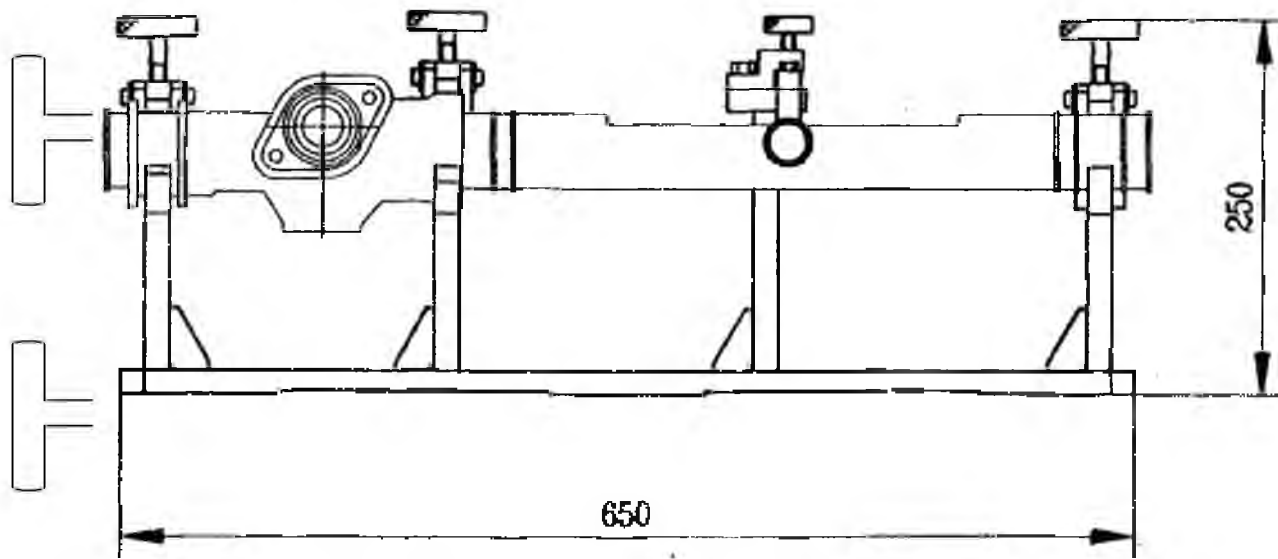


Рисунок 3.1 Загальний вигляд стенду для здійснення розбирання рульових механізмів

## 3.2 Здійснення перевірки та регулювання люфта

Спочатку необхідно підтягти усі гайки кріплення як кульових пальців так і поворотних важелів. Перевірку необхідно проводити вдвох. Один з працівників різко хитає рулем, інший – на дотик рукою (рис.3.2, а) здійснює перевірку переміщення деталей. Переміщення пальця щодо наконечника свідчить про те, що є люфт. Зазор усувається загвинчуванням в наконечник рульової тяги пробки 1 повністю з відкручуванням її на 1-2 оберти (рис.3.2, б)

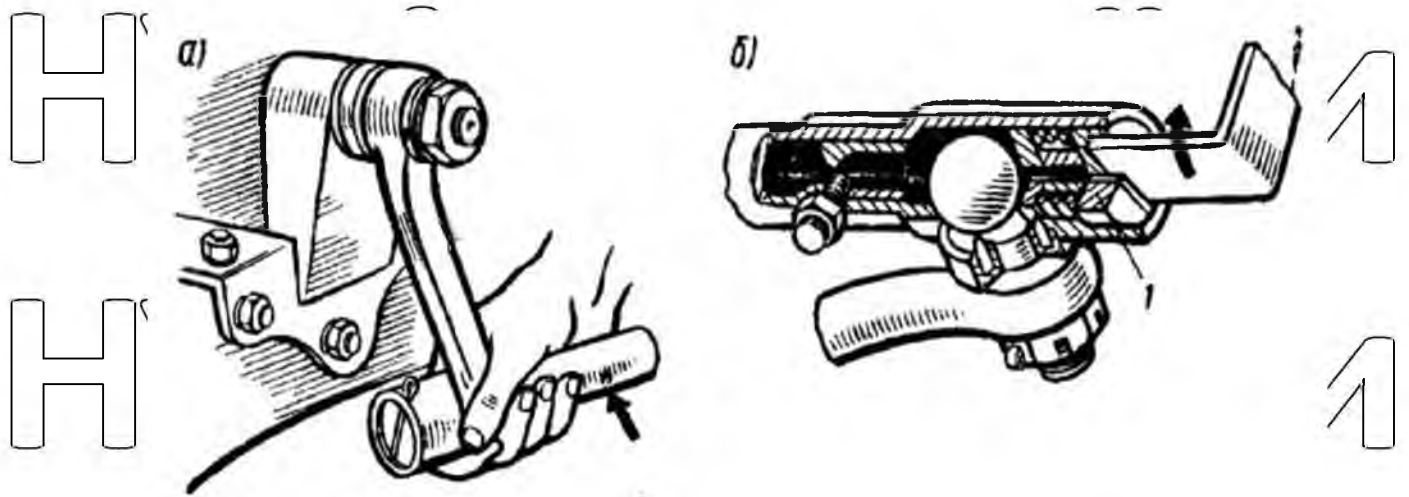


Рисунок 3.2 – Здійснення перевірки люфта а и підтяжка різбових корок в з'єднаннях шарнірах поперечною тягою

Якщо відчувається кід в шарнірі то такі тяги замінюють новими.

### 3.3. Знімач пальців тяги рульової

Пальці закріплюють у важелях кулаків, осіці та маятника з допомогою конічних з'єднань.

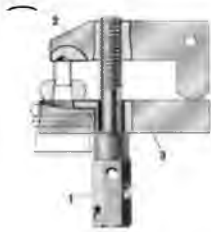
Рекомендовано момент затягування (гайка  $M14 \times 1,5 - 5,1 \dots 6,3$  кгс·м). У автомобілів ВАЗ гайка ( $M12 \times 1,25$ ) пальця тяги затягується з моментом  $2,76 \dots 3,41$  кг·см. Забороняється затяжка пальців без динамометричного ключа

Для цього потрібна естакада або оглядова яма.

Випресовування пальців шарнірів рульової тяги Жигулів знімачем 447052 не представляється важким. Знімач надійний, при цьому доступ до знімануваного шарніра вільний.

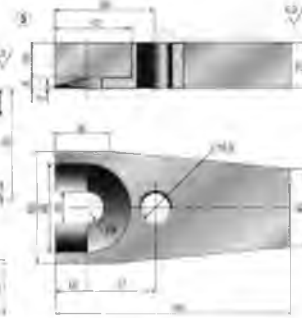


НУБ



аїни

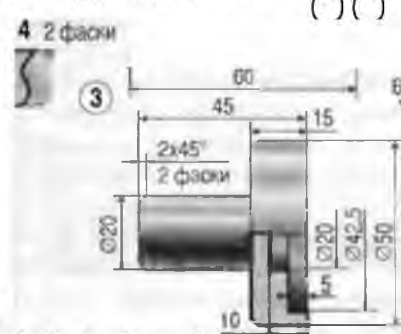
НУБ



аїни

Рисунок 3.3 – Знімач пальців для рульової тяги

НУБ П У

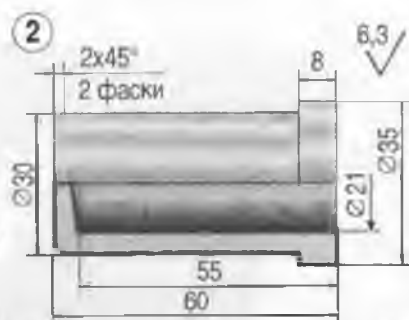
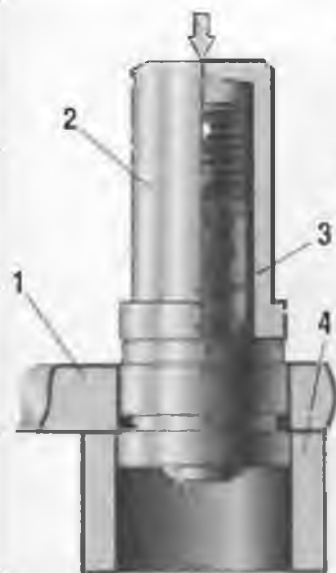


НУБ П У КРАЇНИ

Рисунок 3.4 – Запресовування шарнірів в рульову тягу.

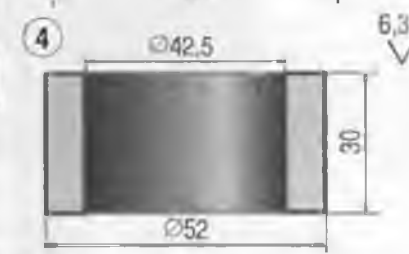
1 – стаканна опора; 2 – коротка тяга; 3 - опресовка; 4 – шарнірне з'єднання

НУБ



їни

НУБ



їни

НУБ П У КРАЇНИ

Рисунок 3.5 – Вигляд випресовки для шарнірів рульової тяги:

1 – тяга рульова; 2 - облямовування; 3 – шарнір виресовуваний; 4 – опора циліндрична.

### 3.4 Розрахунок електроприводу електромеханічного підіймника

При проектуванні привода з гвинтовим механізмом задають або знаходять осьову силу  $P$ , яка діє вздовж вісі гвинта від робочого органу обладнання, і швидкість гвинта  $v$  (швидкість руху робочого органу).

Розрахунок полягає у визначенні параметрів гвинтової пари, виборі електродвигуна і редуктора. Основна причина виходу з ладу гвинтових механізмів – зношення різьби. З умов зносостійкості знаходять середній діаметр різьби  $d_2$ . Тиск на різьбі, визначаються залежністю

$$p = \frac{P}{10^6 \pi d_2 h z} \quad (3.1)$$

де  $P$  – осьова сила, Н;

$[p]$  – допустимий тиск (для сталюого гвинта і бронзової гайки  $[p] = 8 \div 12$

$h$  – робоча висота профілю різьби, мм

$$h = 0.5 S, \quad (3.2)$$

де  $S$  – крок різьби, мм ( $S = 12$ );

$$h = 0.5 \cdot 12 = 6 \text{ мм,}$$

$z$  – кількість витків гайки

$$z = \frac{H}{S}, \quad (3.3)$$

де  $H$  – товщина гайки, м

$$H = d_z \cdot \psi_M, \quad (3.4)$$

де  $\psi_M = 1.2 \dots 2.5$  ;

$$H = 0.0444 \cdot 2.5 = 0.111 \text{ м}$$

$$z = \frac{0.111}{0.112} = 9.25 ;$$

$$p = \frac{62000}{10^6 \cdot 3.14 \cdot 0.0444 \cdot 0.006 \cdot 9.25} = 8.01 \text{ МПа.}$$

З формули (3.1) отримаємо усереднений діаметр різьби, м

$$d_2 = \sqrt{\frac{2P}{10^6 \pi \psi_M [p]}} \quad (3.5)$$

$$d_2 =$$

$$2 \cdot 62000$$

НУБІЛ ПІД КРАЇНОЮ

НУБІЛ ПІД КРАЇНОЮ

НУБІЛ ПІД КРАЇНОЮ

НУБІЛ ПІД КРАЇНОЮ

НУБІЛ ПІД КРАЇНОЮ

НУБІЛ ПІД КРАЇНОЮ

НУБІЛ ПІД КРАЇНОЮ

НУБІП України

Діаметр різьби внутрішній,  $d_1$ , м

$$d = \frac{d_1}{(1.1 \dots 1.125)} \quad (3.6)$$

$$d = \frac{0.0444}{1.1} = 0.040.$$

НУБІП України

Діаметр різьби зовнішній,  $d$ , м

$$d = 1.2 \cdot d_1; \quad (3.7)$$

$$d = 1.2 \cdot 0.0404 = 0.0485 \text{ м.}$$

НУБІП України

Хід різьби,  $S_1$ , мм

$$S_1 = z_1 \cdot s_1; \quad (3.8)$$

де  $z_1$  – кількість заходів.

$$S_1 = 1 \cdot 12 = 12 \text{ мм.}$$

НУБІП України

Враховуючи, що гвинт одночасно працює на розтягання (стиск) та кручення, його розраховують на міцність.

Визначаємо площу поперечного перетину гвинта  $F_1$ , м<sup>2</sup>,

$$F = \frac{\pi d^2}{4}; \quad (3.9)$$

НУБІП України

$$F_1 = \frac{3.14 \cdot 0.0404^2}{4} = 0.00128 \text{ м}^2.$$

Визначаємо окружну силу на різьбі  $T$ , Н

$$T = P \cdot \text{tg}(\alpha + p'); \quad (3.10)$$

НУБІП України

де  $\alpha$  – кут підйому (винтової лінії) (для само гальмуючих гвинтів  $\alpha \leq 4^\circ 30'$ );

$\rho$  – приведений кут тертя;

$$\text{tg}(\rho) = \frac{f}{\cos \beta}; \quad (3.11)$$

НУБІП України

де  $f$  – коефіцієнт тертя гвинта та гайки;

$f = \text{tg} \theta = 0,08$  до  $0,1$  при терті сталі о бронзу;

$\beta$  – кут загострення різьби (для прямокутної різьби  $\beta = 0$ ;  $p' = \rho$ );

$$\text{tg}(\rho') = \frac{0.1}{\cos 0} = 0.1; \quad (3.12)$$

НУБІП  $p' = 5.71;$   
 $T = 62000 \cdot \text{tg}(4.5 + 5.71) = 11166.732 \text{H.}$  України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

Визначасмо момент опору перетину гвинта  $W, \text{м}^2$

$$W = 0.1 \cdot d_1^2; \quad (3.13)$$

$$W = 0.1 \cdot 0.0404^2 = 0.00000659 \text{ м}^2;$$

$$\sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2} = \sqrt{\left(\frac{62000}{0.00128 \cdot 10^6}\right)^2 + 4 \left(\frac{247.901}{0.00000659 \cdot 10^6}\right)^2} = 89.48 \text{ МПа.}$$

Гвинти, які працюють на стискання, перевіряють на стійкість.

$$\mu l > (8 \dots 10) d_1,$$

де  $l$  – найбільша вільна довжина гвинта, м;

$\mu$  – коефіцієнт довжини, який враховує характер закріплення кінців гвинта.

Сила  $P_{кр}$  визначається по формулі Ейлера. Якщо гнучкість гвинта  $\lambda \leq$  (3.14)

$$100, \text{ то: } \lambda = \frac{\mu l}{i},$$

де  $i$  – радіус інерції, м

$$i = \sqrt{\frac{I}{A}}, \quad (3.15)$$

де  $I$  – момент інерції,  $\text{м}^4$

$$I = 0.01 \cdot \left(3 \cdot \frac{d}{d_1}\right)^4 d^4; \quad (3.16)$$

$$I = 0.01 \cdot \left(3 \cdot \frac{0.0485}{0.0404}\right)^4 0.0485^4 = 0.0000002 \text{ м}^4,$$

$$i = \sqrt{\frac{0.0000002}{0.00128}} = 0.0125 \text{ м};$$

$$\lambda = \frac{0.355}{0.0125} = 28.4;$$

$$n_y = \frac{151552.58}{62000} = 2.44.$$

Якщо стійкість не забезпечується, то гвинт перераховують. Гайку виготовляють з антифрикційних матеріалів – бронзи або чавуну.

Знаючи параметри гвинта, знаходимо частоту обертання черв'ячного колеса,  $\text{хвил}^{-1}$

$$n = \frac{60 \cdot v}{},$$



НУБІП <sup>(3.17)</sup> України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

де  $S_f$  – хід різьби, мм;  
 $v$  – швидкість гвинта (швидкість підйому робочого органу), м/с;

$$n = \frac{60 \cdot 0.01}{12} = 0.05 \text{ ХВ}^1.$$

Потужність двигуна, кВт

$$N = \frac{P \cdot v}{1000 \cdot \eta_c \cdot \eta_g} \quad (3.18)$$

де  $\eta_g, \eta_c$  – к.к.д гвинтової черв'ячної пари ( $\eta_c = 0,9$ );

К.К.Д гвинтової передачі:

$$\eta_g = \frac{A_k}{A_p} \quad (3.19)$$

де  $A_k$  – корисна робота підйому вантажу, Н·м,  $A_k = 372 \text{ Н·м}$ ;

$A_p$  – робота за один оберт гвинта, необхідна для підйому вантажу,  $A_p = 842.36$

$$\eta_g = \frac{372}{842.36} = 0.44;$$

$$N = \frac{62000 \cdot 0.01}{1000 \cdot 0.9 \cdot 0.44} = 1.57 \text{ кВт.}$$

Приймаємо  $N = 2 \text{ кВт.}$

Згідно розрахунків було визначено, що для забезпечення електромеханічного підйомника, який призначений для вивішування ескутерів й автомобілів масою до 3,5 т., необхідно застосовувати електродвигун потужністю 2 кВт.

### 3.5 Розрахунок деталей пристрою на міцність

Площу перерізу стійки можна визначити за формулою.

$$A = \frac{\pi (d_s - d_e)^2}{4} \quad (3.20)$$

$$A = \frac{3.14 \cdot (120 - 108)^2}{4} = 113.04 \text{ мм}^2.$$

Напруження, які виникають в перерізі стійки, визначимо формулою:

$$\sigma_e = \frac{F_{\max}}{A}; \quad (3.21)$$

$$\sigma_e =$$

5000  
113.04  
44.1  
МПа

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

Дійсні напруження стиску менші від граничних. При роботі стенда виникають поперечні сили, що є причиною згинних моментів (1000 Н·м). Напруження стиску-розтягу, які викликані дією моментів згинних,

визначаємо формулою:

$$\sigma_s = \frac{M_{\max}}{W_0}, \quad (3.22)$$

де  $W_0$  – момент опору стійки основи осьовий.

$$W_0 = \frac{\pi d^3}{32} \left[ 1 - \left( \frac{d}{d_1} \right)^4 \right], \quad (3.23)$$

$$W_0 = \frac{3.14 \cdot 120^3}{32} \left[ 1 - \left( \frac{108}{120} \right)^4 \right] = 58312 \text{ мм}^3;$$

$$\sigma_s = \frac{1000 \cdot 10^3}{58312} = 17 \text{ МПа.}$$

Напруження не перевищують допустимих.

Силу зрізу приймаємо (12000 Н.)

На рисунку 3.6 показано схему навантаження зварного шва стійки основи

стенда.

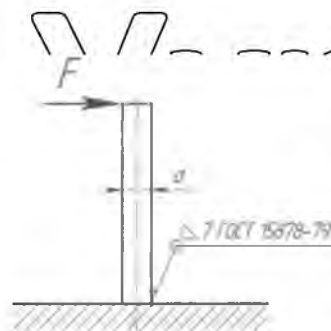


Рисунок 3.6 – Розрахункова схема для визначення навантаження зварного шва основи

Дійсні напруження максимальні, які виникають в зварних швах стійки

визначаємо формулою:

$$\tau_{\max} = \frac{F_{\text{зр}}}{\pi \cdot d_s \cdot 0.7k}, \quad (3.24)$$

де  $k$  – катет шва ( $k = 7$  мм).

$$\tau = \frac{12000}{\pi \cdot 120 \cdot 0.7 \cdot 7} = 6.5 \text{ МПа.}$$

$$\tau_{\max} = \frac{12000}{3.14 \cdot 120 \cdot 0.7 \cdot 7}$$

Напруження в зварних швах максимальні не перевищують граничні.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

# НУБІП України

## 4.1 Використання прикладного програмного забезпечення для вирішення задач магістерської роботи

# НУБІП України

Система автоматизованого проектування (САП або САПР) або автоматизована система проектування (АСП) це автоматизована система, призначена для

автоматизації технологічного процесу проектування виробу, кінцевим результатом якого є комплект проектно-конструкторської документації, достатньої для виготовлення та подальшої експлуатації об'єкта проектування. Реалізується на базі спеціального програмного забезпечення, автоматизованих банків даних, широкого набору периферійних пристроїв.

САПР виконує такі функції:

# НУБІП України

- конструкторська частина — розробка повного комплексу конструкторської документації;

- технологічна частина — розрахунок і проектування технологічних схем, технологічного оснащення, транспорту;

# НУБІП України

- архітектурно-будівельна частина — розрахунок і проектування металевих і залізобетонних конструкцій;

- санітарно-технічні системи — проектування теплопостачання, опалення і вентиляції виробничих і адміністративних корпусів, а також водопостачання

# НУБІП України

- і каналізації;
- електротехнічні системи — розрахунок і проектування електропостачання, електросилового устаткування, світлотехнічної частини проєктів, телемеханізації електропостачання;

- гідротехнічні спорудження — розрахунок і проектування напірного і безнапірного гідро транспорту відвальних хвостів, стійкості укосів.

# НУБІП України

- системи автоматизації — розробка схем зовнішніх зв'язань, електричних і трубних проводок щитів автоматики;



НУБІП України

- кошторисна частина — складання локальних і зведених кошторисів, відомостей матеріалів, специфікацій, комплектація обладнання.

САПР включає такі технології:

- CAD (англ. *Computer-aided design*) — технологія автоматизованого проектування;

НУБІП України

- CAM (англ. *Computer-aided manufacturing*) — технологія автоматизованого виробництва;

- CAE (англ. *Computer-aided engineering*) — технологія автоматизованої розробки;

НУБІП України

- CALS (англ. *Continuous Acquisition and Life cycle Support*) — постійна інформаційна підтримка поставок і життєвого циклу.

Система автоматизованого проектування і розрахунку — комп'ютерна система обробки інформації, що призначена для автоматизованого

НУБІП України

проектування (CAD), розроблення (CAE) і виготовлення (CAM) кінцевого продукту, а також оформлення конструкторської і/або технологічної документації.

Дані з CAD-систем передаються в CAM (англ. *Computer - aided manufacturing*) — система автоматизованої розробки програм обробки деталей для верстатів з ЧПУ або ГАВС (Гнучких автоматизованих виробничих систем))

НУБІП України

Робота з САПР полягає у створенні геометричної моделі виробу (двовимірної чи тривимірної, твердотільної), генерацію на основі цієї моделі

НУБІП України

конструкторської документації (креслень виробу, специфікацій тощо) і його наступний супровід.

Слід зазначити, що термін «САПР» по відношенню до промислових систем має ширше тлумачення, ніж CAD — він включає CAD, CAM і CAE.

Компоненти САПР:

НУБІП України

- Математичне забезпечення — математичні моделі, методики та методи їх отримання;
- Лінгвістичне забезпечення- мовне забезпечення

- Технічне забезпечення — пристрої введення, обробки і виведення даних, засоби підтримки архіву проектних рішень, пристрої передачі даних;
- Інформаційне забезпечення;

- Програмне забезпечення — інформаційна база САПР, автоматизовані банки даних, системи керування базами даних (СКБД)
- Методичне забезпечення;

#### 4.2 Класифікація програмного забезпечення САПР

Програмне забезпечення САПР поділяється на загальносистемне, базове і прикладне.

Загальносистемне ПО не відбиває специфіку конкретної предметної області й особливості конкретної САПР. Загальносистемне ПО розробляють для різних застосувань ЕОМ і в нього входять операційні системи (ОС) машин.

Базове ПО призначено для використання багатьма проектними організаціями. Воно розробляється разом з апаратною частиною робочих місць проектувальника і виконує функції обслуговуючих підсистем САПР. У базове ПО включають, наприклад, засобу редагування графічних зображень, системи керування базами даних і т.п.

Прикладне ПО складають пакети прикладних програм (ППП), призначені для виконання різних проектних процедур. ППП — сукупність програм, об'єднаних спільністю застосування й орієнтацією на визначений клас задач.

Укрупнена структура одного з рівнів ПО САПР представлена на мал. 4.1.

При структуруванні програмного забезпечення крім ППП використовують поняття програмних систем, комплексів і компонентів.

Комплекс по визначенню в Єдиній системі програмної документації (ЕСПД) — складна програма, яку можна розділити на складові частини.

Компоненти — складові частини програм, що виконують однакові функції.

Поняття «комплексів-компонентів» аналогічні поняттям «система-елемент» у блочно-ієрархічному проектуванні складних об'єктів.

У залежності від складу компонентів розрізняють кілька типів ППП.

ППП простої структури включають тільки функціональні обробні програми, кожна з яких призначена для виконання деякої проектної чи процедури операції. ППП цього типу використовуються на таких маршрутах проектування, де виконувані проектні операції досить автономні і здійснюються послідовно, а міжпрограмні зв'язки слабкі.

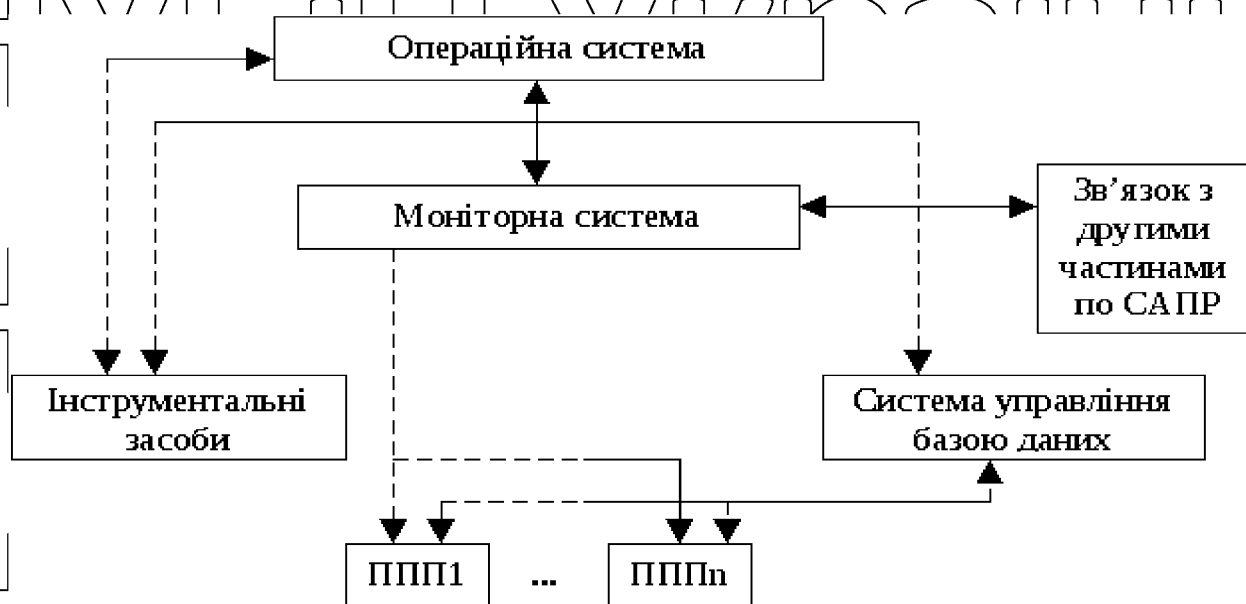


Рисунок 4.1 – Структура САПР

ППП складної структури включають власну керуючу частину, названу монітором. Програмна система додатково поєднує засоби взаємодії і спілкування проектувальника й ЕОМ — мовний процесор із проблемно-орієнтованою вхідною мовою. Програмні системи разом з відповідним лінгвістичним і інформаційним забезпеченням відносяться до програмно-методичних комплексів САПР.

Керуюча частина ПО має ієрархічну організацію. В узагальненому представленні її можна розділити на рівні: операційна система обчислювальної мережі, операційні системи окремих ЕОМ, моніторні системи різних автоматизованих систем, моніторна система окремої САПР, монітори окремих програмних чи систем ППП.

#### 4.3 Впровадження систем автоматизованого проектування

Безупинне ускладнення сучасних засобів і процесів їх виготовлення, зростаючі вимоги до надійно умов і якості продукції, і навіть необхідність скорочення строків підготовки виробництва, зниження трудомісткості і вартості інженерних робіт неминуче ведуть до широкої впровадженню обчислювальної техніки до процесів створення нових виробів.

Останніми роками нашої країні за кордоном розробляються та впроваджуються системи автоматизованого проектування (САПР). САПР є комплексом технічних засобів, програмного і математичного забезпечення, готовий до виконання в автоматичному режимі інженерних розрахунків, графічних робіт, вибір варіантів технічних і організаційних рішень тощо.

САПР успішно застосовуються розробки нових виробів на радіоелектронній промисловості, під час проектування літаків, автомобілів, верстатів та, розробки технологічних процесів й оснащення. Застосування систем автоматизованого проектування дуже ефективно. Так, при проектуванні многошпіндельних головок автоматичних ліній традиційним способом на складальну одиницю витрачається 10-12 днів. З допомогою ЕОМ проектні роботи виконуються за 15 хв. Весь цикл проектування у своїй об'ємності займає один-півтора дня.

Впровадження САПР потребує створення відповідної системи організації робіт, бо лише в цьому випадку забезпечується ефективне використання складної і високопродуктивної техніки.

У організаційну структуру науково-технічних підрозділів підприємств під час введення САПР необхідно виділити спеціальну службу, покликану займатися автоматизацією проектно-конструкторських і технологічних робіт.

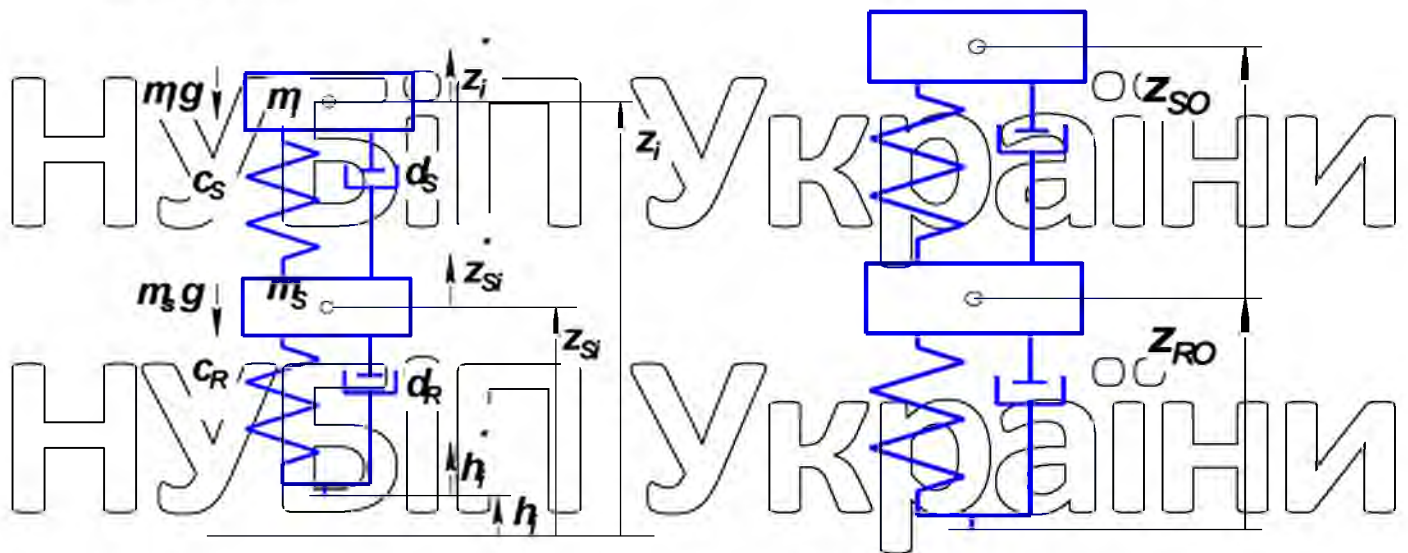
# НУБІП України

## 5.1. Аналіз заходів по управлінню ресурсом шин

Ступінь впливу експлуатаційних чинників на знос шин автобусів різний.

Вплив динамічних процесів на інтенсивність зношування шин виконано для розробки динамічної моделі подолання перешкоди автомобілем.

Для складання рівнянь руху автобуса необхідно задатися допущеннями, що виступи на траєкторії постійної швидкості руху автобуса змодельовані як нерівності дорожнього покриття, представлені функцією часу; ресори змодельовані як лінійний елемент. Розрахункова схема являє собою динамічну модель, що складається з двох мас елементів: перша – маса вісі у зборі, друга – маса кузова (з пасажирами) (рис. 5.1), де індекс  $S$  позначає підресорювання керованого колеса,  $R$  – керованого колеса;  $m_s$  – маса конструкції із колеса, підшипника, вісі та жорстко поєднаних з ними частинами деталей механізму демпфування.



а) підресорене кероване колесо

б) розвантажене кероване колесо.

Рисунок 5.1 – Розрахункова схема

Враховуючи максимально відкриту і узгоджену позицію підресорювання покришки  $z_{R0}$  і керованого колеса  $z_{s0}$ , то диференціальні рівняння мають вигляд:



$$m_s \ddot{z}_s = -m_s g + c_r (z_{R0} - z_{S1} + h_i) - d_R (\dot{z}_{S1} - \dot{h}_i) + c_s (-z_{S0} - z_{S1} + z_i) + d_s (\dot{z}_i - \dot{z}_{S1}); \quad (5.1)$$

$$m_i \ddot{z}_i = -m_i g + c_s (z_{S0} - z_i + z_{S1}) - d_s (\dot{z}_i - \dot{z}_{S1}); \quad (5.2)$$

де  $m_s$  – маса вісі у зборі, кг;

$m_i$  – маса кузова (з вантажем), кг;  
 $g$  – прискорення вільного падання, м/с<sup>2</sup>;  
 $c_r$  – жорсткість пружин керованого колеса, кН/м;

$c_s$  – жорсткість підресорювання керованого колеса, кН/м;

$z_{S0}$  – підресорювання керованого колеса, мм;

$z_{R0}$  – підресорювання покришки, мм;

$h_i$  – нерівності поверхні, мм;

$d_R$  – демпфування керованого колеса, Нс/м;

$d_s$  – демпфування підресорювання керованого колеса, Нс/м.

Моделювання вертикальної динаміки моделі показано на рисунках 5.2–

5.3.

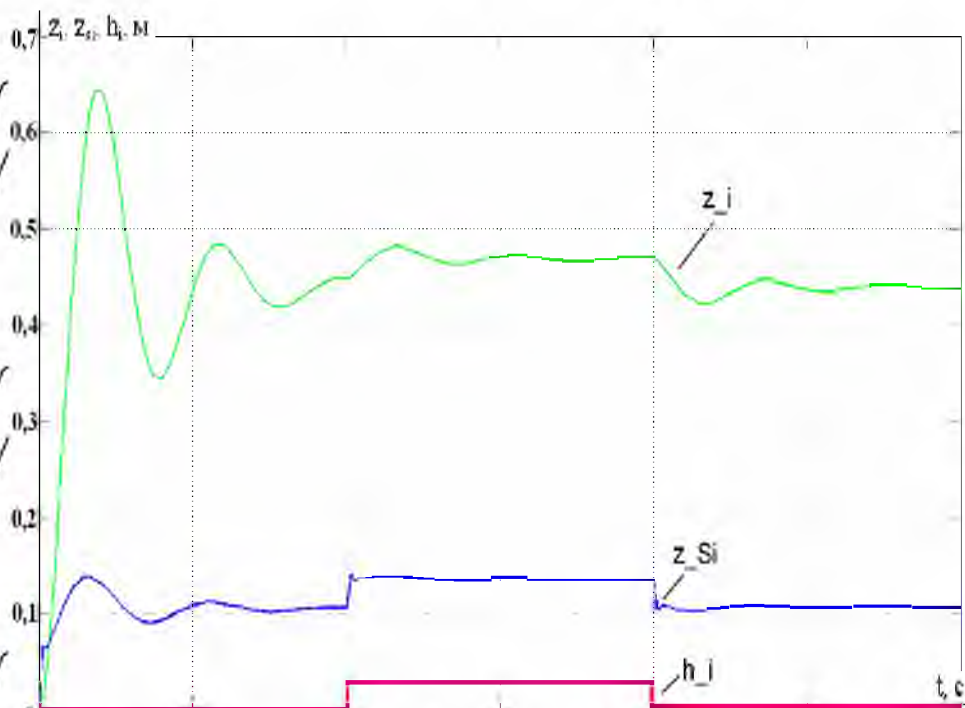


Рисунок 5.2 – Значення вертикального руху лінійної моделі підресорювання

при наїзді на нерівност висотою 30 мм. ( $z_i(t)$ ,  $z_{S1}(t)$ ,  $h_i(t)$  за формулами (1) і (2))



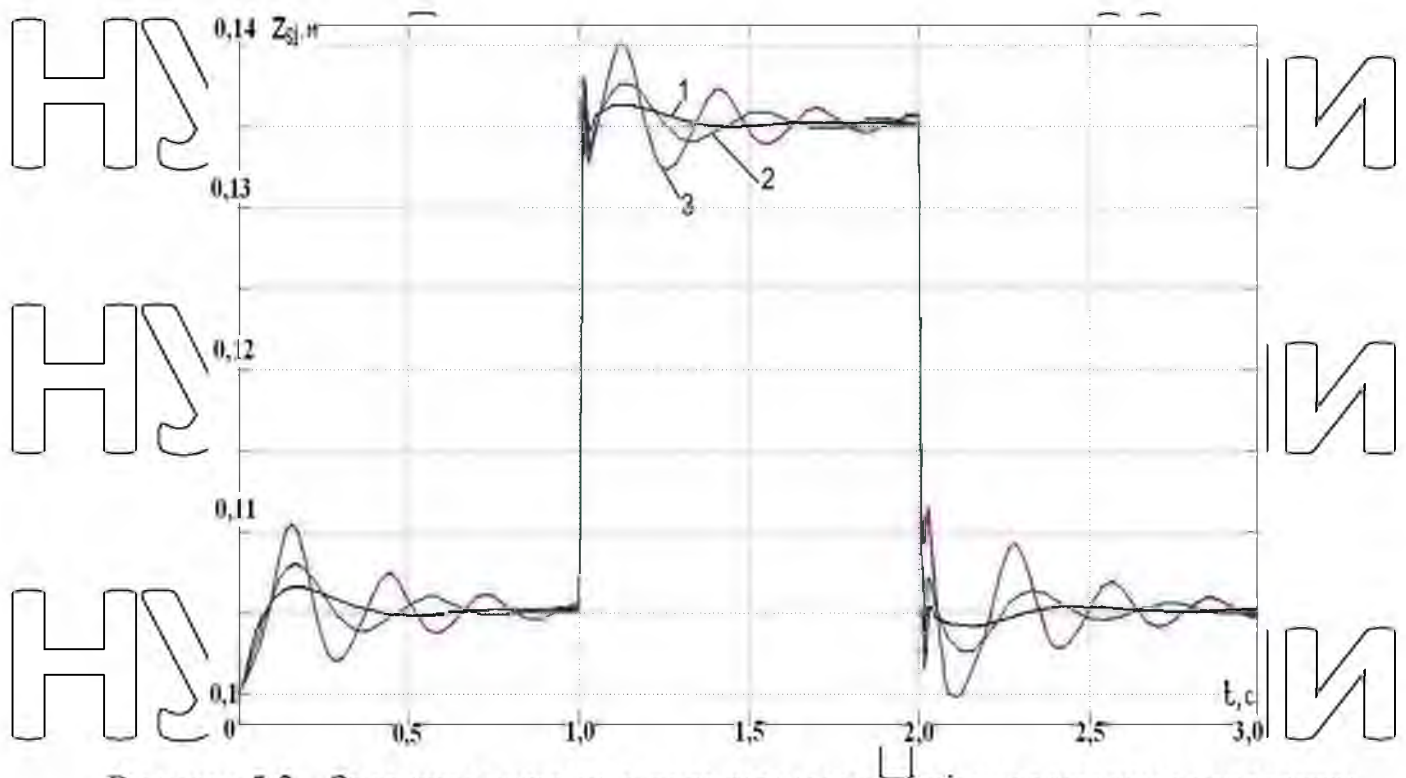


Рисунок 5.3 – Значення вертикального руху моделі підресорювання керованих коліс коли долають перешкоду висотою 30 мм для характеристик  $c_s$ : 1 – прогресивна; 2 – дегресивна; 3 – лінійна

Для узагальнення результатів змодельовано переїзд перешкоди для ресор з прогресивної, дегресивної і лінійної характеристик (рис.5.3).

Використання дегресивної характеристики дозволяє отримати спокійну вертикальну динаміку.

Моделювання динамічних процесів в шині й підвісці дозволило виявити, що: а) динамічна складова навантаження на шину виникає при подоланні вертикальних перешкод, різкому гальмуванні й наборі швидкості; її величина залежить від швидкості руху, висоти перешкоди і демпфуючих властивостей функціональних елементів підвіски, що досягає й перевищує величину статичного навантаження;

б) збільшення навантаження на шину і тривалість перехідних процесів залежить від характеристик функціональних елементів підвіски, форми контактуючих поверхонь і призводить до збільшення контактних і дотичних

напруг, проковзування, що безпосередньо впливає на інтенсивність зношування та її розрахунок;

в) динамічна складова залежить від якості дорожнього покриття і категорії експлуатації та введена в розрахунок нормативного ресурсу статистичним коефіцієнтом впливу;

г) перевантаження шин від паспортних значень внаслідок дії динамічних процесів враховується при призначенні нормативного ресурсу відповідним коефіцієнтом коригування, що враховує усереднену величину перевантаження та його тривалість.

Пропонується розраховувати ресурс ( $N$ ) шин:

$$L \cong L_{\text{ши}} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6 \cdot k_7, \text{ тис. км.} \quad (5.3)$$

Коефіцієнти коригування потрібно вибирати за розробленими таблицями:

$$k_i = \sqrt{\frac{L_{\text{факт}j}}{L_{\text{норм}j}}} \quad (5.4)$$

де  $k_i$  – коефіцієнт коригування ( $i = 1, 2, \dots, 7$ );

$L_{\text{факт}}$ ,  $L_{\text{норм}}$  – відповідно фактичний і нормативний пробіг шин автобуса, тис. км ( $j = 1, 2, \dots, n$ ).

## 5.2 Удосконалення системи технічного обслуговування ходової частини автомобіля

Пропонується комплекс технічних впливів з урахуванням форми й інтенсивності зношування протектора у вигляді розміченого графа елементів (рис. 5.4), які визначені на основі аналізу взаємозв'язків між інтенсивністю і формою зносу протектора з технічним станом ходової частини і рульового управління автобусів:

$d_0$  і  $d_1$  – люфт рульового відповідно колеса та механізму і тяг;

$d_2$  – люфт підшипників маточини коліс;

$d_3$  – люфт шкворневого з'єднання;

НУБІП України

$d_4$  – технічний стан шин;  
 $d_5$  – тиск повітря в шинах;  
 $d_6$  – перекіс мостів;

$d_7$  – розвал коліс;  
 $d_8$  – сходження коліс;  
 $d_9$  – биття диску колеса;  
 $d_{10.1}$  і  $d_{10.2}$  – дисбаланс шин відповідно динамічний і статичний;  
 $d_{11.1}$  і  $d_{11.2}$  – відповідно овальність і технічний стан гальмівного механізму;

$d_{12}$  – співвідношення поворотів кутів керованих коліс;  
 $d_{13}$  – значення гальмівних сил;  
 $d_{14.1}$  і  $d_{14.2}$  – ефективність відповідно підвіски й амортизаторів;  
 $d_{15}$  – деформація обода;  
 $d_{16}$  і  $d_{17}$  – невідповідність технічним умовам відповідно посадки бортів і кріплення колеса;

$d_{18}$  – несправність амортизатора;  
 $d_{19}$  – порушення бази (затягування гайок стрем'янок задніх ресор);  
 $d_{20}$  – кут нахилу шворня;  
 $d_{21.1}$  і  $d_{21.2}$  – невідповідність заданому розподілу навантаження відповідно за вісями й за колесами внутрішніми і зовнішніми;

$r_i$  – локалізація й усунення несправності.

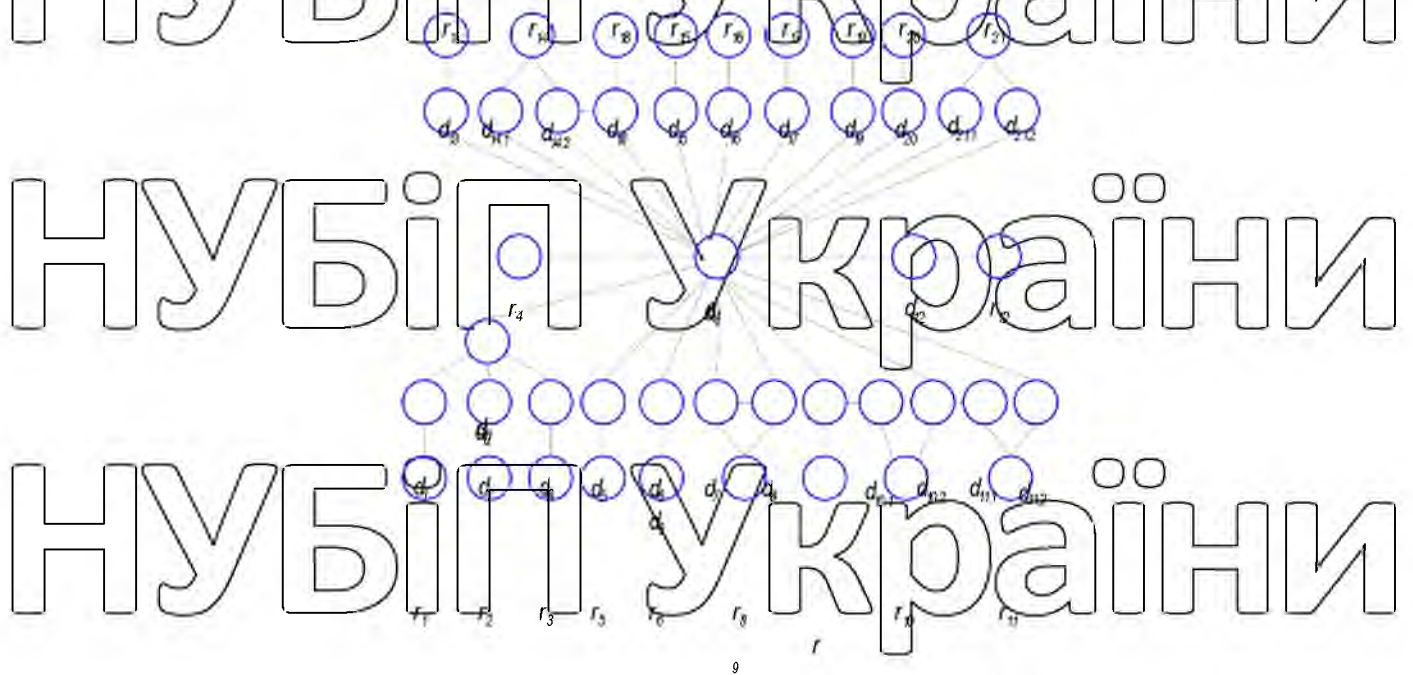


Рисунок 5.4 - Граф комплексу технічних впливів контролю за станом елементів

ходової частини з урахуванням форми й інтенсивності зношування протектора

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України



Виділяються параметри, що впливають ( $d_0, d_1 - d_3$ ), і ті, що безпосередньо не впливають на безпеку руху або перевірка яких непередбачена системою ТО.

### 5.3 Стабілізація динамічної підвіски ТЗ шляхом удосконалення конструктивних параметрів.

Удосконалення підвіски має велике значення для визначення плавності ходу та впливає на інші експлуатаційні властивості ТЗ: Швидкість руху ТЗ по нерівних дорогах зазвичай обмежується не потужністю двигуна, а якістю підвіски. Тому, якість підвіски веде до загального зниження ефективності автомобілів.

Найбільш перспективною підвіскою для ТЗ, особливо є регульована підвіска, яка забезпечує підвищення плавності ходу. Однак при русі по нерівній дорозі відбувається значний зсув вниз динамічного нейтрального положення коливальних кузовів. Розрахункова схема підвіски наведена на рис. 5.5

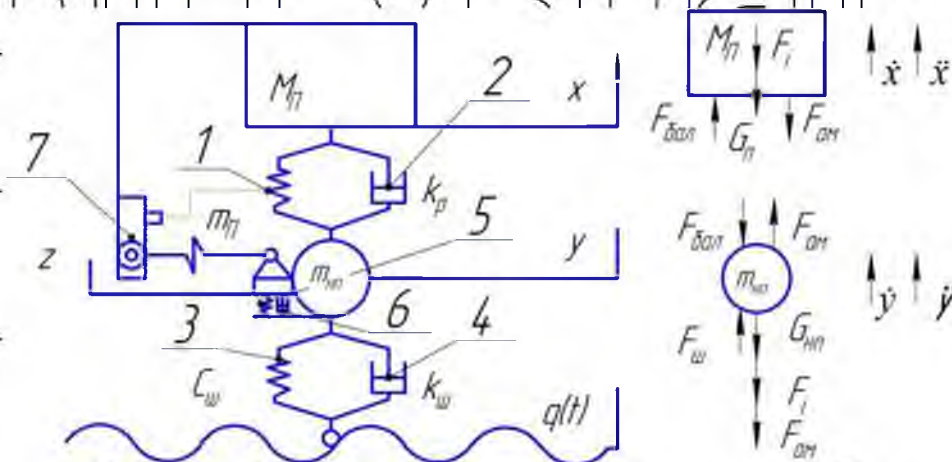


Рисунок 5.5 – Розрахункова схема підвіски ТЗ з пружнодемпфуючим приводом регулятора

Рух системи розглядалося в інерціальній системі координат, пов'язаної із землею. Координату  $X$  будемо відраховувати від положення статичної рівноваги піддресореної маси  $M_n$ , а координату  $Y$  - від положення статичної рівноваги неспідресореної маси  $m_w$ . Система рухається під дією кінематичного збурення, обумовленого мікропрофільом дороги, який описується функцією:

# НУБІП УКРАЇНИ $q=q(t)$ (5.5)

де  $t$  – час, с.

Для дослідження коливальної системи було застосовано принцип

Даламбера. Рівняння приймуть вигляд (рисунок 5.5 б):

$$\begin{cases} -F_{in} - G_{in} + F_{вал} - F_{ам} = 0, \\ -F_{in} - G_{in} - F_{вал} + F_{ам} - F_{амш} + F_{ш} = 0. \end{cases} \quad (5.6)$$

де  $F_{in}$  - сила інерції підресореною маси;  $G_{in}$  - сила тяжіння підресореною маси;

$F_{аае}$  - сила, створювана пружним елементом;  $F_{ам}$  - сила, створювана амортизатором;  $F_{іне}$  - сила інерції невідресореної маси;  $G_{іне}$  - сила тяжіння

невідресореної маси;  $F_{ааі}$  - сила імітації амортизуючих властивостей шини;  $F_0$  - сила, що імітує пружні властивості шини.

Характеристика пружного елемента була представлена трьома ділянками.

Значення зусилля в підвісці по ділянкам характеристики:

$$F(h) = \begin{cases} P \cdot S(h) + c_{сжс} \cdot (h_{сжс} - h) \text{ при } h \leq h_{сжс}; \\ P \cdot S(h) \text{ при } h_{сжс} < h \leq h_{отб}; \\ P \cdot S(h) + c_{отб} \cdot (h - h_{отб}) \text{ при } h \geq h_{отб}. \end{cases} \quad (5.7)$$

де  $h = X - Y$  – поточне значення висоти пневмобалона,  $CCAE$  - жорсткість

гумового буфера стиску,  $C_{i\delta\delta}$  - жорсткість гумового буфера відбою,  $P$  - тиск у пневмобалонах,  $S(h)$  - ефективна площа пневмобалона залежно від деформації

$h$ . Тиск повітря визначалося з рівняння Менделєєва-Клапейрона.

Характеристика амортизатора прийнята лінійною, несиметричною, що є загальноприйнятим допущенням в теорії підресорювання. Опір амортизатора визначається по залежності:

$$\left( \frac{dx}{dt} \cdot \frac{dy}{dt} \right) \Big|_{k_{омб}} \cdot \left( \frac{dx}{dt} \cdot \frac{dy}{dt} \right) \text{ при } \geq -$$



НУБІП України (5.8)

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

де  $k_{i0}$ ,  $k_{iн}$  – коефіцієнт опору амортизатора. Коефіцієнти визначалися методом енергетичної лінеаризації.

Пружна характеристика шини складалася з трьох ділянок і описувалася наступною залежністю:

$$F_{ш}(y, q) = \begin{cases} 0 & \text{при } (y-q) > f_{ш0} \\ c_{ш0} \cdot (f_{ш0} - (y-q)) & \text{при } f_{ш0} \leq (y-q) \leq f_{ш1} \\ c_{ш0} \cdot (f_{ш0} - f_{ш1}) + c_{ш1} \cdot (f_{ш1} - (y-q)) & \text{при } (y-q) < f_{ш1} \end{cases} \quad (5.9)$$

де  $f_{ш0}$  – деформація шини на початку;  $q$  – висота нерівностей дороги;  $c_{ш0}$  – жорсткість шини;  $f_{ш1}$  – мінімальна висота шини до упору в обід колеса;  $c_{ш1}$  –

жорсткість обода. Таке уявлення пружною характеристикою шини може

дозволити враховувати відрив колеса від дороги. Амортизуючі властивості шини імітуються силою, пропорційною швидкості деформації шини:

$$F_{амш} = -k_{ш0} \left( \frac{dy}{dt} - \frac{dq}{dt} \right) \quad \text{при } (y-q) < f_{ш0} \quad (5.10)$$

де  $k_{ш0}$  – коефіцієнт демпфірування шини.

Сили інерції підресореною  $F_{шII}$  і невідресореною  $F_{шIII}$  мас:

$$F_{шII} = m_{шII} \cdot \frac{d^2 \cdot x}{dt^2}, \quad F_{шIII} = m_{шIII} \cdot \frac{d^2 \cdot y}{dt^2} \quad (5.11)$$

Рішення системи рівнянь (5.9) здійснювалося чисельним методом Рунге-Кутти другого порядку.

Після підстановки цих виразів в систему отримаємо:

$$\begin{cases} m_{шII} \cdot \frac{d^2 \cdot x}{dt^2} + m_{шII} \cdot g - F_{шII} = 0 \\ m_{шIII} \cdot \frac{d^2 \cdot y}{dt^2} + m_{шIII} \cdot g - F_{шIII} - F_{амш} = 0 \end{cases} \quad (5.12)$$

НУБІ! ПІДКРАЇНИ

НУБІ! ПІДКРАЇНИ

НУБІ! ПІДКРАЇНИ

НУБІ! ПІДКРАЇНИ

НУБІ! ПІДКРАЇНИ

НУБІ! ПІДКРАЇНИ

НУБІ! ПІДКРАЇНИ

(5.12)

$dG = G(x-y) dt$

$dT = T(x-y) dt$

$dI = I(x-y) dt$

$dS = S(x-y) dt$

0

Розрахунок провівся для пневматичної підвіски. Нерівності дороги були задані синусоїдальним профілем. Результати розрахунку коливань піддресореною масою наведені на рисунку 5.6.

З рисунка видно, що на початку руху коливання обумовлені двома гармонійними складовими: коливаннями підвіски з власною частотою, і з частотою обурення від нерівностей дороги. У міру загасання низькочастотної гармоніки, обумовленої власною частотою підвіски, коливання переходять в режим усталеного руху. При цьому піддресорена маса здійснює коливання з частотою обурюючого впливу, а ДН швидко зміщується вниз, зменшуючи динамічний хід підвіски. Пробій підвіски визначається по коливаннях висоти пневматичного балона (рисунок 5.7).

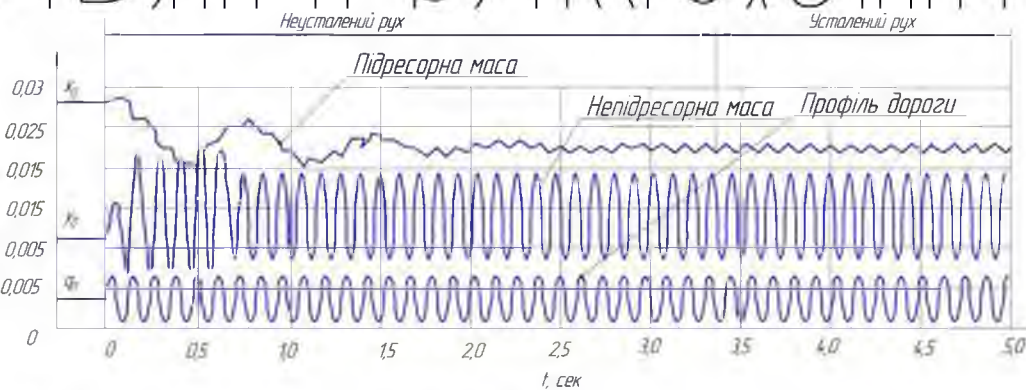


Рисунок 5.6 - Розрахункова осцилограма коливань піддресореною і непіддресореною мас при синусоїдальному кінематичному збудженні

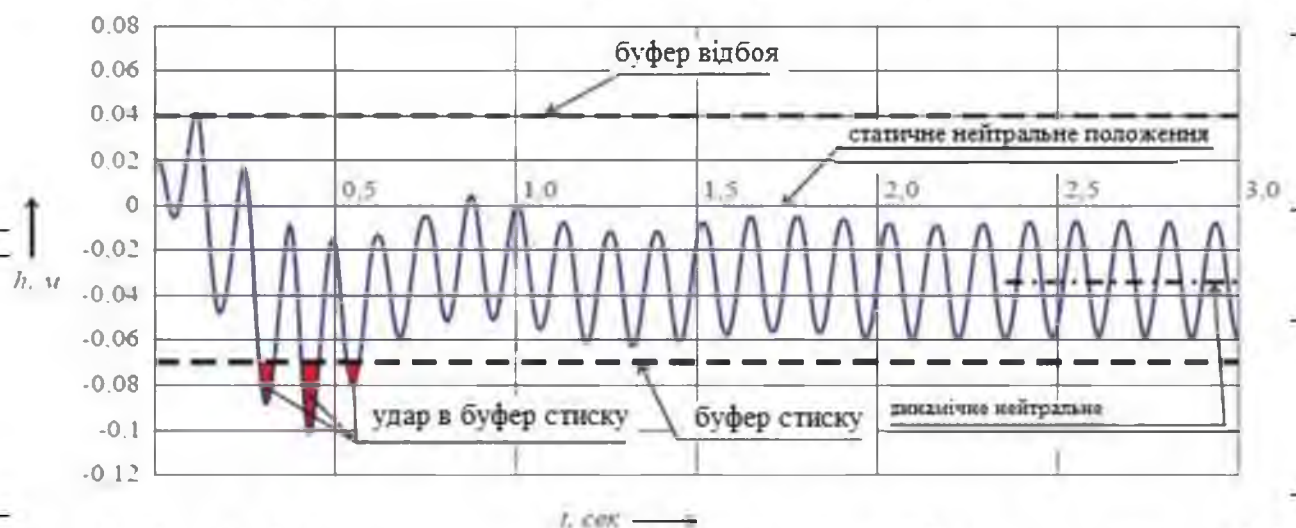


Рисунок 5.7 - Коливання підвіски з ударами в буфер стиснення (з пробоями в буфер стиснення)

Відрив колеса від дороги визначався по рівності нулю значення сили шпини. Експериментальним дослідженням випробувань була перевірка теоретичних передумов про вплив РУП на параметри коливань піддресореною і невіддресореною мас і зсув ДН. Для цього проводився запис коливань пневмопідвіски з серійними і з удосконаленими регуляторами. Для проведення експериментів був створений контрольний-вимірювальний комплекс. Типові осцилограми коливань ДН передньої і задньої підвісок при русі автомобіля з серійним РУП показані на рисунку 5.8, а з удосконаленим - на рисунку 5.9.

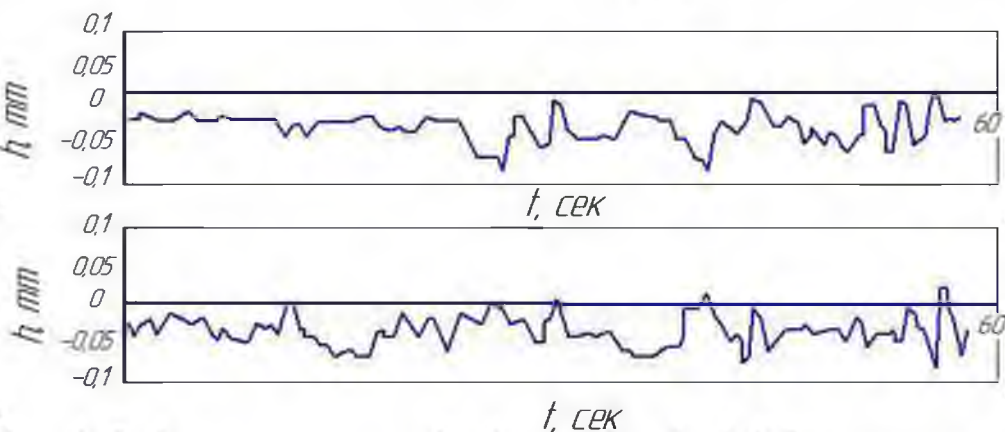


Рисунок 5.8 - Осцилограми коливань підвіски автомобіля з серійним регулятором рівня підлоги

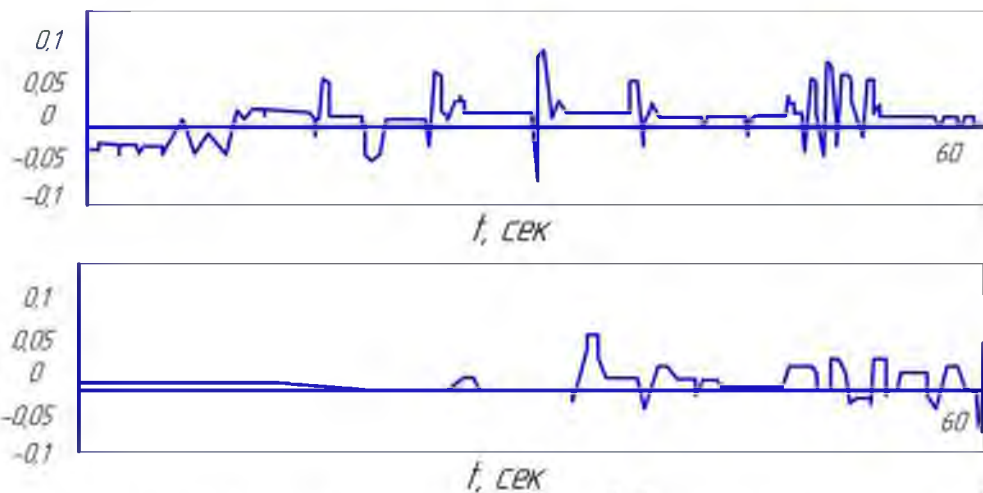


Рисунок 5.9 - Осцилограма коливань підвіски автобуса

Як видно з порівняння отриманих осцилограм (рисунки 5.8 і 5.9), вдосконалений регулятор забезпечує значно більш стабільне положення ДН трохи вище статичного, а серійний регулятор дестабілізує становище ДН і зміщує її вниз.



## 6. ПРОЕКТНИЙ РОЗДІЛ

### 6.1 Розрахунок річної виробничої програми автомобільного парку підприємства

Виробнича програма АТП по ТО і ремонту характеризується числом технічних обслуговувань, які плануються на добу, рік, цикл. Їхнє виконання у встановленому обсязі забезпечує високу технічну готовність рухомого складу і зменшує потреби у ремонтах. ТО виконується як без розбирання і зняття агрегатів і вузлів з автомобіля, так із розбиранням і зняттям. Окремі вузли знімають з автомобіля для їхнього контролю на спеціальних стендах і приладах в тому випадку, коли не можна переконатися в повній їхній справності.

Виробнича програма є основою для визначення річних обсягів робіт по ТО і ремонту необхідної кількості виробничого персоналу, вибору методу ТО і ремонту автомобілів і технологічного устаткування зон і ремонтних дільниць АТП.

ТО рухомого складу по періодичності, переліку і трудомісткості виконуваних робіт поділяється на:

- щоденне технічне обслуговування (ЩО);
- перше технічне обслуговування (ТО-1);
- друге технічне обслуговування (ТО-2);
- сезонне обслуговування (СО);
- поточний ремонт (ПР);

ЩО автомобілів призначено для загального контролю, забезпечення безпеки руху, належного зовнішнього вигляду, заправлення паливом, мастильними матеріалами, охолоджувальною рідиною, мийних робіт, а для деяких видів рухомого складу й санітарної обробки кузова. ЩО виконують перед виїздом автомобіля на лінію та після закінчення роботи й повернення в АТП.

Основним призначенням ТО-1 і ТО-2 автомобілів є зменшення інтенсивності спрацювання деталей та вузлів, виявлення і попередження



відмов і несправностей шляхом своєчасного виконання контрольно-діагностичних, кріпильних, регулювальних, мастильних та інших робіт. ТО має забезпечувати безвідмовну роботу рухомого складу в межах встановлених періодичностей по пробігах, включеним в обов'язковий перелік операцій. ТО-1

і ТО-2 виконується через певний пробіг.

СО проводиться два рази на рік і призначене для підготовки рухомого складу до експлуатації в холодну і теплу пору року і, як правило його виконання суміщається з виконанням ТО-1 і ТО-2.

ПР виконується за потребою, число впливів не планується. Оскільки виробнича програма в АТП розраховується на рік, то в даному курсовому проекті доцільно виробничу програму розраховувати на цикл. При цьому під циклом розуміють пробіг від початку експлуатації нового автомобіля до капітального ремонту (КР).

Цикловий метод розрахунку виробничої програми передбачає види і корегування нормативів періодичності ТО-1, ТО-2, пробігу до КР, розрахунок кількості ТО, ПР, КР за циклом, визначення коефіцієнту переходу від циклу до року і на його основі перерахунок кількості ТО і ПР на рік. Кількість ПР визначається із розрахунку на 1000 км. пробігу.

КР призначений для відновлення працездатності автомобілів і агрегатів, забезпечення пробігу не менше 80% від норми пробігу нових автомобілів і агрегатів. За термін служби автомобіль піддається як правило одному КР, не враховуючи КР вузлів та агрегатів до і після КР автомобіля. Виробнича програма є основою для визначення річних обсягів робіт по ТО і ПР автомобілів, необхідної кількості виробничого персоналу, вибору методу ТО і ПР, вибору устаткування та обладнання для ремонтної зони та виробничих дільниць АТП.

Вихідні дані для розрахунку виробничої програми приведені в таблиці 2.1

Таблиця 6.1 Вихідні дані виробничої програми

Марка автомобіля	$A_i, \text{авт.}$	$L_{ср}, \text{км}$	Умови експлуатації і режим роботи автомобіля		
			$K_{УЕ}$	$D_p, \text{дні}$	$T_n, \text{год.}$
Ауді -80	260	250	2	255	12

При розрахунках приймаємо наступні позначення:

$A_i$  – спискова кількість автомобілів;

$L_{ср}$  – середньодобовий пробіг автомобілів;

$L$  – пробіг до ремонту або ТО автомобілів;

$N$  – число ТО, ПР рухомого складу за цикл або за рік;

$D$  – число днів простою одиниці рухомого складу в ТО або ремонті;

$T$  – трудомісткість виконання ТО і ремонту;

$\alpha_T$  – коефіцієнт технічної готовності;

$\alpha_n$  – коефіцієнт випуску автомобілів.

### 6.1.1 Вибір і корегування нормативів

Згідно «Положення про ТО і ремонт рухомого складу автомобільного транспорту» періодичність ТО-1 і ТО-2 для автомобіля Ауді - А6 становить:

$$L^{н_{ТО-1}} = 5000 \text{ (км);}$$

де  $L^{н_{ТО-1}}$  – нормативна періодичність до ТО-1;

$$L^{н_{ТО-2}} = 20000 \text{ (км);}$$

де  $L^{н_{ТО-2}}$  – нормативна періодичність до ТО-2;

Враховуючи трудомісткість технічних впливів і ПР становить:

$$T_{ЩО} = T^{н_{ЩО}} \cdot K_M; \quad (6.1)$$

де  $T_{ЩО}$  – трудомісткість виконання 1-го ЩО;

$K_M$  – коефіцієнт механізації робіт ЩО;

НУБІП України  $K_M = 1 - \frac{M}{100}$ ; (6.2)

де  $M$  – доля механізованих робіт в ЦО (%);

Приймаємо  $M = 35\%$ ;

НУБІП України  $K_M = 1 - \frac{35}{100}$ ;  
 $K_M = 0,65$  люд·год;

$T_{\text{ЦО}}^n = 0,50$  люд·год;

НУБІП України де  $T_{\text{ЦО}}^n$  – нормативна трудомісткість виконання одного ЦО;  
 $T_{\text{ТО-1}}^n = 2,9$  люд·год;  
де  $T_{\text{ТО-1}}^n$  – нормативна трудомісткість виконання одного ТО-1;

$T_{\text{ТО-2}}^n = 11,7$  люд·год;

НУБІП України де  $T_{\text{ТО-2}}^n$  – нормативна трудомісткість виконання одного ТО-2;  
 $T_{\text{пр}}^n = 3,2$  люд·год;  
де  $T_{\text{пр}}^n$  – питома трудомісткість поточного ремонту;  
 $T_{\text{ЦО}} = 0,50 \cdot 0,65 = 0,33$  (люд·год);

Сезонне обслуговування становить 20% від трудомісткості ТО-2:

НУБІП України  $T_{\text{ЦО}} = 0,2 \cdot T_{\text{ТО-2}}^n$ ;  
 $T_{\text{ЦО}} = 0,2 \cdot 11,7 = 2,34$  (люд·год);  
Так, як в Положенні 98 не поданий пробіг до КР, то використовуємо

нормативи ОНТП – 0186, пробіг до КР автомобіля становить:

НУБІП України  $L_{\text{КР}}^n = 300000$  (км);  
де  $L_{\text{КР}}^n$  – нормативний пробіг автомобіля до КР;  
Час простою автомобіля в ТО і ремонті становить:  
 $D_{\text{ТО ПР}} = 0,2$  днів/1000 км;

де  $D_{\text{ТО ПР}}$  – час простою автомобіля в ТО і ПР;

НУБІП України  $D_{\text{КР}} = D_{\text{КР}}^n + D_0$ ; (6.3)

де  $D_{\text{КР}}^n$  – нормативний час простою автомобіля в КР;

$D_0$  – час доставку автомобіля на АРЗ і назад, днів;

Приймаємо  $D_{КР}^н = 12$  днів;

$$D_{\delta} = 0,2 \cdot D_{КР}^н, \quad (6.4)$$

$$D_{\delta} = 0,2 \cdot 12 = 2,4 \text{ (днів);}$$

$$D_{КР} = 12 + 2,4 = 28,8 \text{ (днів);}$$

Періодичність ТО та ПР може бути зменшена в наслідок різних умов експлуатації автомобілів згідно із завданням на курсове проектування автомобілів підприємства, що експлуатуються в умовах III експлуатації, ТО відкорегований норматив періодичності пробігу до КР становить:

$$L_{ТО-1} = L_{ТО-1} \cdot K, \quad (6.5)$$

де  $K$  – коефіцієнт коригування нормативу в залежності від КУЕ ДТЗ;

Приймаємо  $K = 0,7$ ;

$$L_{ТО-1} = 5000 \cdot 0,7 = 3500 \text{ (км);}$$

$$L_{ТО-2} = L_{ТО-2} \cdot K, \quad (6.6)$$

$$L_{ТО-2} = 20000 \cdot 0,7 = 14000 \text{ (км);}$$

$$L_{КР} = L_{КР}^н \cdot K, \quad (6.7)$$

$$L_{КР} = 300000 \cdot 0,7 = 210000 \text{ (км);}$$

Відкореговані величини періодичності ТО і пробігу до КР перевіряється в кратності середньодобового пробігу ( $L_{сд}$ ) з наступним заокругленням до щільих сотих, при чому кожне допустиме відхилення  $\pm 10$ , тобто необхідно визначити кратні числа  $a, b, c$ .

$$a = \frac{L_{ТО-1}}{L_{сд}}, \quad (6.8)$$

$$a = \frac{3500}{250} = 14,$$

Звідси відкорегована періодичність пробігу до ТО-1 з врахуванням середньодобового пробігу становить:

НУБІП України  $L_{TO-1} = L_{сд} \cdot a;$  (6.9)

$L_{\delta i - 1} = 250 \cdot 14 = 3500 \text{ (км);}$

НУБІП України Аналогічно визначаємо відкориговану періодичність до ТО-2 і пробігу КР;

$b = \frac{L_{TO-2}}{L_{TO-1}};$  (6.10)

НУБІП України  $b = \frac{14000}{3500} = 4;$

$L_{TO-2} = L_{TO-1} \cdot b;$  (6.11)

НУБІП України  $L_{TO-2} = 3500 \cdot 4 = 14000 \text{ (км);}$

$c = \frac{L_{кр}}{L_{TO-2}};$  (6.12)

НУБІП України  $c = \frac{210000}{14000} = 15;$

$L_{кр} = L_{ц} = L_{TO-2} \cdot c;$  (6.13)

де  $L_{ц}$  – відкоригована величина;

НУБІП України  $L_{кр} = 14000 \cdot 15 = 210000 \text{ км,}$

### 6.1.2 Визначення кількості ТО і КР за цикл

НУБІП України Визначаємо кількість ТО за допомогою формул:

$N_{кр} = \frac{L_{ц}}{L_{кр}};$  (6.14)

де  $L_{ц}$  – відкоригована величина за цикл;

$L_{кр}$  – періодичність до КР;

$$N_{ц} = \frac{210000}{кр} = 1 \text{ (ремонт);}$$

$$N_{то-2} = \frac{L_{ц}}{L_{то-2}} \cdot N_{кр} \quad (6.15)$$

$$N_{то-2} = \frac{210000}{14000} - 1 = 14 \text{ (обсл.);}$$

$$N_{то-1} = \frac{L_{ц}}{L_{то-1}} \cdot (N_{кр} + N_{то-2}) \quad (6.16)$$
$$N_{то-1} = \frac{210000}{3500} - (1 + 14) = 45 \text{ (обсл.);}$$

Кількість ЦО за цикл визначається з розрахунку того, що приблизально - мийні роботи рекомендується проводити кожного дня в незмінний час;

$$N_{щод} = \frac{L_{ц}}{L_{сд}} \quad (6.17)$$

$$N_{щод} = \frac{210000}{250} = 840 \text{ (обсл.)}$$

### 6.1.3 Розрахунок коефіцієнтів технічної готовності і використання

автомобілів

Коефіцієнт технічної готовності визначаємо за допомогою формули:

$$\alpha_t = \frac{Д_{ец}}{Д_{ец} + Д_{рц}} \quad (6.18)$$

де  $Д_{ец}$  – кількість днів експлуатації автомобілів за цикл;

$Д_{рц}$  – кількість днів простою автомобіля в ТО і ремонті за цикл;



В розрахунку КП прийнято, що кількість днів експлуатації автомобілів за цикл дорівнює кількості ЦО за цикл;

$$Д_{\text{ец}} = N_{\text{цО}} \cdot T = 840 \text{ (днів)};$$

$$Д_{\text{рц}} = Д_{\text{кр}} + \frac{Д_{\text{то пр}} \cdot L_{\text{ц}}}{1000} \cdot K_{\text{зп}}; \quad (6.19)$$

де  $K_{\text{зп}}$  – коефіцієнт зменшення простою в ТО-2 і ПР за рахунок часткового

виконання робіт між змінний час;

Приймаємо  $K_{\text{зп}} = 0,25$ ;

$$Д_{\text{рц}} = 28,8 + \frac{0,2 \cdot 210000}{840} \cdot 0,25 = 39,3 \text{ (днів)};$$

$$\alpha_{\text{т}} = \frac{840}{840 + 39,9} = 0,95 ;$$

Коефіцієнт використання автомобілів визначаємо за формулою:

$$\alpha_{\text{п}} = \frac{\alpha_{\text{т}} \cdot Д_{\text{р}}}{Д_{\text{к}}} \cdot K_{\text{зв}} ; \quad (6.20)$$

де  $Д_{\text{р}}$  – кількість робочих днів за рік;

$Д_{\text{к}}$  – кількість календарних днів;

Приймаємо  $Д_{\text{к}} = 365$  днів;

$K_{\text{зв}}$  – коефіцієнт простоїв автомобіля з експлуатаційних причин;

Приймаємо  $K_{\text{зв}} = 0,95$ ;

$$\alpha_{\text{п}} = \frac{0,96 \cdot 255}{365} \cdot 0,95 = 0,64 ;$$

#### 6.1.4 Визначення річного пробігу автомобілів

Річний пробіг визначається для розрахунку річного обсягу робіт з ПР:

$$L_{\text{рп}} = Д_{\text{к}} \cdot \alpha_{\text{п}} \cdot L_{\text{сд}} \cdot A_i; \quad (6.21)$$

де  $A_i$  – наявність автомобілів в АТП;

$$L_{\text{ПР}} = 365 \cdot 0,64 \cdot 250 \cdot 260 = 15184000 \text{ (км)}.$$

### 6.1.5 Розрахунок коефіцієнту переходу від циклу до року

Виробничу програму в АТП розраховують на рік. Для ТО вона визначається як добуток кількості впливів даного виду ТО на трудомісткість даного впливу, а для ПР як добуток річного пробігу автомобілів і питомої трудомісткості ПР. Для цього необхідно знати річну кількість впливу.

Результати розрахунків зведені в таблиці 6.2

Таблиця 6.2 Результати річного обсягу робіт

Вид робіт	Позначення	Кількість за рік, або річний пробіг автомобіля	Трудомісткість робіт	Річний обсяг робіт в люд/год
ЩО	$T_{\text{щ}}^{\text{р}}$	3132	0,5	15576
ТО-1	$T_{\text{то-1}}^{\text{р}}$	3276	2,9	9500,4
ТО-2	$T_{\text{то-2}}^{\text{р}}$	1019,2	11,7	11924,6
СО	$T_{\text{со}}^{\text{р}}$	520	3,2	171,6
ПР	$T_{\text{пр}}^{\text{р}}$	15184000	0,33	48588,8
Всього	$T_{\text{то пр}}^{\text{р}}$	-	-	37172,8

### 6.1.6 Визначення обсягу робіт по самообслуговуванню

автомобільного парку підприємства

Розподіл допоміжних робіт на АТП поданий в таблиці 6.3

# НУБІП України

Таблиця 6.3 Розподіл допоміжних робіт на АТП

Назва робіт	Трудомісткість	
	%	люди/год
Самообслуговування АТП	45	3345.53
Транспортні	10	743.45
Перегін автомобілів	15	1115.18
Прийом і зберігання видача матеріальних цінностей	10	743.45
Прибирання території і приміщення	20	1486.9
Всього	100	7434.52

Всі роботи по обслуговуванню АТП проводяться відділом головного механіка. Розподіл робіт по самообслуговуванню приведений в таблиці 6.4

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

Таблиця 6.4 Розподіл робіт по самообслуговуванню

Назва робіт	Трудомісткість	
	%	люд./год
Електротехнічні	25	836,38
Механічні	10	334,56
Бляхарські	4	133,82
Деревообробні	16	535,28
Мідницькі	1	33,46
Слюсарні	16	535,28
Трубопровідні	22	736,02
Ковальські	2	66,91
Зварювальні	4	133,82
Всього	100	3345,53

## 6.2 Розрахунок об'єкту проектування

### 6.2.1 Розподіл обсягу робіт для визначення розрахункових даних

Розподіл обсягу робіт поточного ремонту поданий в таблиці 6.5

Таблиця 6.5 Розподіл обсягу робіт поточного ремонту

№	Найменування робіт	%	Трудомісткість
	Постові роботи		
	Всього	50	2429,4
1	Агрегатні	18	8745,98
2	Слюсарно-механічні	10	4858,88
3	Електричні	5	2429,44
4	Акумуляторні	2	971,78
5	Ремонт системи живлення	4	1943,55
6	Шиноремонтні	1	485,89

продовження таблиця 6.5

7	Вулканізаційні	1	485.89
8	Ковальсько-ресорні	3	1457.66
9	Мідницькі	2	971.78
10	Зварювальні	1	485.89
11	Бляхарські	1	485.89
12	Арматурні	1	485.89
13	Оббивні	1	485.89
Всього		50	24294.4
Всього		100	48588.8

Визначаємо річну трудомісткість робіт по відділенню.

$$T_{пр} = T_{пр}^p \cdot C_{пр}; \quad (6.37)$$

де  $C_{пр}$  – доля трудомісткості робіт ПР яка припадає на відділення;

$$T_{пр} = 48588.8 \cdot 0,18 = 8745.98 \text{ (люди год.)}$$

## 6.2.2 Розрахунок кількості робітників

До виробничих робітників відносяться робітники різних зон і відділень, які безпосередньо виконують роботи по ГО МПР рухомого складу. При такому розрахунку розрізняють технологічне і штатне число робітників. При

розрахунку кількості робітників відділення визначають технологічно необхідну

і штатну кількість виробників. Їх визначаємо за формулою:

$$P_T = \frac{T_{пр} \cdot a_{пр}}{F_{рм}}; \quad (6.38)$$

де  $F_{рм}$  – річний виробничий час робочого місяця при однозмінній роботі.

Для 5-ти робочої неділі визначаємо річний ремонтний виробничий фонд робочого місяця:

$$F_{рм} = T_{зм} \cdot (D_k - D_v - D_{св}); \quad (6.39)$$

де  $T_{зм}$  – 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;

Дс – кількість суботніх днів які скорочені на 2 години;

Визначаємо річний виробничий час для 6-ти денного робочого тижня:

$$\Phi_{рм} = T_{зм} \cdot (Дк - Дв - Дсв) - (Дпс \cdot 1 + Дс \cdot 2); \quad (6.40)$$

$$P_{т} = \frac{8745.98}{2011} = 4,3;$$

Приймаємо 4 робітники

$$T_{зм} = 8 \text{ год.};$$

$$Дв = 104 \text{ год.};$$

$$Дсв = 7 \text{ год.};$$

$$Дпс = 7 \text{ год.};$$

$$Дк = 365 \text{ год.};$$

$$Дс = 52 \text{ год.};$$

$$\Phi_{рм} = 8 \cdot (365 - 104 - 7) - (7 \cdot 1 + 7 \cdot 2) = 2011 \text{ (год)};$$

Визначаємо штатну кількість робітників:

$$P_{шт} = \frac{T_{пр}}{\Phi_{шт}}; \quad (6.41)$$

де  $\Phi_{шт}$  – річний виробничий час штатного робітника;

$$\Phi_{шт} = \Phi_{рм} - t_{відп} - t_{пн}; \quad (6.42)$$

де  $t_{пн}$  – час по поважних причинах;

$$t_{пн} = 0,04 \cdot (\Phi_{рм} - t_{відп}); \quad (6.43)$$

$$t_{пн} = 0,04 \cdot (2011 - 24) = 79,5 \text{ (год)};$$

$$\Phi_{шт} = 2011 - 24 - 79,5 = 1907,5 \text{ (год)};$$

$$P_{шт} = \frac{8745.98}{1907,5} = 4.6 \text{ (робітників)}.$$

Приймаємо 5 робітників



### 6.2.3 Вибір технологічного устаткування і оснастки

Перелік технічного устаткування приводиться в таблиці 6.6

Таблиця 6.6 Перелік устаткування відділення

№ п/п	Назва	Кількість	Габаритні розміри
1.	Вертикально-свердильний верстат	1	1050×500
2.	Верстат для заточування інструменту	2	680×980
3.	Гідро прес	1	760×1200
4.	Плита поворотна	1	1000×750
5.	Стелаж для деталей	4	1400×500
6.	Стіл слюсарний	3	1400×800
7.	Лещата слюсарні	3	300×400
8.	Пристрій для перевірки рульового управління	1	800×600
9.	Верстат фрезерувальний	1	1000×600
10.	Настільний радіально-свердильний верстат	1	580×800
11.	Настільний прес	1	480×800
12.	Стіл для контролю і сортування деталей	1	2000×600
13.	Універсальні центри для перевірки валів	1	650×1300
14.	Шафа для приладів	1	1200×600
15.	Ящик для ганчір'я	1	900×450
16.	Ванна для миття деталей	1	960×660
17.	Механізоване миття деталей	1	1960×950

18.	Стенд для ремонту коробки передач	1	540×600
19.	Стенд для ремонту редукторів задніх мостів		1960×950
20.	Стенд для ремонту двигунів	1	1960×950
21.	Стенд для ремонту рульових механізмів з гідро-підсилювачем		1300×850
22.	Кран-балка підвісна	1	950×600
23.	Пожежний щит	1	4000×1500
24.	Кран консульний	1	100×540
Всього		32	-

#### 6.2.4 Розрахунок площі обґрунтування планувальних рішень

Площа агрегатного відділення визначаємо за формулою:

$$F_{\text{агр}} = k_{\text{густ}} \cdot \Sigma F_{\text{обл}} \quad (6.44)$$

де  $k_{\text{густ}}$  – коефіцієнт густини розміщення обладнання;

$\Sigma F_{\text{обл}}$  – сумарна площа обладнання у відділенні;

$$F_{\text{обл}} = 30 \text{ м}^2;$$

$$k_{\text{густ}} = 2,93;$$

$$F_{\text{агр}} = 2,93 \cdot 30 = 87,9 \text{ м}^2.$$

Приймаємо площу агрегатної ділянки по ремонту рульових рейок  $88 \text{ м}^2$ .

## 7 ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

### 7.1 Підприємство як економічний суб'єкт

Перехід до ринкової економіки — стратегічний напрям розвитку України.

Завдання це складне й багатогранне. Його вирішення включає в себе і перебудову відносин форм власності, і розвиток нормальної конкуренції, і створення відповідної ринкової інфраструктури.

Освоєння ринкових відносин — це формування нової ідеології економічного мислення і стратегії дій в умовах ринку, а не тільки необхідність розуміння нових термінів, категорій і понять.

Перехід від планової економіки до ринку має поступальний, еволюційний характер — від періоду глибокої економічної кризи до стабілізуючого періоду, що проходить у кілька етапів і вносить докорінні зміни в структуру державного управління, впровадження інвестиційної та інноваційної діяльності, зростання внутрішніх накопичень і приплив зовнішнього капіталу.

Сам процес трансформації складний, неоднозначний і багато в чому суперечливий.

Найхарактерніші риси сучасного періоду — це поява різноманіття форм власності, децентралізація управління, підвищення ролі основної господарської ланки (підприємств і організацій), що діє на принципах економічної самостійності і відповідальності за результати своєї діяльності.

На підприємстві безпосередньо поєднуються різні фактори виробництва для створення матеріальних благ та надання послуг, реалізуються особисті та колективні інтереси.

Упорядкована сукупність підприємств та їх об'єднань утворює економічну систему країни. Кінцева мета економічної діяльності підприємств полягає в розв'язанні суперечності між постійно зростаючими потребами суспільства та обмеженими ресурсами.

Діяльність підприємств, яка пов'язана із задоволенням потреб кожної людини, підлягає впливу багатьох факторів і охоплює широкий спектр питань

організаційно-технологічного, економічного та фінансового характеру, які потребують повсякденного вирішення.

Діяльність підприємств дуже різноманітна. Оскільки будь-яке підприємство так чи інакше пов'язане з основними фазами відтворювального циклу — виробництвом продукції і послуг, обміном і розподілом товарів, їх споживанням, то можна виділити такі види діяльності підприємства: виробничу, комерційну, фінансову, консалтингову. Кожен з названих видів діяльності підприємства, з одного боку, є відносно самостійним, а з іншого —

вони взаємно переплітаються, доповнюючи один одного. Однак мета і характер діяльності підприємств різні. За цією ознакою всі підприємства та організації можна розподілити на дві групи: комерційні і некомерційні (некомерційні).

Комерційна організація (ділове підприємство) — юридична особа, основна мета якої — одержання прибутку і його розподіл між засновниками (фізичними і юридичними особами). Комерційними організаціями є:

- господарські товариства;
- виробничі кооперативи;
- державні чи муніципальні унітарні підприємства.

Некомерційна організація — юридична особа, для якої одержання прибутку і його розподіл між засновниками не ставиться за основу мету, одержуваний прибуток використовується для саморозвитку, досягнення статутних цілей організації. До них належать:

- споживчі кооперативи;
- релігійні організації;
- благодійні та інші фонди;
- громадські організації;
- асоціації і союзи, утворенні комерційними і некомерційними

організаціями;

- установи, що цілком самофінансуються.

Організації з підприємницьким характером діяльності являють собою підприємства.

Згідно з Господарським кодексом України, підприємство — самостійний суб'єкт господарювання, створений компетентним органом державної влади або органом місцевого самоврядування, або іншими суб'єктами для задоволення суспільних і особистих потреб шляхом систематичного здійснення виробничої, науково-дослідної, торговельної та іншої господарської діяльності.

Суб'єктами господарювання є:

- господарські організації — юридичні особи, які здійснюють господарську діяльність та зареєстровані в установленому законом порядку;

- громадяни України, іноземці та особи без громадянства, які здійснюють господарську діяльність і зареєстровані відповідно до закону як підприємці;

- філії, представництва, інші відокремлені підрозділи господарських організацій (структурні одиниці), утворені ними для здійснення господарської діяльності.

Підприємства мають такі ознаки:

- виробничо-технічна єдність (спільність продукції, що виготовляється, процесів її виробництва, певний склад виробничих фондів, єдина технічна політика, спільність допоміжного і обслуговуючого господарства);

- організаційно-соціальна єдність (наявність єдиного трудового колективу, керівника та адміністрації підприємства, наділення підприємства правами і реквізитами юридичної особи);

- фінансово-економічна самостійність (можливість самостійно визначити напрями економічного розвитку, склад, обсяги продукції, що випускається, напрями розподілу прибутку підприємства, форми і розміри матеріального стимулювання, спільність системи планування та обліку).

Повний перелік ознак наведено на рис. 7.1.

Для ефективного господарювання істотним є визначення цілей створення і функціонування підприємства. Головну мету підприємства прийнято називати місією.

Існує широке та вузьке розуміння місії. У широкому розумінні місія — це філософія і призначення, сенс існування організації. У вузькому розумінні — це сформульоване твердження відносно того, для чого, з якої причини існує організація.

НУ

НУ

НУ

НУ

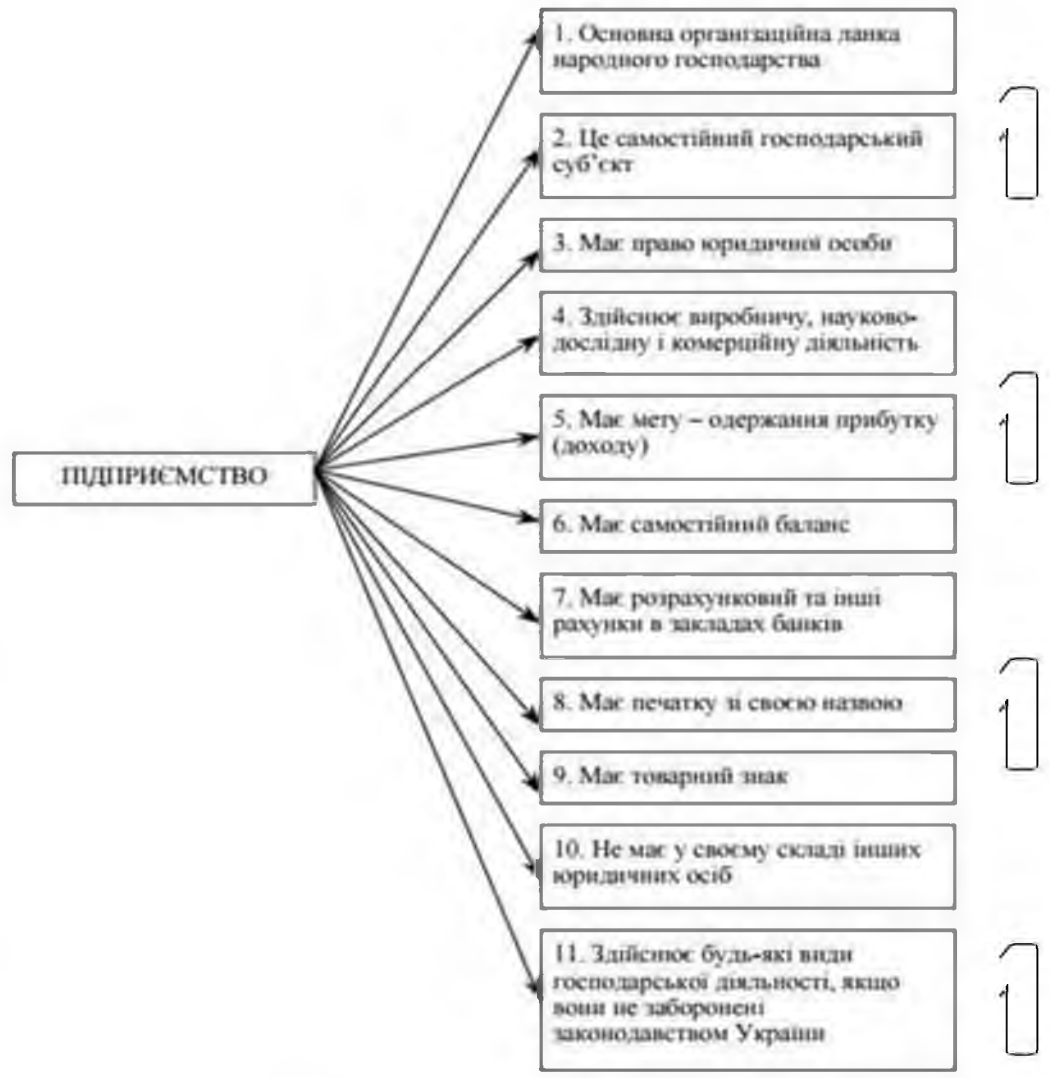


Рисунок 7.1- Ознаки підприємства

# НУБІП України

## 7.2 Визначення вартості відновлення деталі

Визначаємо заробітну плату:

$$ЗП = T \cdot C_r, \quad (7.1)$$

де  $T$  – норма часу на ремонт рульової рейки, люд.-год.

$C_r$  – годинна тарифна ставка робітника, грн.  $C_r = 20$  грн.

$$T = 6,5 \text{ люд.-год}$$

# НУБІП України



$$ЗП = 6,5 \cdot 20 = 130 \text{ (грн.)}$$

Дана сума включає в себе ремонт рульової рейки автомобіля і витрати на розбирання і загальне збирання.

Визначаємо премію робітників, яка становить 40 % від відрядної зарплати.

$$П = \frac{ЗП \cdot 40}{100}, \text{ грн.} \quad (7.2)$$

Тому загальна премія всіх робітників становить:

$$П = \frac{130 \cdot 40}{100} = 52 \text{ (грн.)}$$

Визначаємо основну заробітну плату:

$$ОЗП = ЗПз + П, \text{ грн.} \quad (7.3)$$

$$ОЗП = 130 + 52 = 182 \text{ (грн.)}$$

Додаткова заробітна плата може становити 12 % від основної зарплати, тому:

$$ДЗП = 0,12 \cdot ОЗП, \text{ грн.} \quad (7.4)$$

$$ДЗП = 0,12 \cdot 182 = 21,84 \text{ (грн.)}$$

Відрахування у фонд соціального страхування складає 37,5 % від суми основної і додаткової зарплати:

$$Нс = 0,375 \cdot (ОЗП + ДЗП), \text{ грн.} \quad (7.5)$$

$$Нс = 0,375 \cdot (182,84 + 21,84) = 76,75 \text{ (грн.)}$$

Визначаємо загальний фонд зарплати:

$$ЗФЗП = ОЗП + ДЗП + Нс, \text{ грн.} \quad (7.6)$$

$$ЗФЗП = 182 + 21,84 + 76,75 = 280,59 \text{ (грн.)}$$

Накладні витрати визначаємо за формулою:

$$З_{НВ} = \frac{ЗФЗП \cdot K_{НВ}}{100}, \text{ грн.} \quad (7.7)$$

де  $K_{НВ}$  – коефіцієнт накладних витрат складає 80%.

$$З_{НВ} = \frac{280,59 \cdot 80}{100} = 224,47 \text{ (грн.)}$$

Вартість ремонтних матеріалів складає:

Вм = 1850 грн.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В процесі виконання магістерської роботи здійснено розробку техпроцесу діагностування, розборки та складання різних рульови рейок які мають гідропідсилювач і які не мають підсилювач керма автомобіля AUDI; здійснено розробку техпроцесу розбирання або збирання механізмів рульового керування.

Задля спрощення робіт з демонтажу при розбиранні було розроблено конструкцію спецпристосування – знімача підшипників, та стенд розбирання рульових механізмів.

Проведено аналіз підвіски і вибрано варіанти вирішення поставленої проблеми. Наведено характеристику експлуатаційної надійності і безпеки руху.

Представлено математичну модель функціонування підвіски автомобіля за розрахунковою схемою транспортного засобу з пружнодемпфіруючим.

Розглянуто схему і рівняння стійкості і керованості руху автомобіля. Наведено результати випробувань підвіски.

В економічній частині представлено розрахунок техніко-економічних показників економічний ефект від впровадження запропонованого технологічного процесу та витрати на розробку пристосування.

Наведено вимоги безпеки під час проведення технічного обслуговування автомобілів та під час проведення ТО. Дано аналіз причин травматизму на виробництві.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Anders G. J. Innovations in power systems reliability. Springer, 2011. 361 p.
2. Delphi Diesel Systems, Publication № DDNX125(EN) Delphi Diesel Aftermarket Operations UK, 2012. 76 p.
3. Endrenyi J. Comparison of two methods for evaluating the effects of maintenance on component and system reliability. IEEE International Conference Probabilistic Methods Applied to Power Systems, 2014. P. 307–312.
4. Endrenyi J. The Present Status of Maintenance Strategies and the Impact of Maintenance on Reliability. A Report of the Probability Application Subcommittee. IEEE Transactions on Power Systems, 2011. Vol. 16. № 4. P. 638–646.
5. Ge H. Maintenance optimization for substations with aging equipment: a dissertation for the degree of Phd. Lincoln, Nebraska, 2010. 212 p.
6. Hampel R., Kurr D., Scbefenadcer H. Elektronisches Messsystem zur digitalen Erfassung und Auswertung von Indikatordiagrammen. 2015. № 2. P. 33–38.
7. Latino M. A. Behavioral based reliability. Machinery Reliability Conference. 2020. April. <http://reliability.com/industry/articles/article36.pdf>.
8. Smykov S. V., Seregin A. A., Nikitchenko S. L., Kurochkin V. N., Valuev N. V. Hinged aggregate for technical maintenance of machines: Modeling, test-ing and conditions of application. Journal of Mechanical Science and Technology. 2018. T. 32. № 8. С. 3807–3815.
9. Wegrzyn, J. Liquefid Natural Gas for Trucks and Buses. SAE Technical Paper Series. 2018. № 2000-01-2210.
10. Zehn Prozent Biokraftstoff fur Alle. Verein Deutscher Ingenieure. VDI Nachrichten. 2015. Jg. 59. № 47. 8 p.
11. Hunt D. Farm power and machinery management. Tenth edition. Agricultural Engineering. 2013. Dubli. Vol. 3. P. 1703-1709.
12. Onwualu A. P., Akubuo C. O., Ahaneku I. E. Fundamentals of Engineering for Agriculture Immaculate Publications Limited. 2 Aku stree, Ogui New Layout, Enugu, Nigeria. 2006. 186 p.
13. Ojha T. P., Michael A. M. Principles of Agricultural Engineering. Vol. 1. Jain Brothers, New Delhi (sixth edition). 2012. 210 p.

14. Yohanna J. K., Ifem, J. L. C. Performance evaluation of field efficiency of farm machinery in Nasarawa and plateau state. Proceeding of the Nigerian Institution of Agricultural Engineers. 2013. P. 88-92.

15. Kepner R. A, Bainer R, Barger E. L. Principles of Farm Machinery, AVI Publishing Company Inc. Wester port. 2016. 208 p.

16. Oduma O., Igwe J. E., Ntunde D. I. Performance evaluation of field efficiencies of some tractor drawn implement in Ebonyi State. International Journal of Engineering and Technology. 2015. Vol. 5(4). P. 45-50.

17. Agricultural field machinery selection and utilization for improved farm operations in South-East Nigeria: A review. Available from: [https://www.researchgate.net/publication/335951790\\_Agricultural\\_field\\_machinery\\_selection\\_and\\_utilization\\_for\\_improved\\_farm\\_operations\\_in\\_South-East\\_Nigeria\\_A\\_review](https://www.researchgate.net/publication/335951790_Agricultural_field_machinery_selection_and_utilization_for_improved_farm_operations_in_South-East_Nigeria_A_review) [accessed Mar 02 2020].

18. William E. Crop – Machinery Management. Lower State University Extension and Outreach. Dept. of Economics, 2015. P. 641-732-5574.

19. Аніскевич Д. В. Системи керування нормами внесення матеріалів в технологіях точного землеробства. автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук : 05.05.11 Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва. Київ. 2005. 36 с.

20. Аулін В. В., Голуб Д. В., Гриньків А. В., Лисенко С. В. Методологічні і теоретичні основи забезпечення та підвищення надійності функціонування автомобільних транспортних систем: монографія. Кропивницький. Видавництво ТОВ "КОД", 2017. 370 с.

21. Аулін В. В., Гриньків А. В. Методика вибору діагностичних параметрів технічного стану 248 транспортних засобів на основі теорії сенситивів. Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. 2016. №5. С. 109–116.

22. Аулін В. В., Гриньків А. В. Проблеми і задачі ефективності системи технічної експлуатації мобільної сільськогосподарської та автотранспортної техніки. Вісник Житомирського державного технологічного університету. Серія технічні науки. 2016. №2 (77). С. 36–41.

23. Аулін В. В., Гриньків А. В. Проблеми і задачі ефективності системи технічної експлуатації мобільної сільськогосподарської та автотранспортної

техніки. Вісник Житомирського державного технологічного університету. Серія технічні науки. 2016. №2 (77). С. 36–41.

24. Аулін В. В., Гриньків А. В. Теоретичне обґрунтування моментів контролю технічного стану систем і агрегатів засобів транспорту. Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. 2017. №8.

С. 9–20.

25. Аулін В. В., Гриньків А. В., Замота Ф. М. Забезпечення та підвищення експлуатаційної надійності транспортних засобів на основі використання методів теорії чутливості. Вісник інженерної академії України. 2015. №3. С. 66–72.

26. Аулін В. В., Лисенко С. В., Голуб Д. В., Гриньків А. В., Мартиненко О. Д. Теоретико-фізичний підхід до діагностичної інформації про технічний стан агрегатів мобільної сільськогосподарської техніки. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства. Харків. 2015. Вип. 158. С. 252–262.

27. Аулін В. В., Лисенко С. В., Кузик О. В., Гриньків А. В., Голуб Д. В. Триболофізичні основи підвищення надійності мобільної сільськогосподарської та автотранспортної техніки (технологіями триботехнічного відновлення): монографія. Кропивницький. 2016. 304 с.

28. Бабанін О. Б. Наукові основи вдосконалення технології контролю, діагностування та матеріально-технічного забезпечення при технічному обслуговуванні локомотивів: Дис... докт. техн. наук: 05.22.07 Рухомий склад залізниць та тяга поїздів. Харківська державна академія залізничного транспорту. Харків, 2001. 288 с.

29. Бабіюк Г. В. Системне обґрунтування і розробка адаптивних способів забезпечення надійності гірничих виробок: Дис... докт. техн. наук 05.15.04 шахтне та підземне будівництво. Донбаський державний технічний університет. Дніпропетровськ, 2005. 522 с.

30. Біловод О. І. Підвищення надійності і обґрунтування параметрів процесу виробництва і відновлення розроблених дискових копачів бурякозбиральних машин: автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук: 05.05.11 Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва. Харків. 2008. 20 с.



31. Бірюков Д. С. Аналіз та оптимізація надійності складних систем з багатьма станами : автореф. дис... канд. техн. наук: 01.05.04. Київ. нац. ун-т імені Тараса Шевченка. Київ. 2009. 20 с.

32. Боднар Є. Б. Підвищення експлуатаційної надійності локомотивів шляхом впровадження раціональної системи утримування: Дис... канд. техн. наук 05.22.07 рухомий склад залізниць та тяга поїздів. Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. Харків, 2004. 161 с.

33. Бойко А. І. Тенденції розвитку вітчизняного сільгоспмашинобудування і проблем забезпечення надійності машин. Науковий вісник Національного аграрного університету. Київ. НАУ, 2004. Вип. 73. Ч. 2. С. 181–183.

34. Бойко Ю. Ф. Исследование и обоснование технологического процесса технического обслуживания трактора сельскохозяйственного назначения (на примере трактора Т-40А). Автореф. дис... канд. техн. наук: 05.20.03 эксплуатация и ремонт сельскохозяйственных машин и орудий. Государственный всесоюзный научно-исследовательский технологический институт ремонта и эксплуатации машинно-тракторного парка. Москва. 1977. 19 с.

35. Бондаренко В. В. Удосконалення технології технічного обслуговування та діагностування електрообладнання пасажирських вагонів: Дис... канд. техн. наук 05.22.07 рухомий склад залізниць та тяга поїздів. Українська державна академія залізничного транспорту. Харків. 2002. 194 с.

36. Боузаїєнне Меккі бен Салем. Удосконалення урахування впливу регіональних факторів на процес технічного обслуговування авіаційної техніки (на прикладі району Середземного моря): дис... канд. техн. наук: 05.22.20. Національний авіаційний ун-т. Київ. 2006. 186 с.

37. Брєди С. М., Погосян И. А. Вложенные стохастические процессы в теории массового обслуживания. Київ. Наукова думка. 1973. 127 с.

38. Адамчук В. В. Стан наукового забезпечення механізації сільського господарства в Україні. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. Дослідницьке: УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого, 2009. Вип. 13., кн. 1. С. 21–29.

39. Гуков Я. С. Наукове забезпечення формування державної політики стосовно відтворення та оновлення матеріально-технічної бази агропромислових підприємств. Механізація та електрифікація сільського господарства. 2008. Вип. 92. С. 13–25.

40. Агєєва І. В. Розвиток системи інженерно-технічного обслуговування. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Харків, 2007. Вип. 54. С. 160–168.

41. Демко О. А. Вплив кваліфікації операторів на ефективність використання машин. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2009. Вип. 134, Ч.2. С. 159–169.

42. Васильєва Н. К. Економіко-математичне моделювання системного інноваційного оновлення аграрного виробництва : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра екон. наук : 08.00.11 Математичні методи, моделі та інформаційні технології в економіці. Київ, 2007. 36 с.

43. Войтюк В. Д. Техніко-технологічний розвиток системи сервісу енергонасиченої сільськогосподарської техніки : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук : 05.05.11 Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва. Мелітополь, 2012. 39 с.

44. Волк М. О. Методи та засоби розподіленого імітаційного моделювання електронних систем: дис... канд. техн. наук 01.03.02 Математичне моделювання та обчислювальні методи. Харківський державний технічний університет радіоелектроніки. Харків, 1999. 189 с.

45. Волох О. П. Методика обґрунтування раціональних значень параметрів технічного обслуговування машин інженерного озброєння при їх використанні за призначенням: Дис... канд. техн. наук: 20.02.14 Озброєння і військова техніка. Військовий інженерний інститут Подільського державного аграрно-технічного університету. Кам'янець-Подільський, 2006. 175 с.

46. Грабко В. В. Методи і пристрої для технічної діагностики та автоматичного керування силовим електрообладнанням: дис... д-р техн. наук: 05.13.05 Елементи та пристрої обчислювальної техніки та систем керування. Вінницький національний технічний університет. Вінниця, 2004. 384 с.

47. Кузьмінський Р. Д. Системно-функціональні засади синтезу технологічних ліній і дільниць ремонту вузлів та агрегатів мобільної техніки рільництва : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук : 05.05.11  
Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва. Глеваха, 2013. 40 с.

48. Кухтов В. Г. Методи оцінки довговічності конструкцій шасі колісних тракторів: Дис... д-р техн. наук: 05.22.20  
Експлуатація та ремонт засобів транспорту. Харківський національний автомобільно-дорожній університет. Харків, 2006. 329 с.

49. Ларін О. М. Теоретичні основи оцінки працездатності шин легкового автомобіля в експлуатації: Дис... д-р техн. наук: 05.22.20  
Експлуатація та ремонт засобів транспорту. Академія пожежної безпеки України. Львів, 2001. 344 с.

50. Лобода А. В. Розробка організаційної структури забезпечення якості в автосервісі: Дис... канд. техн. наук: 05.13.22. Національний транспортний ун-т. Київ, 2004. 162 с.

51. Ложковський А. Г. Аналіз і синтез систем розподілу інформації в умовах мультисервісного графіка : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.12.02  
Одес. нац. акад. зв'язку імені О.С. Попова. Одеса, 2010. 36 с.

52. Луханін М. І. Моделювання залізничних транспортних коридорів на базі поширених мереж Петрі: Дис... канд. техн. наук: 05.22.20. Українська держ. академія залізничного транспорту. Харків, 2003. 163 с.

53. Мамонова Г. В. Багатоканальні системи обслуговування у схемі усереднення та дифузійної апроксимації : автореф. дис... канд. фіз.-мат. наук: 01.05.04. Київ. нац. ун-т імені Тараса Шевченка. Київ, 2007. 18 с.

54. Мартиненко В. Я. Механіко-технологічні основи підвищення ефективності робочих органів гичкозбиральних машин: Дис... д-ра техн. наук: 05.05.11. ВАТ "Тернопільський комбайновий завод". Тернопіль, 2000. 374 с.

55. Мартинишин Я. М. Організація ремонтно-технічного обслуговування в аграрних підприємствах України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра екон. наук : 08.00.04 Економіка та управління підприємствами. Миколаїв, 2009. 37 с.

56. Мигаль В. Д. Вібраційні методи оцінки якості тракторів на стадіях проектування, виготовлення та експлуатації. Дис... д-р техн. наук: 05.22.20 Експлуатація та ремонт засобів транспорту. Харківський національний автомобільно-дорожній університет. Харків, 2003. 513 с.

57. Молодик М. В. Основні напрями досліджень з підвищення надійності сільськогосподарської техніки при експлуатації, відновленні і ремонті. Вісник аграрної науки. 2010. № 5. С. 110–113.

58. Молодик М. В. Оцінювання надійності машин при експлуатації, технічному обслуговуванні і ремонті. Механізація та електрифікація сільського господарства. Глеваха, 2008. Вип. 92. С. 381–389.

59. Молодик М. В. Теоретичні передумови оцінки впливу технічного обслуговування і ремонту на надійність машин. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Київ, 2010. Вип. 144, ч. 1. С. 75–80.

60. Молодик М. В. Наукові основи системи технічного обслуговування і ремонту машин у сільському господарстві: монографія. Кіровоград: Код, 2009. 180 с.

61. Молодик М. В. Оцінка надійності електрообладнання зернозбиральних комбайнів. Механізація та електрифікація сільського господарства. Глеваха, 2010. Вип. 94. С. 419–425.

62. Морозов В. І. Вивчення якості роботи кормозбиральних машин. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Економічні науки. Харків: ХНТУСГ, 2017. Вип. 65. С. 166–171.

63. Норкін В. І. Стохастичні методи розв'язання задач неопуклого стохастичного програмування та їх застосування: Дис. докт. фіз.-мат. наук 01.05.01 Теоретичні основи інформатики та кібернетики. Інститут кібернетики імені В. М. Глушкова. Київ, 1998. 250 с.

64. Парацій В. А. Стохастичне прогнозування довговічності металоконструкцій причіпних обприскувачів: Дис... канд. техн. наук: 05.05.11. Тернопільський держ. технічний ун-т ім. Івана Пулюя. Тернопіль, 2000. 122 с.

65. Пастушенко С. І. Розвиток наукових основ розробки сільськогосподарської техніки підвищеної енергоефективності: автореф. дис.

на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук : 05.05.11 Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва. Київ, 2004. 32 с.

66. Підгурський М. І. Методи прогнозування ресурсу несучих і функціональних систем бурякозбиральних комбайнів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук : 05.05.11 Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва. Тернопіль, 2007. 36 с.

67. Постанова Кабінету Міністрів України "Про затвердження Державної цільової програми реалізації політики в агропромисловому комплексі на період до 2020 року" №785 від 30.05.2007р.

68. Постанова Кабінету Міністрів України від 19 вересня 2007 року №1158 «Про затвердження Державної цільової програми розвитку українського села на період до 2015 року»

69. Пустовіт С. В. Підвищення ефективності роботи зернозбирального комбайна : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : 05.05.11 Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва. С. В. Пустовіт. Вінниця, 2013. 19 с.

70. Пустовойтенко С. В. Забезпечення якості послуг в автосервісі на основі оптимізації виробничих процесів: Дис. канд. техн. наук: 05.13.22. Національний транспортний ун-т. Київ. 2002. 178 с.

71. Рибак Т. Прогнозування ресурсу роботи мобільних сільськогосподарських машин. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. Дослідницьке, 2004. Вип. 7. С. 149-161.

72. Розора І. В. Моделювання випадкових процесів та полів із даною точністю та надійністю: Дис... канд. фіз.-мат. наук 01.01.05 теорія ймовірностей і математична статистика. Київський національний університет імені Тараса Шевченка. Київ, 2005. 126 с.

73. Савченко В. Б. Забезпечення надійності сільськогосподарських машин і технологічних комплексів: дис. ... канд. техн. наук. 05.05.11 Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва. Харківський державний технічний університет сільського господарства. Харків, 2001. 156 с.

74. Ткаліч О. П. Методика визначення оптимального періоду проведення технічного обслуговування повітряних суден вітчизняного

виробництва. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. 05.22.20 Експлуатація та ремонт засобів транспорту. Національний авіаційний університет. Київ, 2007. 130 с.

75. Яцковський В. І. Удосконалення віброакустичного методу діагностування паливної апаратури автотракторних дизелів: Дис... канд. техн.

наук. 05.05.11 Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва. Вінницький державний аграрний університет. Вінниця, 2006. 160 с.

76. Роговський І. Л. Обґрунтування періодичності профілактичних регулювань або замін деталей при технічному обслуговуванні сільськогосподарських машин. Вісник Харківського державного технічного університету сільського господарства. Харків. 2003. Вип. 20. С. 346–352.

77. Роговський І. Л. Обґрунтування періодичності проведення профілактичних заходів технічного обслуговування сільськогосподарських машин. Вісник Харківського державного технічного університету сільського господарства. Харків. 2003. Вип. 21. С. 366–373.

78. Роговський І. Л. Аналітичні дослідження обґрунтування періодичності технічного обслуговування сільськогосподарських машин. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Кіровоград. 2003. Вип. 33. С. 209–215.

79. Роговський І. Л. Удосконалення технології технічного обслуговування зернозбиральних комбайнів. Праці Таврійської державної агротехнічної академії Мелітополь. 2003. Вип. 16. С. 123–127.

80. Роговський І. Л. Аналіз форм процесу технічного обслуговування сільськогосподарських машин. Механізація виробничих процесів рибного господарства, промислових і аграрних підприємств. Керч. 2004. Вип. 5. С. 278–285.

81. Роговський І. Л. Фактична періодичність проведення технічного обслуговування сільськогосподарських машин. Вісник Харківського державного технічного університету сільського господарства. Харків. 2004. Вип. 23. С. 338–342.

82. Роговський І. Л. Методичне обґрунтування періодичності технічного обслуговування сільськогосподарських машин. Вісник Львівського



державного аграрного університету. Серія: агроінженерні дослідження. Дубляни. 2004. Вип. 8. С. 149–157.

83. Роговський І. Л. Показники технічного стану зернозбиральних комбайнів і послідовність їх визначення при технічному обслуговуванні. Науковий вісник Національного аграрного університету. Київ. 2004. Вип. 73. С. 192–197.

84. Роговський І. Л. Аналітичне визначення факторів впливу на коефіцієнт готовності сільськогосподарських машин в системі їх технічного обслуговування. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Кіровоград. Вип. 35. С. 224–228.

85. Роговський І. Л. Відмови зернозбиральних комбайнів в умовах рядової експлуатації та їх класифікація. Науковий вісник Національного аграрного університету. Київ. 2005. Вип. 80. С. 200–206.

86. Роговський І. Л. Пристосованість до технічного обслуговування кормозбирального комбайна. Праці Таврійської державної агротехнічної академії. Мелітополь. 2006. Вип. 36. С. 39–44.

87. Роговський І. Л. Безвідмовність складальних одиниць сільськогосподарських машин при поступових відмовах. Праці Таврійської державної агротехнічної академії. Мелітополь. 2006. Вип. 37. С. 67–71.

88. Роговський І. Л. Сезонні показники експлуатаційної безвідмовності і ремонтпридатності зернозбиральних комбайнів. Науковий вісник Національного аграрного університету. Київ. 2006. Вип. 101. С. 199–203.

89. Роговський І. Л. Методологічність технічного обслуговування при зберіганні сільськогосподарських машин. Праці Таврійської державної агротехнічної академії. Мелітополь. 2006. Вип. 41. С. 112–118.

90. Роговський І. Л. Оцінювання пристосованості до технічного обслуговування зернозбирального комбайна. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільськогосподарства України. Дослідницьке. 2006. Вип. 9. Кн. 2. С. 236–241.

91. Роговський І. Л. Оцінка безвідмовності газорозподільного механізму зернозбирального комбайна "Славутич" і періодичність його регулювання при технічному обслуговуванні. Механізація і електрифікація сільськогосподарства. Глеваха. 2006. Вип. 90. С. 135–142.