

Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

(повне найменування вищого навчального закладу)

Інженерії машин, споруд та технологій

(назва факультету)

Автомобілів

(повна назва кафедри)

## ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломної роботи

Магістр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: *Проект ділянки ремонтного цеху для ремонту гідро підсилювача 53212-3400020 рульового керування автомобіля Камаз 5511 з дослідженням параметрів рульового керування на гальмівні характеристики легкових автомобілів.*

Виконав: студент VI курсу, групи МАм-62

спеціальності

274 «Автомобільний транспорт»

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Процик В.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник

Тесля В.О.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Пиндус Ю.І.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(прізвище та ініціали)

м. Тернопіль – 2019

Факультет Інженерії машин, споруд та технологій

Кафедра Автомобілів

Освітньо-кваліфікаційний рівень Магістр

Напрямок підготовки \_\_\_\_\_

(шифр і назва)

Спеціальність 274 «Автомобільний транспорт»

(шифр і назва)

### ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри д.т.н., доц., О.Л.Ляшук

«07» жовтня 2019 р.

## ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

*Процику Віталію Володимировичу*

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект ділянки ремонтного цеху для ремонту гідро підсилювача 53212-3400020 рульового керування автомобіля Камаз 5511 з дослідженням параметрів рульового керування на гальмівні характеристики легкових автомобілів.

Керівник роботи \_\_\_\_\_

Тесля Володимир Олегович к.т.н., доцент

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

Затверджені наказом по університету від «07» жовтня 2019 року № 4/7 – 886

2. Термін подання студентом роботи \_\_\_\_\_

3. Вихідні дані до роботи \_\_\_\_\_

Креслення деталі. Перелік несправностей.

Дані для дослідження.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)  
Загально-технічний розділ. Технологічний розділ. Конструкторський розділ. Спеціальний розділ. Науково-дослідний розділ. Проектний розділ. Обґрунтування економічної ефективності. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. Екологія.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)  
Гідропідсилювач гупового керування автомобіля Камаз-5511 – А1; Технологічний процес розбирання рульового механізму автомобіля Камаз – 5511 – 4А1; Знімач універсальний двох лаповий та деталювання – А1; Знімач універсальний трох лаповий та деталювання – А1; Результати експериментальних досліджень – А1; Проект агрегатної ділянки – А1;

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

| Розділ  | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата   |                  |
|---|---|----------------|------------------|
|   |   | завдання видав | завдання прийняв |
| <i>Обґрунтування економічної ефективності</i> | <i>доцент Гудь В.З.</i>                   |                |                  |
| <i>Спеціальний розділ</i>                     | <i>доцент Ляшук О.Л.</i>                  |                |                  |
| <i>Охорони праці</i>                          | <i>доцент Ткаченко І.Г.</i>               |                |                  |
| <i>Безпека в надзвичайних ситуаціях</i>       | <i>ст. викладача Клепчик В.М.</i>         |                |                  |
| <i>Екологія</i>                               | <i>доцент Лясота О.М.</i>                 |                |                  |

7. Дата видачі завдання 07.10.2019 р.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

| № з/п | Назва етапів дипломного проекту (роботи)                | Термін виконання етапів проекту (роботи) | Примітка |
|-------|---|--|----------|
| 1     | <i>Загально-технічний розділ</i>                        | <i>14.10.19р.</i>                        |          |
| 2     | <i>Технологічний розділ</i>                             | <i>21.10.19 р.</i>                       |          |
| 3     | <i>Конструкторський розділ</i>                          | <i>23.10.19 р.</i>                       |          |
| 4     | <i>Спеціальний розділ</i>                               | <i>30.10.19 р.</i>                       |          |
| 5     | <i>Науково-дослідний розділ</i>                         | <i>06.11.19 р.</i>                       |          |
| 6     | <i>Проектний розділ</i>                                 | <i>13.11.19 р.</i>                       |          |
| 7     | <i>Обґрунтування економічної ефективності</i>           | <i>27.11.19 р.</i>                       |          |
| 8     | <i>Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуація</i> | <i>04.12.19 р.</i>                       |          |
| 9     | <i>Екологія.</i>  | <i>11.12.19 р.</i>                       |          |
| 10    | <i>Графічна частина</i>                                 | <i>18.12.19 р.</i>                       |          |
|       |   |  |          |
|       |   |  |          |
|       |   |  |          |
|       |   |  |          |
|       |   |  |          |
|       |   |  |          |
|       |   |  |          |

Студент

\_\_\_\_\_ (підпис)

*Процик В.В.*

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_ (підпис)

*Тесля В.О.*

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

Магістерська робота на тему: «Проект ділянки ремонтного цеху для ремонту гідро підсилювача 53212-3400020 рульового керування автомобіля Камаз 5511 з дослідженням параметрів рульового керування на гальмівні характеристики легкових автомобілів.».

Робота виконана на кафедрі автомобілів Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя. Керівник магістерської роботи к.т.н., доцент Тесля Володимир Олегович.

Пояснювальна записка складається з дев'яти розділів і 100 сторінок формату А4 та 10 аркушів формату А1 графічної частини 8 сторінок додатків.

Ключові слова: рульовий механізм, сошка, поршень, безпека, гідравлічна олива.

## ЗМІСТ

|  |    |
|--|----|
| <b>Вступ</b> .....   | 7  |
| <b>1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ</b> .....   | 8  |
| 1.1 Описання конструктивних особливостей і умов роботи вузла.....  | 8  |
| 1.2 Опис несправностей, що виникають в процесі експлуатації вузла.....   | 13 |
| 1.3 Технологічний процес діагностування рульового управління.....  | 16 |
| 1.4 Недоліки існуючого технологічного процесу та пропозиції по його<br>удосконаленню.....                        | 21 |
| 1.5 Висновки та постановка завдання на магістерську роботу.....  | 22 |
| <b>2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ</b> .....  | 23 |
| 2.1 Вибір раціональних способів усунення дефектів, їх обґрунтування,<br>технологія усунення кожного дефекту..... | 23 |
| 2.2 Технологічний процес розбирання рульового механізму.....   | 26 |
| 2.3 Технологічний план виконання всіх ремонтних операцій.....  | 28 |
| 2.4 Вибір установчих баз та їх обґрунтування.....  | 28 |
| 2.5 Розрахунок припусків на механічну обробку.....   | 29 |
| 2.6 Розрахунок режимів різання операцій технологічного процесу.....  | 30 |
| 2.7 Технологічний процес складання рульового механізму.....  | 40 |
| <b>3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ</b> .....   | 43 |
| 3.1 Опис конструкції і принцип дії пристосування.....  | 43 |
| 3.2 Перевірочний розрахунок деталі пристрою на міцність.....   | 45 |
| <b>4 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ</b> .....  | 47 |
| 4.1 Мета створення і склад САПР.....   | 47 |
| 4.2 Основні принципи побудови САПР.....  | 50 |
| <b>5 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ</b> .....  | 56 |
| 5.1 Фізичні основи формування поротного моменту.....   | 56 |
| 5.2 Огляд методик проведення дослідження та засобів.....   | 57 |
| 5.3 Результати дослідження.....  | 59 |
| <b>6 ПРОЕКТНИЙ РОЗДІЛ</b> .....  | 63 |
| 6.1 Режим роботи підрозділу та режим праці і відпочинку працюючих.....   | 63 |
| 6.2 Обслуговування робочих місць підрозділу.....   | 63 |

|   |           |
|---|-----------|
| 6.3 Технологічний процес в підрозділі.....  | 65        |
| 6.4 Розрахунок кількості ремонтних робітників.....  | 66        |
| <b>7 ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.....</b>  | <b>72</b> |
| 7.1 Розрахунок річної заробітної плати ремонтних робітників.....                              | 72        |
| 7.2 Розрахунок повної вартості ремонту вузла.....   | 74        |
| 7.3 Розрахунок економічної ефективності впровадження проекту.....                             | 75        |
| 7.4 Розрахунок вартості пристрою та терміну його окупності.....                               | 76        |
| <b>8 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ .....</b>                              | <b>82</b> |
| 8.1.Характеристика ділянки з точки зору охорони праці та заходи по покращенню умов праці..... | 82        |
| 8.2 Розрахунок заземлення.....  | 85        |
| 8.3 Оцінка стійкості об'єкту до дії проникаючої радіації і радіоактивного зараження.....      | 90        |
| <b>9 ЕКОЛОГІЯ.....</b>  | <b>93</b> |
| 9.1 Джерела екологічної кризи сучасності.....   | 93        |
| 9.2 Характеристика сучасної екологічної ситуації в Україні.....                               | 98        |
| <b>ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ЩОДО МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ.....</b>                                       |           |
| <b>БІБЛІОГРАФІЯ.....</b>  | <b>99</b> |
| <b>ДОДАТКИ</b>  |           |

## ВСТУП

Ремонт автомобілів являється об'єктивною необхідністю, яка обумовлена технічними і економічними причинами.

Організація ремонту в нашій країні постійно розвивається. Тому на даний час ремонт досяг високого рівня, що дозволяє відновлювати деталі з високою якістю і малими затратами. При відновленні зношених деталей є великий резерв економії трудових і матеріальних ресурсів. Відновлення також являється великим забезпеченням автомобільної техніки запасними частинами. Витрати на які в даний час складають близько 50 % собівартості капітального ремонту автомобілів. Практика показує, що вслід за вдосконаленням конструкції, технології виготовлення та збирання сучасних автомобілів потрібно покращувати вже існуючі та розробляти нові способи їх ремонту. Особлива роль відводиться капітальному ремонту, який має велике народно – господарське значення так, як значно продовжує термін служби автомобілів. Автомобіль поступає в капітальний ремонт коли його деталі ще не досягли граничного зношення.

Як правило капітальний ремонт настає до морального старіння автомобіля. Після першого капітального ремонту автомобіль за надійністю і працездатністю практично не відрізняється від нового автомобіля, при затратах 30...40% від його вартості. Все це дає економію коштів, що дуже ціниться в сучасному світі. Однією із особливостей авторемонтного виробництва в умовах спеціалізованих майстерень на противагу відновлення окремих агрегатів є те, що якість ремонту досягається різними шляхами і різною ціною. У випадку ремонту на спеціалізованих станціях і при застосування способу відновлення деталей, термін служби агрегату не повинен бути меншим 80 %.

## 1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

### 1.1 Описання конструктивних особливостей і умов роботи вузла

Автомобіль КамАЗ-5511 обладнаний рульовим управлінням з гідропідсилювачем, з'єднаним в одному агрегаті з рульовим механізмом.

Рульове управління автомобіля складається з колонки з валом рульового колеса, карданного валу, кутового редуктора, рульового механізму з гідропідсилювачем, рульового приводу, насоса гідропідсилювача, радіатора і трубопроводів високого і низького тиску.

Гідропідсилювач рульового механізму зменшує зусилля, яке необхідно прикласти до рульового колеса для повороту передніх коліс, пом'якшує удари, що виникають через нерівності дороги, і підвищує безпеку руху, дозволяючи зберегти напрям руху автомобіля у разі розриву шини переднього колеса.

Колонка рульового управління у верхній частині прикріплена до кронштейна, закріпленого на внутрішній панелі кабіни; в нижній — до фланця, встановленого на підлозі кабіни. Вал рульової колонки обертається в двох спеціальних кулькових підшипниках. Самовільному відкручуванню гайки запобігає заломлене в паз гайки вушко стопорної шайби.

Карданний вал має два шарніри. Карданний шарнір складається з голчастих підшипників, встановлених у вилки і закріплених стопорними кільцями, і хрестовини, вставленої в підшипники. В кожний голчатий підшипник при складанні закладено 1,0—1,2 г мастила 158 (ТУ 38-101-320-77), і його не потрібно поповнювати в процесі експлуатації. Гумові кільця 5 запобігають попаданню бруду в шарнірне з'єднання. Карданний вал має ковзаюче шліцьове з'єднання, що забезпечує можливість зміни відстані між шарнірами при переміщенні кабіни. Шліци перед складанням змащують тонким шаром, а у втулку закладають 28—32 г мастила, вказаного вище. Ущільнюючі кільця служать для утримання мастила і захисту з'єднання від забруднення. Вилки карданного валу прикріплені до валу колонки рульового управління і до валу ведучої шестерні кутової передачі клинами.



Кутовий редуктор передає обертання від карданного валу на гвинт рульового механізму. Редуктор складається з ведучої і веденої конічних шестерень, причому ведуча шестерня виконана як одне ціле з валом і встановлена в корпусі на голчатому і кульковому підшипниках. Кульковий підшипник закріплений на валу гайкою, витончений її край (для запобігання мимовільного відкручування) втиснутий в паз. Ведена шестерня обертається в двох кулькових підшипниках, закріплених на хвостовику шестерні гайкою зі стопорною шайбою. В осьовому положенні ведена шестерня фіксується стопорним кільцем і упорною кришкою. Зачеплення конічних шестерень регулюють прокладками, встановленими між корпусом ведучої шестерні і корпусом редуктора.

Рульовий механізм має дві робочі пари: гвинт з гайкою на циркулюючих кульках і поршень-рейку, що входить в зачеплення із зубчатим сектором вала сошки. Передаточне відношення рульового механізму рівне 20:1.

Рульовий механізм прикріплений до лівого кронштейна передньої ресори і сполучений з валом колонки рульового управління карданним валом, що має два шарніри. Картер рульового механізму одночасно являється і циліндром гідروпідсилювача, в якому переміщується поршень-рейка. Зуби рейки і сектора вала сошки мають змінну по довжині товщину, що дозволяє за допомогою осьового переміщення вала сошки регулювати зазор в зачепленні, сам вал обертається в бронзовій втулці, запресованій в картері. Осьове положення вала сошки встановлено регульовальним гвинтом, головка якого входить в отвір вала сошки і впирається в шайбу. Осьове переміщення регульовального гвинта після складання повинно бути в межах 0,02—0,08 мм, воно обмежується регульовальною шайбою і стопорним кільцем. В поршень-рейку вставлена кулькова гайка, яка закріплена установочними гвинтами, розкерненими після збирання. В паз кулькової гайки, з'єднаної двома отворами з її гвинтовою канавкою, вставлено два штамповані жолоби. В гвинтових канавках гвинта і гайки, а також в жолобах, встановлених в паз гайки, знаходяться кульки, які при повороті гвинта, викочуючись з одного кінця гайки, повертаються по жолобах до її іншого кінця. Гвинт рульового механізму має в середній частині шліци, на яких вільно сидить ведена шестерня кутового редуктора, що

обертається в двох кулькових підшипниках. До корпусу кутового редуктора прикріплений на шпильках корпус клапана управління. Золотник клапана і упорні роликотпідшипники закріплені на гвинті рульового механізму гайкою, витончений край якої втиснутий в паз гвинта. Під гайку підкладена конічна пружинна шайба, яка забезпечує рівномірне стиснення упорних підшипників. Увігнутою стороною шайба направлена до підшипника. Великі кільця роликотпідшипників повернені до золотника.

Золотник і гвинт можуть переміщатися в осьовому напрямі на 1,1 мм в кожную сторону від середнього положення, оскільки довжина золотника більше довжини отвору під нього в корпусі клапана. В середнє положення вони повертаються під дією пружин і реактивних плунжерів, на які тисне масло, що поступає з магістралі високого тиску. До корпусу клапана управління від насоса гідротпідсилювача підведені шланги високого і низького тиску (зливу). По першому масло відходить від насоса, а по другому повертається. При повертанні гвинта в ту чи іншу сторону, внаслідок опору, що виникає при повороті коліс, утворюється сила, яка прагне зсунути гвинт в осьовому напрямку у відповідну сторону. Якщо ця сила перевищує зусилля попереднього стиснення пружин, то гвинт переміщається і зміщує золотник. При цьому в одній з порожнин клапана управління і гідротпідсилювача підвищується тиск. Масло, що поступає з насоса в циліндр, тисне на поршень-рейку, створюючи додаткове зусилля на секторі сошки рульового управління, і тим сприяє повороту коліс. Тиск в робочій порожнині циліндра збільшується з підвищенням опору повороту коліс. Одночасно зростає тиск під реактивними плунжерами. Гвинт і золотник під дією пружин і реактивних плунжерів прагнуть повернутися в середнє положення.

Чим більший опір повороту коліс і вищий тиск в робочій порожнині циліндра, тим більше зусилля, з яким золотник прагне повернутися в середнє положення, а також зусилля, на рульовому колесі. Якщо зусилля на рульовому колесі зростає із збільшенням опору повороту коліс, у водія створюється "відчуття дороги."

При припиненні повороту рульового колеса, а отже, і руху поршня, масло, яке поступає в циліндр, діє на поршень-рейку з гвинтом і зміщує

золотник до середнього положення, що знижує тиск в циліндрі до величини, необхідної для утримання коліс в поверненому положенні.

В корпусі клапана управління є кульковий зворотний клапан, що сполучає при непрацюючому насосі лінії високого тиску і зливу. В цьому випадку рульовий механізм працює як звичайний рульовий механізм без гідروпідсилювача. Окрім цього, в корпусі клапана є запобіжний кульковий клапан, що сполучає лінії високого і низького тиску при тиску  $65 - 70 \text{ кгс/см}^2$  і тим самим оберігає насос від перегріву під час роботи гідропідсилювача при такому тиску. Конструкція такого запобіжного клапана має один суттєвий недолік — необхідність розбирання гідропідсилювача для доступу до клапана.

Порожнини клапана управління і кутового редуктора сполучені із зливом і ущільнені по торцях гумовими кільцями круглого січення. Аналогічними кільцями ущільнені всі нерухомі з'єднання гідропідсилювача. Вал сошки ущільнений сальником зі стопорним кільцем, яке запобігає вивертанню манжети при високому тиску. Зовнішній сальник захищає вал сошки від попадання пилу і бруду. Поршень в циліндрі ущільнений фторопластовим кільцем в комбінації з розпірним кільцем. Гвинт рульового механізму ущільнений в корпусі кутового редуктора розпірним і гумовим кільцями. Регульовальний гвинт валу сошки ущільнений гумовим кільцем круглого перетину. Ущільнення ведучого валу з шестернею кутового редуктора комбіноване, складається з двох сальників, які фіксує від осьового переміщення розрізне стопорне кільце. В картері рульового механізму є пробка з магнітом, яка вловлює сталеві і чавунні частинки з масла.

Насос гідропідсилювача рульового управління з бачком встановлений в розвалі блоку циліндрів. Привід насоса шестеренчастий, від блоку розподільних шестерень. Шестерня закріплена на валу насоса шпонкою і гайкою з шплінтом. Насос лопатевого типу, подвійної дії, тобто за один оберт валу проходить два повні цикли всмоктування і два нагнітання. В роторі насоса є, пази, в яких переміщаються лопаті. Ротор встановлений всередині статора на валу насоса на шліцах; посадка ротора на шліцах вільна. Положення статора щодо корпусу насоса фіксоване, тобто напрям стрілки на статорі співпадає з напрямом обертання валу насоса.

При обертанні валу насоса лопаті притискаються до криволінійної поверхні статора під дією відцентрової сили і тиску масла, що поступає по каналах розподільного диска під лопаті насоса. Між лопатями утворюються порожнини змінного об'єму, які заповнюються маслом, що поступає з порожнини всмоктування розподільного диска. В порожнини всмоктування масло поступає з порожнини корпусу насоса по каналах в статорі. При зменшенні міжлопатевого об'єму масло витісняється в порожнину нагнітання по каналах в розподільному диску. Поверхні торців корпусу і розподільного диска ретельно відшліфовані. Наявність на них, а також на роторі, статорі і лопатях забоїн, загусениць і т.п. не допускається.

На насосі встановлений бачок для масла, закритий кришкою, яка закріплена болтом. Під ним встановлені шайба і гумове кільце, яке разом з гумовою прокладкою ущільнює внутрішню порожнину бачка. В кришку бачка вкручений запобіжний клапан, що обмежуючий тиск усередині бачка. Все масло, що повертається з гідропідсилювача в насос проходить через розташований усередині бачка сітчастий фільтр.

Насос має комбінований клапан, розташований в кришці насоса. Цей клапан складається з двох клапанів - запобіжного і перепускного. Перший, поміщений всередину другого, обмежує тиск масла в системі ( $75 - 80 \text{ кгс/см}^2$ ), а другий - кількість масла, що подається до гідропідсилювача при підвищенні частоти обертання колінчастого валу двигуна.

Перепускний клапан працює таким чином. Із збільшенням подачі масла в систему гідропідсилювача (в результаті підвищення частоти обертання колінчастого валу двигуна) різниця тиску в порожнині нагнітання насоса і лінії нагнітання гідропідсилювача за рахунок опору отвору К зростає, а отже, зростає і різниця тиску на торцях перепускного клапана. При певній різниці тиску зусилля, що прагне змістити клапан, зростає настільки, що пружина стискається, і клапан, переміщаючись управо, з'єднує порожнину нагнітання з бачком. Таким чином, подальше збільшення надходження масла в систему майже припиняється.

Для запобігання шуму при роботі і зменшення зношення деталей насоса при великій частоті обертання колінчастого валу двигуна масло, яке

перепускається клапаном, примусово прямує назад в порожнину корпусу насоса і канали всмоктування. Для цієї мети служить колектор, у якого внутрішній канал, що сполучається з порожниною перепускного клапана, має малий прохідний перетин, який далі розширюється. Це приводить до різкого збільшення швидкості потоку масла, що перепускається у всмоктуючу порожнину корпусу, і створює деяке підвищення тиску на всмоктуванні.

Радіатор, призначений для охолодження масла, в системі гідропідсилювача рульового управління, являє собою алюмінієву ребристу трубу, встановлену перед масляним радіатором системи змащування двигуна. Масло від рульового механізму до радіатора і від радіатора до насоса підводиться по гумових шлангах.

## **1.2 Опис несправностей, що виникають в процесі експлуатації вузла**

В процесі експлуатації автомобіля можуть виникати наступні несправності і дефекти рульового керування:

Підвищений вільний хід рульового колеса. Дана несправність проявляється нестійким рухом автомобіля на дорозі (потрібна постійна додаткова робота рульовим колесом для підтримання заданого напрямку руху). Вільний хід рульового колеса не повинен перевищувати  $25^\circ$  (в нового автомобіля  $15^\circ$ ).

Його можна виміряти за допомогою приладу моделі K187. Дана несправність виникає внаслідок недоліки технічного обслуговування, неправильного регулювання зачеплення поршня-рейки з зубчастим сектором вала сошки або через надмірне зношення деталей рульового механізму.

Послаблення затягування гайки упорних підшипників гвинта рульового механізму. Дана несправність проявляється нестійким рухом автомобіля на дорозі (потрібна постійна додаткова робота рульовим колесом для підтримання заданого напрямку руху) і недостатньою чи нерівномірною роботою гідропідсилювача. Сила затягування гайки упорних підшипників гвинта рульового механізму повинна бути такою, щоб момент, необхідний для прокручування корпусу клапана керування відносно гвинта знаходився в межах

10-12,5 кгс·см. Несправність виникає внаслідок ненадійного застоювання гайки, прикладання до рульового колеса надмірного зусилля в його крайніх положеннях або через довготривалий рух автомобіля з непрацюючим гідропідсилювачем.

Заїдання золотника чи реактивних плунжерів в корпусі клапана керування гідропідсилювачем. Дана несправність проявляється нестійким рухом автомобіля на дорозі (потрібна постійна додаткова робота рульовим колесом для підтримання заданого напрямку руху) і заклинюванням рульового механізму при поворотах, виникає внаслідок забруднення масла рульового механізму механічними домішками або через надмірне зношення деталей.

Надмірний натяг в зубчастому зачепленні рульового механізму. Дана несправність проявляється недостатньою чи нерівномірною роботою гідропідсилювача і є наслідком неправильного регулювання.

Підвищений зазор в зубчастому зачепленні рульового механізму. Несправність проявляється стуком в рульовому механізмі і є наслідком неправильного регулювання.

Періодичне зависання перепускного клапана, негерметичність зворотного клапана або порушення регулювання пружини запобіжного клапана рульового механізму чи його негерметичність. Дана несправність проявляється недостатньою чи нерівномірною роботою гідропідсилювача або повною відсутністю підсилення при різних частотах обертання колінчастого вала двигуна. Виникає внаслідок забруднення рульового механізму механічними домішками, неправильне регулювання клапанів або через механічні пошкодження деталей клапанів.

Відкручування сидла запобіжного клапана насоса або поломка пружини клапана. Дана несправність проявляється повною відсутністю підсилення при різних частотах обертання колінчастого вала двигуна.

Слабка затяжка гайок болтів сошки. Дана несправність проявляється стуком в рульовому механізмі. Дана несправність виникає внаслідок недостатку технічного обслуговування.

Слабка затяжка гайок клинів кріплення вилок карданного вала або зношення шліцевого з'єднання. Дана несправність проявляється стуком в

карданному валі рульової колонки. Дана несправність виникає внаслідок недостатку технічного обслуговування.

Зношення деталей гвинтової пари рульового механізму. Дана несправність проявляється нестійким рухом автомобіля на дорозі (потрібна постійна додаткова робота рульовим колесом для підтримання заданого напрямку руху). Несправність виникає при забрудненні рульового механізму механічними домішками, заливанні в гідросистему невідповідного мастила або при порушенні теплового режиму роботи гідропідсилювача.

Пошкодження внутрішніх ущільнень рульового механізму. Дана несправність проявляється нестійким рухом автомобіля на дорозі (потрібна постійна додаткова робота рульовим колесом для підтримання заданого напрямку руху), недостатньою чи нерівномірною роботою гідропідсилювача, неоднаковим зусиллям на рульовому колесі при поворотах наліво і направо. Несправність виникає при забрудненні рульового механізму механічними домішками.

Зношення деталей з'єднання регульовального гвинта з валом сошки чи зубчастого зачеплення рульового механізму. Ознакою цієї несправності є заклинювання рульового механізму на поворотах.

Погнутість колектора чи руйнування його прокладки. Дана несправність викликає підвищений шум при роботі насоса і викидання масла через запобіжний клапан кришки бачка насоса. Виникає внаслідок механічних пошкоджень деталей при розбиранні чи складанні насоса.

Пошкодження манжети валика насоса. Дана несправність викликає постійне падіння рівня масла в бачку насоса внаслідок його просочування крізь зазор між манжетою і валиком насоса.

Розбивання посадочних місць під підшипники в корпусі кутового редуктора. Даний дефект проявляється нестійким рухом автомобіля на дорозі (потрібна постійна додаткова робота рульовим колесом для підтримання заданого напрямку руху) і стуком в рульовому механізмі. Цей дефект виникає внаслідок довготривалої експлуатації автомобіля з непрацюючим гідропідсилювачем або його насосом.

### 1.3 Технологічний процес діагностування рульового управління

Технологічний процес діагностування рульового управління автомобіля КамАЗ включає три операції:

Перевірка вільного ходу рульового колеса;

Перевірка зусилля на ободі рульового колеса;

Перевірка тиску масла в магістралі високого тиску і вимірювання продуктивності насоса гідروпідсилювача.

Перевірка вільного ходу рульового колеса.

Ця операція виконується при роботі двигуна на холостому ході і при положенні керованих коліс, що відповідає руху по прямій, прокручуванням рульового колеса в одну і в другу сторони (до початку повороту керованих коліс). Вільний хід рульового колеса при роботі двигуна на холостому ході не повинен перевищувати  $25^\circ$  (в нового автомобіля  $15^\circ$ ).

Вимірювання найкраще проводити з допомогою приладу моделі К187 або іншого, аналогічного йому по конструкції. Прилад К187 призначений для перевірки технічного стану рульового управління автомобілів по сумарному люфту і загальній силі тертя. Прилад складається з динамометра з шкалою і градуйованого сегмента, який кріпиться на рульовому колесі, а його стрілка — на рульовій колонці за допомогою захвата і кронштейнів.

Перевірка технічного стану рульового управління приладом К187 по люфту і втратам на тертя проводиться в наступній послідовності:

Встановити передні колеса в положення, відповідне руху автомобіля по прямій.

Оглянути кріплення деталей рульового приводу і механізму, з'єднання шлангів гідропідсилювача. При необхідності усунути несправність.

Закріпити стрілку приладу К187 на рульовій колонці, а люфтомір на рульовому колесі.

Прикладаючи зусилля на рукоятку люфтоміра не більше 10 Н (1 кгс), повернути рульове колесо ліворуч від моменту, поки воно не стане перевищувати цього значення, і встановити стрілку на нуль шкали, а потім



повернути рульове колесо таким же чином управо і визначити люфт за шкалою в градусах.

Вимірювання проводиться на повністю спорядженому автомобілі, встановленому на рівній горизонтальній площині з твердою сухою поверхнею (асфальт, бетон, металева плитка).

Якщо вільний хід рульового колеса перевищує допустимий, необхідно перевірити стан рульових тяг і їх шарнірів, регулювання рульового механізму, зазори в карданних шарнірах вала рульового керування, затяжку клинків кріплення карданного вала, затяжку гайки упорних підшипників в рульовому механізмі, зазори в колонці рульового механізму і надійність з'єднання вала колонки з рульовим колесом (зазори тут не допускаються); кріплення рульового механізму; регулювання підшипників ступиць керованих коліс (перевірка здійснюється обертанням коліс в двох напрямках, при цьому ступиці повинні обертатись рівномірно і вільно, помітний осьовий люфт не допускається).

При порушенні затягування або регулювання вказаних вузлів їх потрібно відновити. В випадку збільшення зазорів в шарнірах або шліцах карданного вала рульового керування карданний вал потрібно замінити або відремонтувати. При наявності осьового переміщення рульового колеса необхідно підтягнути гайку кріплення підшипників колонки, попередньо відігнувши вусики стопорної шайби. Після регулювання один із вусиків стопорної шайби потрібно загнути в паз гайки. Момент обертання вала рульового керування, від'єданого від карданного вала, повинен становити 6 – 8 кгс·см. Надмірна затяжка гайки з наступним її відкручуванням для отримання заданого крутного моменту вала рульової колонки недопустима, так як таким чином може бути пошкоджений підшипник вала.

Перевірка зусилля на ободі рульового колеса.

Несправності в роботі рульового механізму не завжди залежать від його стану. Ось чому, перед тим як перевіряти, регулювати чи розбирати рульовий механізм, потрібно перевірити балансування коліс, тиск повітря в шинах, наявність мастила в вузлах рульового керування і ступицях коліс, регулювання підшипників ступиць коліс, регулювання рульових тяг і правильність їхнього

розташування, роботу амортизаторів, правильність установки передніх коліс. Крім цього, слід перевірити рівень масла в бачку насоса гідропідсилювача, а також наявність повітря в системі, осаду чи бруду в бачку і на фільтрі насоса і течі масла в з'єднаннях маслопроводів. Рульовий механізм необхідно перевіряти при від'єднаній поздовжній рульовій тязі і непрацюючому двигуні, зусилля на ободі колеса потрібно виміряти з допомогою приладу моделі K187 або звичайного пружинного динамометра, прикріпленого до ободу рульового колеса.

Зусилля вимірювати при наступних трьох положеннях рульового колеса:

Перше — рульове колесо повернуте більше, ніж на два оберта від середнього положення. В цьому випадку зусилля на ободі рульового колеса повинно становити 0,6 – 1,6 кгс.

Друге — рульове колесо повернуте на  $\frac{3}{4}$  – 1 оберт від середнього положення. В цьому випадку зусилля на ободі рульового колеса не повинно перевищувати 2,3 кгс.

Третє — рульове колесо проходить через середнє положення. В цьому випадку зусилля на ободі рульового колеса повинно бути на 0,4 – 0,6 кгс більше від зусилля, отриманого при вимірюванні в другому положенні, але не перевищувати 2,8 кгс. Якщо в цих положеннях величини зусиль не відповідають вказаним, то потрібно відрегулювати рульовий механізм поворотом регульовального гвинта. Перед початком регулювання потрібно відкрутити на кілька обертів контргайку. При повертанні гвинта за годинниковою стрілкою зусилля на ободі рульового колеса буде збільшуватись, а при обертанні проти годинникової стрілки — зменшуватись. Після регулювання потрібно застопорити регульовальний гвинт контргайкою з моментом 40 – 45 Н·м.

Невідповідність зусилля на ободі рульового колеса вказаній вище величині при другому положенні свідчить про те, що пошкоджені деталі вузла кулькової гайки, а при першому положенні — про те ж саме, але ще й про неправильний натяг упорних роликів підшипників.

Відрегулювати зусилля при першому положенні можна з допомогою гайки кріплення упорних підшипників (дотягнувши її), але для цього необхідно частково розібрати рульовий механізм.

#### Перевірка тиску масла і продуктивності насоса установкою К465М

Установка К465М призначена для перевірки гідравлічних систем рульового управління безпосередньо на автомобілях ЗІЛ, ГАЗ, КамАЗ. Складається з візка і блоку приладів (рідинний манометр, дистанційний термометр, об'ємний лічильник рідини, сигнальна лампа, а також усередині корпусу є клапан навантаження і реверсивний золотник).

Перевірка проводиться по наступних параметрах: частота обертання колінчастого валу двигуна, тиск і продуктивність насоса підсилювача, температура масла, момент початку і повного відкриття золотника підсилювача.

Заходи безпеки: забороняється працювати з приладами для перевірки систем гідропідсилювача керма при порушенні герметичності в з'єднаннях високого тиску, а включення і відключення приладів проводити тільки при непрацюючому двигуні; забороняється перевіряти рівень рідини в бачку насоса гідропідсилювача при працюючому двигуні.

#### Перевірка гідропідсилювача установкою К465М

Перевірка працездатності гідропідсилювача рульового управління установкою К465М проводиться в наступній послідовності:

Перевірити рівень масла в бачку насоса гідропідсилювача. При необхідності долити масло до норми по встановлених мітках і провести прокачування гідросистеми при працюючому двигуні на холостому ході шляхом повного двох- триразового повороту рульового колеса при сталому рівні масла в бачку насоса.

Підключити установку до гідравлічної системи рульового управління, запустити, прогріти двигун і встановити малу частоту обертання колінчастого валу на холостому ході, перевірити герметичність в з'єднаннях гідросистем установки і підсилювача керма.

Включити краном подачу масла до лічильника і на середній частоті заміряти продуктивність насоса гідропідсилювача.

Закрити кран і перевірити по манометру створюваний насосом гідропідсилювача тиск на малих і середніх частотах протягом не більше 15 с при температурі масла 65—75 °С. Отримані дані звірити з нормативними значеннями і провести технічний висновок.

При відсутності спеціальної установки для діагностування рульового управління, тиск масла можна виміряти з допомогою манометра і краника.

#### Перевірка тиску з допомогою манометра

Якщо потрібно перевірити тиск, то слід розігріти масло в бачку до 65 – 75 °С. Масло може бути нагріте за рахунок зростання тиску в системі, для чого потрібно повернути колеса до упору і втримувати їх в такому положенні не більше 15 с. Потім встановити в магістралі високого тиску між насосом і рульовим механізмом манометр (зі шкалою до 100 кгс/см<sup>2</sup>) і краник, що перекриває подачу масла до гідропідсилювача. Після цього відкрити краник і повернути рульове колесо до упору, приклавши до нього зусилля не менше 10 кгс. Тиск масла при частоті обертання колінчастого вала 600 об/хв повинен становити не менше 55 кгс/см<sup>2</sup>. Якщо тиск масла буде менше 55 кгс/см<sup>2</sup>, то потрібно повільно закрити краник, слідкуючи за підвищенням тиску по манометру. При справному насосі тиск повинен піднятися до 60 кгс/см<sup>2</sup>. В такому випадку несправність потрібно шукати в механізмі рульового керування (неправильне регулювання запобіжного клапана або надмірні внутрішні течі). Якщо тиск не підвищується, то несправний насос і його потрібно відремонтувати або замінити.

Відремонтований і новий насоси можуть підвищити тиск в системі до 65 і 75 кгс/см<sup>2</sup> відповідно.

Виникаючий при перевірці специфічний шум, зв'язаний з роботою запобіжного клапана рульового механізму, не є ознакою несправності.

Для перевірки правильності роботи клапана керування гідропідсилювача необхідно від'єднати поздовжню рульову тягу, відкрити краник і повернути рульове колесо до упору, приклавши зусилля не менше 10 кгс при частоті обертання колінчастого вала 1000 об/хв.

При знятті зусилля з рульового колеса тиск повинен знизитись до 3 – 5 кгс/см<sup>2</sup>. Таку перевірку потрібно провести в двох крайніх положеннях. Якщо тиск не понижується, то це свідчить про заїдання клапана.

Під час перевірки забороняється більше 15 с тримати краник закритим, а колеса — повернутими до упору.

Згідно з нормативами [5] час на проведення комплексного діагностування рульового управління становить 1,15 год.

#### **1.4 Недоліки існуючого технологічного процесу та пропозиції по його удосконаленню**

Звернуто увагу на те, що на території підприємства існує приміщення площею 360 м<sup>2</sup>, яке експлуатується як гараж. На мою думку, це приміщення використовується нерационально, оскільки значну частину його площі відведено для зберігання несправної техніки і металобрухту.

Приміщення обладнане оглядовою канавою і кран-балкою, які експлуатуються дуже рідко (для обслуговування тільки двох автомобілів). Крім того, на території підприємства немає спеціально обладнаної ділянки для ремонту автомобілів, що призводить до потреби проводити ремонт рухомого складу на станціях технічного обслуговування за межами підприємства.

Я пропоную очистити вищезгадане приміщення і обладнати в ньому агрегатну ділянку ремонту автомобілів. Цей проект повинен принести підприємству значний економічний ефект, оскільки в наявності вже є приміщення з оглядовою канавою і кран-балкою, а залишається тільки закупити спеціалізоване обладнання для ремонту агрегатів автомобілів, універсальне ремонтне обладнання для додаткових потреб (токарно-гвинторізний і фрезерний верстати, гідравлічний прес, свердлильний верстат, слюсарні верстаки з лещатами та ін.) і найняти команду висококваліфікованих робітників.

Після впровадження проекту в основному буде проводитись ремонт, а не заміна агрегатів (як це було раніше) і не на СТО, а на ділянці підприємства. Це

повинно призвести до різкого зменшення затрат на ремонт і ТО рухомого складу, і, як наслідок, до короткого терміну окупності вкладених в проект коштів.

### **1.5 Висновки та постановка завдання на магістерську роботу**

Поставлено наступні завдання, які потрібно вирішити в процесі виконання роботи:

в технологічному розділі розробити або вдосконалити ТП ремонту гідро підсилювача 53212-3400020 рульового керування автомобіля Камаз 5511.

в конструкторському розділі розробити пристосування для покращення виконання ТП;

розглянути спеціальну частину;

провести дослідження параметрів рульового керування на гальмівні характеристики легкових автомобілів;

спроектувати ділянку ремонтного цеху для ремонту гідро підсилювача 53212-3400020 рульового керування автомобіля Камаз 5511;

в розділі обґрунтування економічної ефективності провести розрахунок вартості ремонту.

описати засоби охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях та екології; розробити комплект технологічної документації за ГОСТ 3.1404-86; виконати графічну частину роботи.

## 2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

### 2.1 Вибір раціональних способів усунення дефектів, їх обґрунтування, технологія усунення кожного дефекту

Дефект №1 (підвищений вільний хід рульового колеса) можна усунути, провівши візуальний огляд і відповідні регулювальні роботи. При потребі слід підтягнути болти кріплення рульової колонки, гайку кріплення підшипників рульового вала, гайки клинів кріплення вилок карданного вала рульового механізму, замінити голчасті підшипники чи хрестовини карданних шарнірів, перевірити стан шліцевого з'єднання карданних валів, відрегулювати зачеплення шестерень кутового редуктора, зачеплення поршня-рейки з зубчастим сектором вала сошки, підтягнути гайки болтів кріплення сошки, перевірити стан рульових тяг.

Дефект №2 (послаблення затягування гайки упорних підшипників болта рульового механізму) можна усунути дотягнувши гайку так, щоб момент, необхідний для прокручування корпусу клапана керування відносно болта, знаходився в межах 10-12,5 кгс·см. Після затягування тонкий край гайки потрібно загнути в паз болта для запобігання її відкручування. Вгин гайки повинен бути плавним, без роздирів і гострих країв.

Дефект №3 (заїдання золотника чи реактивних плунжерів в корпусі клапана керування гідропідсилювачем) можна усунути провівши розбирання рульового механізму, ретельне промивання і при потребі заміну його деталей. Крім того слід очистити і промити фільтр насоса і заправити гідросистему чистим маслом.

Дефекти №4 і №5 (надмірний натяг і підвищений зазор в зубчастому зачепленні рульового механізму) усуваються проведенням відповідних регулювальних робіт. Після регулювання потрібно затягнути контргайку регулювального болта моментом 3,5 кгс·м.

Дефекти №6 і №7 (періодичне зависання перепускного клапана, негерметичність зворотного клапана або порушення регулювання пружини запобіжного клапана рульового механізму чи його негерметичність і

відкручування сідла запобіжного клапана насоса або поломка пружини клапана) усувається промиванням гідросистеми, проведенням регулювання клапанів і, при потребі, заміною непридатних деталей.

Дефект №8 (слабка затяжка гайок болтів сошки) усувається дотягуванням гайок для надійного закріплення сошки на валу.

Дефект №9 (слабка затяжка гайок клинів кріплення вилок карданного вала або зношення шліцевого з'єднання) усувається затягуванням гайок або, при потребі, заміною карданних валів зі зношеними шліцами.

Дефекти №10, №11 і №12 (зношення деталей болтової пари, пошкодження внутрішніх ущільнень, зношення деталей з'єднання регульовального болта з валом сошки чи зубчастого зачеплення рульового механізму) усуваються заміною пошкоджених деталей.

Дефекти №13 і №14 (погнутість колектора чи руйнування його прокладки і пошкодження манжети валика насоса). Для усунення цих дефектів потрібно розібрати насос гідропідстлювача, оглянути і, при потребі, замінити непридатні деталі.

Дефект №15 (розбивання посадочних місць під підшипники в корпусі кутового редуктора) можна усунути наступними способами:

Гальванічним нарощуванням.

Газополумєневим наплавленням з послідуєчою механічною обробкою.

Електродуговим наплавленням з послідуєчою механічною обробкою.

Вібродуговим наплавленням з послідуєчою механічною обробкою.

Газополумєневим напиленням з послідуєчою механічною обробкою

Розточуванням під підшипники більшого розміру.

Встановленням додаткового ремонтного елемента (ремонтної втулки).

Перший спосіб (гальванічне нарощування) ґрунтується на явищі електролітичної дисоціації, під час якої на деталь, поміщену в водний розчин відповідних солей, кислот чи основ при проходженні постійного струму осідають іони нарощуваного металу.

Даний метод має ряд переваг над іншими способами:

Під час проведення операції не відбувається перегріву деталі.



Після завершення нарощування не виникають внутрішні напруження всередині деталі.

Наплавлений метал на молекулярному рівні утворює однорідну з основним металом кристалічну решітку, що унеможливорює відшарування нарощеного шару.

Але цей спосіб має один суттєвий недолік: для проведення операції потрібне спеціальне обладнання, вузькоспеціалізовані в цій сфері працівники і цех, обладнаний спеціальною витяжною вентиляцією, що призводить до дуже великих затрат на відновлення деталі і неможливості застосування цього способу в умовах ремонтного виробництва.

Наплавлення зношеної поверхні з послідуною механічною обробкою теж є досить ефективним способом відновлення, але, як і в першому випадку, висока вартість і потреба в спеціальному обладнанні роблять нерентабельним застосування цього методу в умовах ремонтного виробництва.

Розточування під підшипники більшого розміру є найдешевшим і найшвидшим способом усунення несправності, оскільки вимагає проведення тільки однієї технологічної операції – розточування. Але, проаналізувавши конструкційні особливості деталі, я дійшов висновку, що в даному випадку використання цього способу є неможливим, оскільки в місті зношення деталей є тонкостінною і подальше ослаблення при розточуванні призведе до поломки деталі під час експлуатації.

Останній спосіб — встановлення додаткового ремонтного елемента — в даному випадку є найдоцільнішим і полягає у розточуванні зношеної поверхні з наступним запресуванням ремонтної втулки. Втулка з'єднується з деталлю за допомогою посадки з натягом.

При запресуванні втулки розточений отвір потрібно змастити машинним маслом для запобігання заїдання і легшого запресування. Крім того, необхідно слідкувати, щоб при запресуванні деталі були розташовані строго співвісно.

Після запресування втулки проводиться механічна обробка до потрібного розміру.

## 2.2 Технологічний процес розбирання рульового механізму

Розбирати і складати рульовий механізм потрібно тільки в випадку необхідності, при чому, робити це повинні кваліфіковані механіки на чистих робочих місцях (столах і стендах).

Знімати з автомобіля рульовий механізм потрібно в наступній послідовності:

Відкрутити і витягнути стяжні болти кріплення сошки і зняти її з допомогою знімача або клина, який вставляється в проріз верхньої головки (будь-який інший спосіб, в тому числі і вибивання сошки, може призвести до поломки деталей).

Відкрутити пробку із магнітом та злити масло; для повного його видалення потрібно повернути рульове колесо 2 – 3 рази із одного крайнього положення в інше.

Відеднати шланги, злити масло, яке залишилося в насосі.

Відеднати карданний вал (для цього витягнути шплінт, відкрутити гайку клина і вибити клин).

Відкрутити болти, що кріплять картер рульового механізму до кронштейна.

Ретельно очистити та промити зовнішню поверхню рульового механізму.

Злити залишки масла, перекинувши рульовий механізм клапаном вниз і повертаючи вал рульового керування 2 – 3 рази з одного крайнього положення в інше.

Розбирати і перевіряти рульовий механізм необхідно в наступному порядку:

Відкрутити болти кріплення і зняти бокову кришку разом з валом сошки, зачистити шліцевий кінець вала сошки і обережно, щоб не пошкодити сальник і ущільнювальне кільце, витягнути вал.

Провірити переміщення регульовального болта у валу сошки. Осьове переміщення болта повинно бути в межах 0,02 – 0,08 мм. Якщо воно перевищує 0,15 мм, то потрібно замінити регульовальну шайбу.

Зняти передню кришку, відкрутивши болти кріплення.

При всіх наступних операціях розбирання і складання прийняти заходи для запобігання викручування болта з кулькової гайки, оскільки це може призвести до випадання кульок і заклинювання болта. Болт не повинен викручуватися з гайки більше, ніж на два оберти від середнього положення.

Відкрутити гайки кріплення корпусу клапана керування і зрушити корпус вперед настільки, щоб його можна було повернути відносно болта. Робити це потрібно обережно, щоб не пошкодити гумові ущільнювальні кільця шпильок.

Зняти корпус кутового редуктора разом з клапаном керування, болтом і поршнем-рейкою, відкрутивши болти кріплення і дві гайки.

При невиконанні умов, вказаних в п.9, замінити кульки або весь комплект. Після цього потрібно зняти жолобки і, прокручуючи болт відносно гайки в одну і другу сторони, видалити кульки. При пошкодженні болтових бігових канавок замінити гайку і болт. Гайку, болт і кульки потрібно замінювати комплектно, оскільки їх підбирають на заводі. Забороняється використовувати кульки, в яких різниця розмірів по діаметру більше 0,002 мм, так як в такому випадку можлива поломка кульок і заклинювання деталей рульового механізму.

Перевірити регулювання бокового зазору між зубами шестерень кутового редуктора. Боковий зазор між будь-якими парами зубів не повинен перевищувати 0,1 мм, а момент обертання ведучої шестерні в кутовому редукторі повинен становити не більше 5 кгс·см. При правильному зачепленні конічних шестерень пляма контакту повинна знаходитись в середній частині зуба. Боковий зазор регулюють шляхом підбору по товщині пакету прокладок під корпусом ведучої шестерні. Після регулювання боковий зазор між будь-якими парами зубів повинен бути не більше 0,05 мм; шестерні повинні обертатися плавно, момент обертання не повинен перевищувати 5 кгс·см. В випадку розбирання кутового редуктора не можна розукомплектовувати корпус і конічні шестерні, так як вони підібрані на заводі комплектно. При необхідності перевірки роботи запобіжного клапана і його регулювання потрібно зняти клапан керування, відкрутивши гайку, як це вказано в п.6. При розбиранні і складанні клапана керування забороняється розукомплектовувати золотник, зворотній і запобіжний клапани і реактивні плунжери.

Згідно з нормативами [5] час на проведення розбирання гідропідсилювача становить 2,4 год.

### **2.3 Технологічний план виконання всіх ремонтних операцій**

Складання технологічного процесу заключається у виборі правильного маршруту виконання всіх ремонтних операцій, що призводить до зменшення вартості ремонтних робіт, а також часу виконання комплексу цих робіт.

Технологічний процес включає такі операції:

Операція 005 — Підготовча – очистити деталь від пилу і бруду.

Операція 010 — Токарна – розточити посадкове місце під підшипники з метою відновлення циліндричності.

Операція 015 — Токарна – виготовити ремонтну втулку.

Операція 015 — Пресувальна – запресувати втулку в деталь.

Операція 020 — Токарна – розточити запресовану в деталь ремонтну втулку до досягнення  $\varnothing 80_{js10}$  мм.

Операція 025 — Заключний контроль – провести контрольне вимірювання відновленої поверхні.

### **2.4 Вибір установчих баз та їх обґрунтування**

Установчою базою називається така поверхня на деталі, що рекомендується для закріплення при виконанні ремонтних операцій.

Як установчі бази можна використовувати шийки, торці, фаски, центрувальні отвори і т. д. Поверхні, які використовувалися за установчі бази при виготовленні деталей, доцільно використовувати і при їх відновленні. Базовими поверхнями слід вибирати ті, які не отримали значного зносу при експлуатації. За одну установку деталі потрібно усувати якомога більше число дефектів.

При токарній обробці корпуса кутового редуктора його найкраще закріплювати в трьохкулачковому самоцентрівному патроні на розтиск з упором в торець (рис. 2.1). Таким чином використовуються внутрішня установочна

поверхня А. Крім того, в такому випадку забезпечується найкращий доступ до оброблюваної поверхні Б.

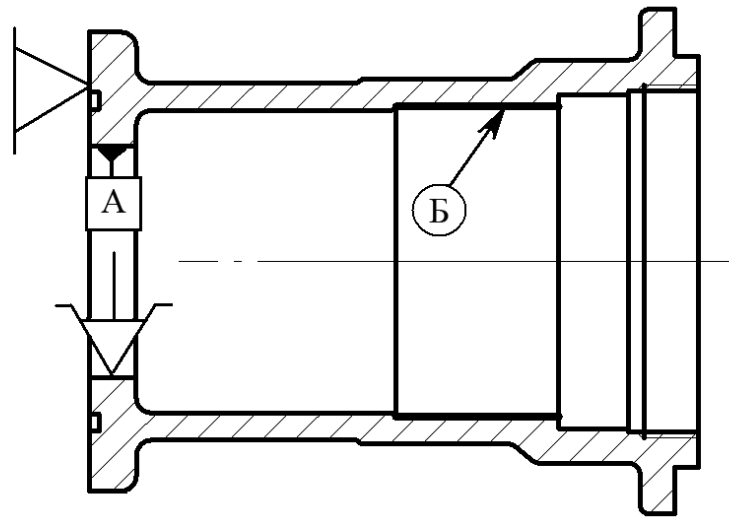


Рис.2.1. Схема закріплення деталі під час токарної обробки.

## 2.5 Розрахунок припусків на механічну обробку

Припуском називається шар металу, який буде знятий або наплавлений на поверхню деталі в процесі наступної обробки, або який необхідно видалити із заготовки для досягнення необхідної точності та якості.

Визначаю припуски на кожну операцію:

Операція 010. Токарна. Метою даної операції є виготовлення ремонтної втулки. Втулку пропоную виготовляти з круглої гарячекатаної сталі звичайної точності прокатування  $\varnothing=90$  мм ГОСТ 2590-71. Для досягнення 9-го квалітету точності зовнішньої поверхні заготовку потрібно обробити напівчистовим, а потім чистовим точінням, припуски на які становлять відповідно 1,5 мм і 0,5 мм на діаметр. Отже, загальний припуск буде становити 2 мм.

Операція 015. Токарна. Метою даної операції є відновлення правильної геометричної форми посадочного місця під підшипники корпуса кутового редуктора. Крім того, під час даної операції необхідно витримати діаметр отвору  $D2=86h10$ , що забезпечить після проведення ремонту товщину стінки запресованої втулки 3 мм. Припуск на діаметр на дану операцію становить 4 мм.

Операція 025. Токарна. Метою даної операції є відновлення номінального діаметру посадочного місця під підшипники до  $\varnothing 80h10$ . Таку точність можна забезпечити, провівши напівчистове і чистове розточування. Припуски відповідно становлять 1,5 мм і 0,5 мм на сторону. Загальний припуск на операцію буде становити 4 мм.

## 2.6 Розрахунок режимів різання операцій технологічного процесу

Операція 005. Підготовча.

Під час даної операції провести очищення деталі від пилу і бруду.

Операція 010. Токарна.

Перехід 2 – підрізка торця.

При глибині різання  $t=4$  мм і діаметрі  $d=90$  мм,  $S_{\text{табл.}}=0,8$  мм/об. [3].

Згідно інструкції до верстату  $S_{\text{пасп.}}=0,8$  мм/об. [3].

$V_{\text{табл.}}=134$  м/хв. [3].

Визначаю швидкість різання згідно конкретних умов:

$$V=V_{\text{табл.}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5, \quad (2.1)$$

де  $K_1, K_2, K_3, K_4, K_5$  — поправочні коефіцієнти згідно конкретних умов обробки [3];

$K_1=1,0$  при стійкості різця 60 хвилин;

$K_2=1,35$  при  $\sigma_v=500\dots 600$  МПа;

$K_3=0,85$  – оброблювана поверхня з кіркою;

$K_4=1,0$  – матеріал твердосплавної пластини різця Т15К6;

$K_5=1,0$  при  $\varphi=45^\circ$ .

$$V=134 \cdot 1,0 \cdot 1,35 \cdot 0,85 \cdot 1,0 \cdot 1,0=154 \text{ (м/хв.)}$$

Визначаю необхідну частоту обертання заготовки:

$$n = \frac{320 \cdot V}{D}, \quad (2.2)$$

де  $D$  – найбільший діаметр оброблюваної поверхні (мм).

$$n = \frac{320 \cdot 154}{90} = 548 \text{ (об./хв.)}$$

Найближче значення по інструкції до верстата [2, стор.8]:

$$n_{\text{пасп.}} = 500 \text{ об./хв.}$$

Після того швидкість різання буде складати:

$$V_{\text{а́єні́ а}} = \frac{D \cdot n_{\text{і́ ані́.}}}{320}, \quad (2.3)$$

$$V_{\text{дійсна}} = \frac{90 \cdot 500}{320} = 140,6 \text{ (м/хв.)}$$

Перехід 3 – точіння зовнішньої поверхні  $\varnothing 87$  мм.

При глибині різання  $t=1,5$  мм і діаметрі  $d=87$  мм,  $S_{\text{табл.}}=0,7$  мм/об. [3].

Згідно інструкції до верстату  $S_{\text{пасп.}}=0,7$  мм/об. [3].

$V_{\text{табл.}}=150$  м/хв. [3].

Визначаю швидкість різання згідно конкретних умов:

$$V = 150 \cdot 1,0 \cdot 1,35 \cdot 0,85 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 172 \text{ (м/хв.)}$$

Визначаю необхідну частоту обертання заготовки:

$$n = \frac{320 \cdot 172}{87} = 636 \text{ (об./хв.)}$$

Найближче значення по інструкції до верстата [3]  $n_{\text{пасп.}}=630$  об./хв.

Після того швидкість різання буде складати:

$$V_{\text{дійсна}} = \frac{87 \cdot 630}{320} = 170,3 \text{ (м/хв.)}$$

Перехід 4 – точіння зовнішньої поверхні  $\varnothing 86$  мм.

При глибині різання  $t=0,5$  мм і діаметрі  $d=86$  мм,  $S_{\text{табл.}}=0,3$  мм/об. [3].

Згідно інструкції до верстату  $S_{\text{пасп.}}=0,3$  мм/об. [3].

$V_{\text{табл.}}=222$  м/хв. [3].

Визначаю швидкість різання згідно конкретних умов:

$$V=222 \cdot 1,0 \cdot 1,35 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0=300 \text{ (м/хв.)}$$

Визначаю необхідну частоту обертання заготовки:

$$n = \frac{320 \cdot 300}{86} = 1116 \text{ (об./хв.)}$$

Найближче значення по інструкції до верстата [3]  $n_{\text{пасп.}}=1000$  об./хв.

Після того швидкість різання буде складати:

$$V_{\text{дійсна}} = \frac{86 \cdot 1000}{320} = 268,8 \text{ (м/хв.)}$$

Перехід 5 – точіння зовнішньої фаски  $0,3 \times 45^\circ$  на поверхні  $\varnothing 86$  мм.

При глибині різання  $t=0,3$  мм і діаметрі  $d=86$  мм,  $S_{\text{табл.}}=0,4$  мм/об. [3].

Згідно інструкції до верстату  $S_{\text{пасп.}}=0,4$  мм/об. [3].

$V_{\text{табл.}}=184$  м/хв. [3].

Визначаю швидкість різання згідно конкретних умов:

$$V=184 \cdot 1,0 \cdot 1,35 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0=248 \text{ (м/хв.)}$$

Визначаю необхідну частоту обертання заготовки:



$$n = \frac{320 \cdot 248}{86} = 923 \text{ (об./хв.)}.$$

Найближче значення по інструкції до верстата [3]  $n_{\text{пасп.}} = 1000 \text{ об./хв.}$

Після того швидкість різання буде складати:

$$V_{\text{дійсна}} = \frac{86 \cdot 1000}{320} = 268,8 \text{ (м/хв.)}.$$

Перехід 6 – центрування торця  $\varnothing 6,3 \text{ мм.}$

При глибині різання  $t = 3,15 \text{ мм}$ ,  $S_{\text{табл.}} = 0,12 \text{ мм/об. [3].}$

$V_{\text{табл.}} = 15 \text{ м/хв. [3].}$

Визначаю необхідну частоту обертання заготовки:

$$n = \frac{320 \cdot 15}{6,3} = 762 \text{ (об./хв.)}.$$

Найближче значення по інструкції до верстата [3]  $n_{\text{пасп.}} = 800 \text{ об./хв.}$

Після того швидкість різання буде складати:

$$V_{\text{дійсна}} = \frac{6,3 \cdot 800}{320} = 15,8 \text{ (м/хв.)}.$$

Перехід 7 – свердління глухого отвору  $\varnothing 38 \text{ мм.}$

При глибині різання  $t = 19 \text{ мм}$ ,  $S_{\text{табл.}} = 0,5 \text{ мм/об. [3].}$

$V_{\text{табл.}} = 25 \text{ м/хв. [3].}$

Визначаю необхідну частоту обертання заготовки:

$$n = \frac{320 \cdot 25}{38} = 211 \text{ (об./хв.)}.$$

Найближче значення по інструкції до верстата [3]  $n_{\text{пасп.}} = 200 \text{ об./хв.}$

Після того швидкість різання буде складати:

$$V_{\text{дійсна}} = \frac{38 \cdot 200}{320} = 23,4 \text{ (м/хв.)}.$$

Перехід 8 – розсвердлювання глухого отвору  $\varnothing 76$  мм.

При глибині різання  $t=19$  мм,  $S_{\text{табл.}}=0,6$  мм/об. [3].

$V_{\text{табл.}}=20$  м/хв. [3].

Визначаю необхідну частоту обертання заготовки:

$$n = \frac{320 \cdot 20}{76} = 84 \text{ (об./хв.)}.$$

Найближче значення по інструкції до верстата [3]  $n_{\text{пасп.}}=80$  об./хв.

Після того швидкість різання буде складати:

$$V_{\text{дійсна}} = \frac{76 \cdot 80}{320} = 19 \text{ (м/хв.)}.$$

Перехід 9 – відрізання деталі.

При глибині різання  $t=6$  мм і діаметрі  $d=90$  мм,  $S_{\text{табл.}}=0,6$  мм/об. [3].

Згідно інструкції до верстату  $S_{\text{пасп.}}=0,6$  мм/об. [3].

$V_{\text{табл.}}=141$  м/хв. [3].

Визначаю швидкість різання згідно конкретних умов:

$$V = 184 \cdot 1,0 \cdot 1,35 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,8 = 199 \text{ (м/хв.)}.$$

Визначаю необхідну частоту обертання заготовки:

$$n = \frac{320 \cdot 199}{86} = 740 \text{ (об./хв.)}.$$

Найближче значення по інструкції до верстата [3]  $n_{\text{пасп.}}=800$  об./хв.

Після того швидкість різання буде складати:

$$V_{\text{дійсна}} = \frac{86 \cdot 800}{320} = 215 \text{ (м/хв.)}.$$

Операція 015. Токарна.

Перехід 2 – розточування внутрішньої поверхні  $\varnothing 85$  мм.

При глибині різання  $t=1,5$  мм і діаметрі  $d=85$  мм,  $S_{\text{табл.}}=0,6$  мм/об. [3].

Згідно інструкції до верстату  $S_{\text{пасп.}}=0,6$  мм/об. [3].

$V_{\text{табл.}}=140$  м/хв. [3].

Визначаю швидкість різання згідно конкретних умов:

$$V=140 \cdot 1,0 \cdot 1,35 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,8=151 \text{ (м/хв.)}.$$

Визначаю необхідну частоту обертання заготовки:

$$n = \frac{320 \cdot 151}{85} = 568 \text{ (об./хв.)}.$$

Найближче значення по інструкції до верстата [3]  $n_{\text{пасп.}}=500$  об./хв.

Після того швидкість різання буде складати:

$$V_{\text{дійсна}} = \frac{85 \cdot 500}{320} = 132,8 \text{ (м/хв.)}.$$

Перехід 3 – розточування внутрішньої поверхні  $\varnothing 86$  мм.

При глибині різання  $t=0,5$  мм і діаметрі  $d=86$  мм,  $S_{\text{табл.}}=0,3$  мм/об. [3].

Згідно інструкції до верстату  $S_{\text{пасп.}}=0,3$  мм/об. [3].

$V_{\text{табл.}}=222$  м/хв. [3].

Визначаю швидкість різання згідно конкретних умов:

$$V=222 \cdot 1,0 \cdot 1,35 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,8=240 \text{ (м/хв.)}.$$

Визначаю необхідну частоту обертання заготовки:

$$n = \frac{320 \cdot 240}{86} = 893 \text{ (об./хв.)}$$

Найближче значення по інструкції до верстата [3]  $n_{\text{пасп.}} = 800 \text{ об./хв.}$

Після того швидкість різання буде складати:

$$V_{\text{дійсна}} = \frac{86 \cdot 800}{320} = 215 \text{ (м/хв.)}$$

Операція 020. Пресувальна.

Розраховую норму часу для пресувальної операції.

Визначаю основний час:

$$\dot{O}_{\text{ін.}} = \frac{l}{S}, \quad (2.4)$$

де  $S$  – подача (мм/хв.);

$S = 250 \text{ мм/хв.};$

$l$  – відстань, на яку потрібно запресувати втулку (мм);

$l = 32 \text{ мм.}$

$$\dot{O}_{\text{ін.}} = \frac{32}{250} = 0,13 \text{ (хв.)}$$

Операція 025. Токарна.

Перехід 2 – розточування внутрішньої поверхні  $\varnothing 79 \text{ мм.}$

При глибині різання  $t = 1,5 \text{ мм}$  і діаметрі  $d = 79 \text{ мм}$ ,  $S_{\text{табл.}} = 0,6 \text{ мм/об. [3].}$

Згідно інструкції до верстату  $S_{\text{пасп.}} = 0,6 \text{ мм/об. [3].}$

$V_{\text{табл.}} = 140 \text{ м/хв. [3].}$

Визначаю швидкість різання згідно конкретних умов:

$$V = 140 \cdot 1,0 \cdot 1,35 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,8 = 151 \text{ (м/хв.)}$$

Визначаю необхідну частоту обертання заготовки:

$$n = \frac{320 \cdot 151}{79} = 612 \text{ (об./хв.)}$$

Найближче значення по інструкції до верстата [3]  $n_{\text{пасп.}} = 630 \text{ об./хв.}$

Після того швидкість різання буде складати:

$$V_{\text{дійсна}} = \frac{79 \cdot 630}{320} = 155,5 \text{ (м/хв.)}$$

Перехід 3 – розточування внутрішньої поверхні  $\varnothing 80 \text{ мм.}$

При глибині різання  $t = 0,5 \text{ мм}$  і діаметрі  $d = 80 \text{ мм}$ ,  $S_{\text{табл.}} = 0,3 \text{ мм/об. [3].}$

Згідно інструкції до верстату  $S_{\text{пасп.}} = 0,3 \text{ мм/об. [3].}$

$V_{\text{табл.}} = 222 \text{ м/хв. [3].}$

Визначаю швидкість різання згідно конкретних умов:

$$V = 222 \cdot 1,0 \cdot 1,35 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,8 = 240 \text{ (м/хв.)}$$

Визначаю необхідну частоту обертання заготовки:

$$n = \frac{320 \cdot 240}{80} = 960 \text{ (об./хв.)}$$

Найближче значення по інструкції до верстата [3]  $n_{\text{пасп.}} = 1000 \text{ об./хв.}$

Після того швидкість різання буде складати:

$$V_{\text{дійсна}} = \frac{80 \cdot 1000}{320} = 250 \text{ (м/хв.)}$$

Перехід 4 – підрізка торця.

При глибині різання  $t = 3 \text{ мм}$  і діаметрі  $d = 80 \text{ мм}$ ,  $S_{\text{табл.}} = 0,6 \text{ мм/об. [3].}$

Згідно інструкції до верстату  $S_{\text{пасп.}} = 0,6 \text{ мм/об. [3].}$

$$V_{\text{табл}}=157 \text{ м/хв. [3].}$$

Визначаю швидкість різання згідно конкретних умов:

$$V=157 \cdot 1,0 \cdot 1,35 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,8=170 \text{ (м/хв.)}.$$

Визначаю необхідну частоту обертання заготовки:

$$n=\frac{320 \cdot 170}{80}=680 \text{ (об./хв.)}.$$

Найближче значення по інструкції до верстата [3]  $n_{\text{пасп.}}=630 \text{ об./хв.}$

Після того швидкість різання буде складати:

$$V_{\text{дійсна}}=\frac{80 \cdot 630}{320}=157,5 \text{ (м/хв.)}.$$

Операція 030. Заключний контроль.

Контроль деталі проводиться на столі контролера. Під час даної операції контролер з допомогою штангенциркуля ШЦ-III-160-0,05-1 ГОСТ 166-88 повинен виміряти діаметр відновленої поверхні деталі, візуально оглянути її, переконатись у відсутності тріщин та інших механічних дефектів і зробити висновок про придатність деталі до експлуатації.

Визначаю норми часу на проведення всіх операцій за формулами 2.1-2.8 і зводжу результати в таблицю 2.1.

Основний час:

$$t_{\text{імі.}}=\frac{L \cdot i}{n \cdot S_{\text{ііі.}}}, \quad (2.1)$$

де  $i$  – кількість проходів;

$L$  – розрахункова довжина оброблювальної поверхні (мм);

$$L=l_1+l_2+l_3, \quad (2.2)$$

де  $l$  – довжина оброблювальної поверхні (мм);

$l_1$  – величина перебігу (мм);

$l_2$  – величина врізання інструменту (мм).

Допоміжний час на виконання операції:

$$T_{\text{доп.}} = T_{\text{доп.1}} + T_{\text{доп.2}}, \quad (2.3)$$

де  $T_{\text{доп.1}}$  – час, пов'язаний із переходами (хв.);

$T_{\text{доп.2}}$  – час, пов'язаний із зняттям і встановленням деталі (хв.).

Оперативний час:

$$T_{\text{оп.}} = \sum T_{\text{осн.}} + T_{\text{доп.}} \quad (2.5)$$

Додатковий час:

$$\dot{O}_{\text{дод.}} = \frac{\dot{O}_{\text{іі.}} \cdot \hat{E}}{100\%}, \quad (2.6)$$

де  $K$  – відсоток додаткового часу (%).

Штучний час:

$$T_{\text{шт.}} = T_{\text{оп.}} + T_{\text{дод.}} \quad (2.7)$$

Штучно-калькуляційний час:

$$\dot{O}_{\text{шт.к.}} = \dot{O}_{\text{шт.}} + \frac{\dot{O}_{\text{і.к.}}}{n_{\text{шт.}}}, \quad (2.8)$$

де  $T_{\text{п.з.}}$  – підготовчо-заклучний час (хв.);

$n_{\text{шт.}}$  – кількість деталей у партії (шт.).

Таблиця 2.1. Норми часу на виконання операцій.

| Номер операції | Назва операції     | Оперативний час, $T_{оп.}$ , хв. | Штучно-калькуляційний час, $T_{шт.к.}$ , хв. |
|----------------|--------------------|----------------------------------|--|
| 005            | Підготовча         | 3                                | 7,5  |
| 010            | Токарна            | 20,16                            | 30,77  |
| 015            | Токарна            | 10,24                            | 18,06  |
| 020            | Пресувальна        | 2,63                             | 8,79   |
| 025            | Токарна            | 13,39                            | 20,46  |
| 030            | Заключний контроль | 5,00                             | 8,00   |
| Всього:        |                    |                                  | 93,58  |

## 2.7 Технологічний процес складання рульового механізму

Перед складанням усі деталі ретельно потрібно помити та просушити. Не рекомендується протирати їх ганчірками, оскільки після цього на деталях залишаються нитки, ворсинки і т. п.

Всі гумові ущільнюючі деталі потрібно оглянути і при потребі замінити.

Момент затяжки повинен становити 2,1 – 2,8 кгс·м для болтів М8; 3,5 – 4,2 кгс·м болтів і гайок М10.

Ущільнюючі кільця поршня і болта не повинні мати пошкоджень.

Для складання кулькової гайки необхідно надіти на болт зібраний кутовий редуктор або плаваючу втулку болта (якщо вона була знята) і гайку.

Після цього потрібно встановити гайку на нижньому кінці болта, який не має буртика, сумістивши отвори гайки, в які входять жолобки, з болтовою канавкою болта. Прокручуючи болт проти годинникової стрілки, заложити 23 кульки через звернений до буртика болта отвір в гайці. Заложити 8 кульок в складені разом жолобки, замастити виходи консистентним мастилом УН (технічний вазелін). Вкласти жолобки з кульками в гайку, прокручуючи при потребі болт, і обв'язати гайку щоб запобігти випадання з неї жолобків.



Закрутити установочні болти (момент їх затяжки повинен бути 5 - 6 кгс·м) і розкернити кожен болт в двох місцях навпроти канавок в поршень-рейці.

В випадку співпадання канавки в поршень-рейці зі шліцом болта останній повинен бути замінений. Виступання болта над циліндричною поверхнею поршня-рейки не допускається, оскільки це викликає задир циліндра гідропідсилювача.

В випадку окремих задирів на дзеркалі циліндра їх потрібно видалити. Поздовжні риси і подряпини на дзеркалі циліндра не є ознакою браку деталі.

Встановлювати сальник вала сошки при складанні потрібно акуратно, щоб не пошкодити його шліцами вала. Остаточо сальник сошки запресовують разом з упорним кільцем, манжетою, шайбою і стопорним кільцем до моменту захоплення стопорного кільця в канавці. Стопорне кільце повинно увійти в канавку картера по всьому периметру.

При складанні розібраного кутового редуктора гайка веденої шестерні повинна бути затягнута (момент затяжки 4 – 6 кгс·м) і застопорена загинанням одного з вусиків шайби в проріз гайки. Упорна кришка редуктора повинна бути застопорена керненням. Гайка кріплення підшипника ведучої шестерні повинна бути затягнута (момент затяжки 4 – 6 кгс·м) і застопорена втисканням пояска в канавку ведучої шестерні. Ведена і ведуча шестерні повинні вільно обертатися і не мати відчутного зазору. В зібраному рульовому механізмі після повороту болта до упору поршня в обидві сторони потрібно приложити додатковий крутний момент до ведучої шестерні, рівний не менше 2 кгс·м. Пружини повинні забезпечити повертання рульового болта в вихідне положення.

Регульовальний болт потрібно відрегулювати так, щоб при переході через середнє положення момент обертання болта був більший цього ж моменту до регулювання на 10 – 15 кгс·см. При цьому момент при переході через середнє положення повинен бути не більше 50 кгс·см. Після регулювання болт потрібно застопорити контргайкою (момент затяжки 4 – 4,5 кгс·м). Після цього потрібно повторно перевірити момент повороту болта рульового керування.

Згідно з нормативами [5] час на складання і монтаж гідропідсилювача становить 3,9 год.

## 3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

### 3.1 Опис конструкції і принцип дії пристосування

Спецпристроями називаються допоміжні пристрої, які використовуються для виконання механічної обробки, розбирання – збирання або контролю деталей. Використання спецпристроїв дозволяє збільшити продуктивність праці, підвищити якість продукції, розширити технологічні можливості обладнання (збільшити точність).

Під час розбирання гідропідсилювача постає проблема демонтажу підшипників і сошки. При відсутності спеціальних пристроїв демонтаж вищезгаданих деталей проводиться з допомогою молотка, клинів та інших підручних засобів. В такому випадку розбиральна операція займає значний проміжок часу і, крім того, часто відбувається пошкодження придатних деталей, що призводить до зайвих економічних витрат.

Для запобігання цьому я пропоную виготовити універсальний знімач (рис.3.1), з допомогою якого розбирання гідропідсилювача буде займати на багато менше трудових ресурсів, часу, забезпечувати збережність деталей і унеможливити їх пошкодження в процесі демонтажу.

Запропонований знімач складається з корпусу 3 з центральним різьбовим отвором, силового болта 2 і трьох лап 4 (рис.3.1). Корпус має три крила, розміщених під кутом  $120^\circ$  один до одного. В кожному крилі прорізаний паз для закріплення лапи. Кожна лапа заходить в паз корпусу і закріплюється з допомогою осі 1, що забезпечує шарнірне з'єднання і можливість використання пристрою для демонтажу деталей різних розмірів. Осі від випадання втримують шпінти 6. Силовий болт має в верхній частині потовщення і поперечний отвір, в який входить рукоятка 5, яка забезпечує зменшення зусилля при користуванні пристроєм.

Принцип дії пристрою полягає у перетворенні обертового руху рукоятки в поступальний рух силового болта, який, скорочуючи відстань до захватних частин лап, проводить випресування підшипника чи іншої деталі з корпусу або вала.

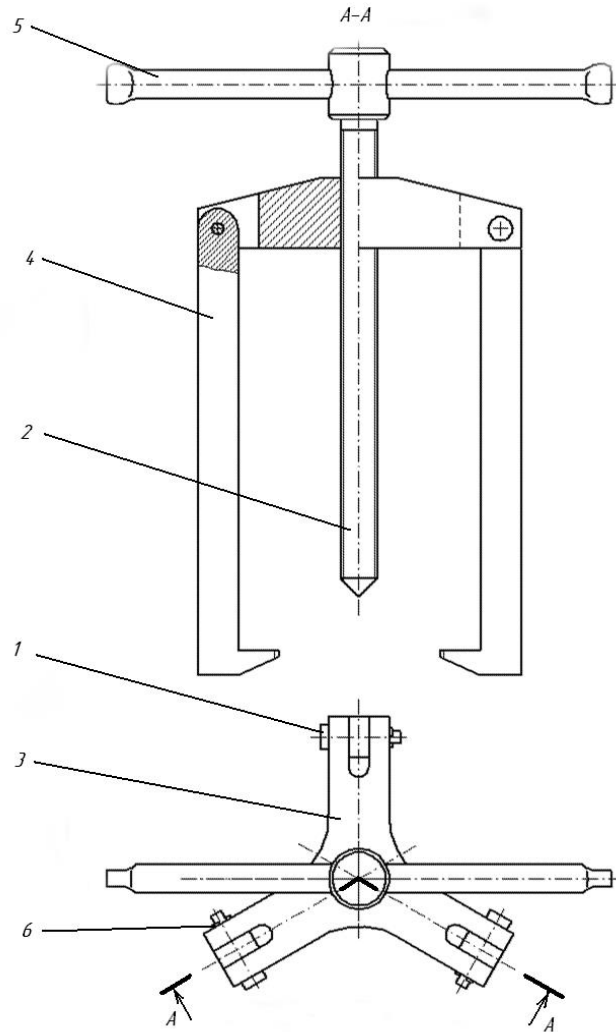


Рис.3.1. Знімач.

1 – вісь; 2 – силовий болт; 3 – корпус; 4 – лапа; 5 – рукоятка; 6 – шплінт.

Застосування знімача для розбирання гідропідсилювача рульового керування автомобіля КамАЗ показано на рисунках 3.2 – 3.6. (Для спрощення на рисунках показано тільки дві лапи знімача).

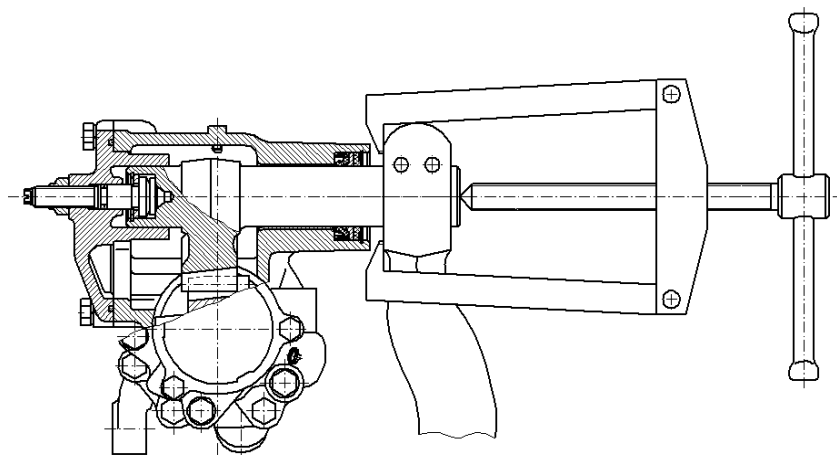
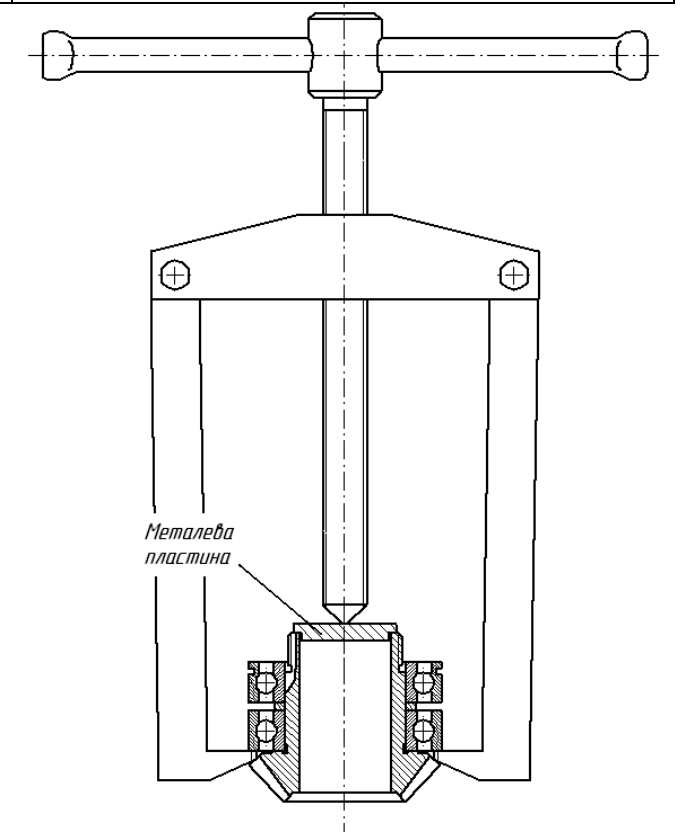
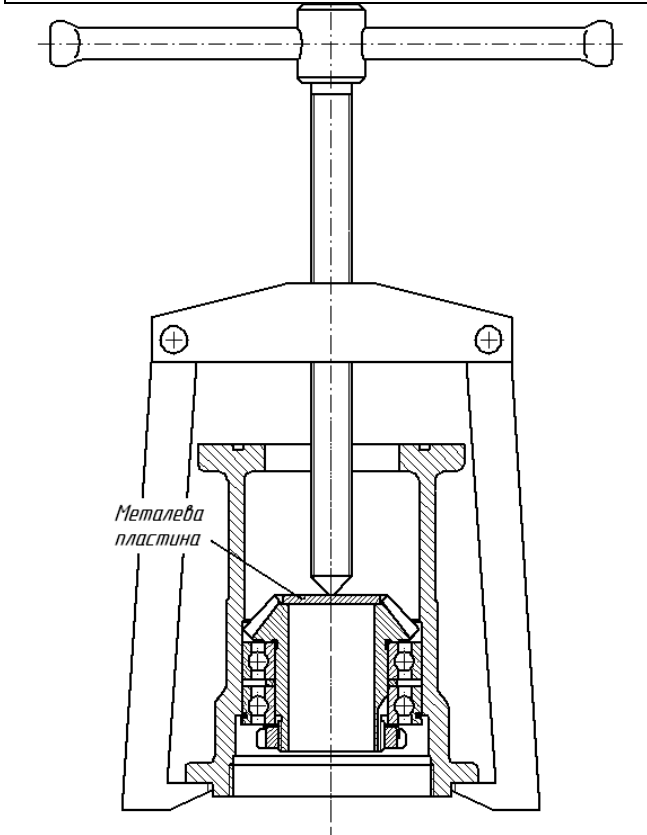
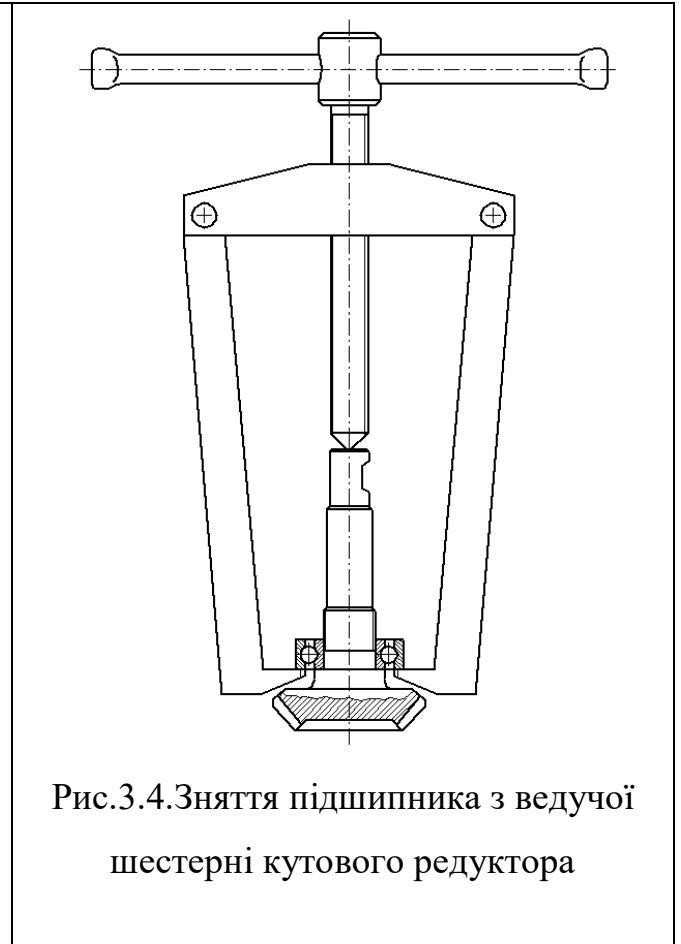
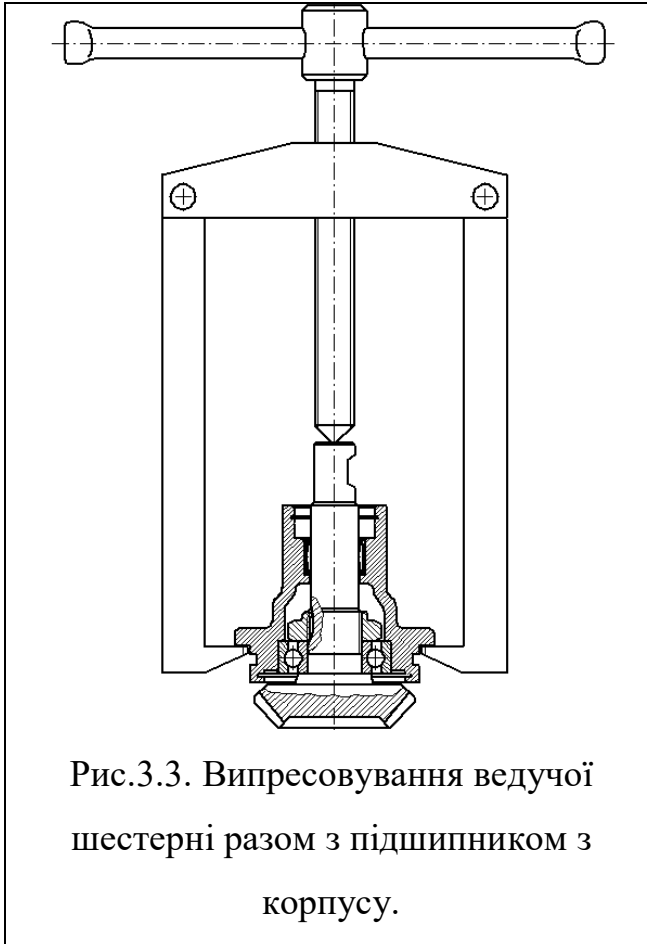


Рис.3.2. Зняття сошки.



### 3.2 Перевірочний розрахунок деталі пристрою на міцність

Розраховую силовий болт з різьбою М18 на міцність. При цьому приймаю, що максимальне зусилля, при якому застосовується пристрій, необхідне для зняття сошки і, згідно розрахунку, становить  $F_0=250$  Н.

Розрахунковий діаметр різьби дорівнює [9]:

$$d_p \approx d - 0,94 \cdot p, \quad (3.1)$$

де  $d$  – зовнішній діаметр різьби (мм);  $d = 18$  мм;

$p$  – крок різьби (мм);  $p = 1,25$  мм;

$$d_p \approx 18 - 0,94 \cdot 1,25 = 16,825 \text{ (мм)}.$$

Напруга стиску від прикладеної сили  $F_0$  дорівнює [9]:

$$\sigma_p = \frac{4 \cdot F_0}{\pi \cdot d_p^2}, \quad (3.2)$$

$$\sigma_p = \frac{4 \cdot 250}{3,14 \cdot 16,825^2} = 1,13 \text{ (Н/мм}^2\text{)}.$$

Напруга кручення від моменту в різьбі [9]:

$$\tau_k = \frac{T}{W_k} = \frac{\left(\frac{F_0 \cdot d_2}{2}\right) \cdot \operatorname{tg}(\varphi + \varphi')}{\frac{\pi \cdot d_p^3}{16}}, \quad (3.3)$$

де  $\varphi$  – кут підйому (град.);

$\varphi'$  – приведений кут тертя (град.);

$d_2$  – середній діаметр різьби (мм);

$$\tau_k = \frac{\left(\frac{250 \cdot 16,75}{2}\right) \cdot \operatorname{tg}(20^\circ 29' + 9^\circ 50')}{\frac{3,14 \cdot 16,825^3}{16}} = 1,29 \text{ (Н/мм}^2\text{)}.$$

Допустима напруга становить [9]:

$$[\sigma_p] = \frac{\sigma_T}{[S_T]}, \quad (3.4)$$

де  $\sigma_T$  – границя текучості матеріалу болта;  $\sigma_T = 300 \text{ Н/мм}^2$ ;

$[S_T]$  – потрібний коефіцієнт запасу міцності;  $[S_T] = 3$ ;

$$[\sigma_p] = \frac{300}{3} = 100 \text{ (Н/мм}^2\text{)}.$$

Розрахункове навантаження:

$$F_{\text{розр.}} = 1,3 \cdot F_0, \quad (3.5)$$

$$F_{\text{розр.}} = 1,3 \cdot 250 = 325 \text{ (Н)}.$$

Розраховую мінімальний діаметр різьби болта для визначеного навантаження  $F_{\text{розр.}}$  [9]:

$$d_{i.} = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{\text{ді.}} \cdot 10}{\pi \cdot [\sigma_p]}}, \quad (3.6)$$

$$d_{i.} = \sqrt{\frac{4 \cdot 325 \cdot 10}{3,14 \cdot 100}} = 6,43 \text{ (і і)}.$$

Оскільки розрахунковий діаметр різьби  $d_p = 16,825 \text{ мм}$  більший від мінімального  $d_m = 6,43 \text{ мм}$ , то болт  $\varnothing 18 \text{ мм}$  придатний до використання.

## 4 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

### 4.1 Мета створення і склад САПР

Під автоматизацією проектування розуміють систематичне застосування ЕОМ у процесі проектування при науково обґрунтованому розподілі функцій між проектувальником і ЕОМ і науково обґрунтованому виборі методів машинного розв'язання задач.

Мета автоматизації - підвищити якість проектування, знизити матеріальних витрати на нього, скоротити терміни проектування і ліквідувати зростання числа інженерно-технічних працівників, зайнятих проектуванням і конструюванням.

Науково обґрунтований розподіл функцій між людиною і ЕОМ на увазі, що людина повинна вирішувати завдання, що носять творчий характер, а ЕОМ - завдання, вирішення яких піддається алгоритмізації.

Істотною відмінністю автоматизованого проектування від більш складні задачі є можливість заміни дорогого і займає багато часу фізичного моделювання - математичним моделюванням. При цьому слід мати на увазі одну важливу обставину: при проектуванні число варіантів неосяжно. Тому не можна ставити завдання створення універсальної САПР, а необхідно вирішувати питання проектування для конкретного сімейства машин.

Для створення САПР необхідно:

удосконалювати проектування на основі застосування математичних методів і засобів обчислювальної техніки;

автоматизувати процеси пошуку, обробки та видачі інформації;

використовувати методи оптимального і варіантного проектування; застосовувати ефективні, що відображають істотні особливості, Математичні моделі об'єктів, що проектуються, комплектуючих виробів і матеріалів;

створювати банки даних, що містять систематизовані відомості довідкового характеру, Необхідні для автоматизованого проектування об'єктів;

підвищувати якість оформлення проектної документації;

підвищувати творчу частку праці проєктувальників за рахунок автоматизації нетворчих робіт;

уніфікувати та стандартизувати методи проєктування;

готувати і перекваліфікують спеціалістів;

реалізовувати взаємодію з автоматизованими системами різного рівня та призначення.

Комплекс засобів автоматизації проєктування включає методичне, лінгвістичне, математичне, програмне, технічне, інформаційне та організаційне забезпечення.

САПР - система, що поєднує технічні засоби, математичне та програмне забезпечення, параметри та характеристики яких вибирають з максимальним урахуванням особливостей завдань інженерного проєктування і конструювання. У САПР забезпечується зручність використання програм за рахунок застосування засобів оперативного зв'язку інженера з ЕОМ, спеціальних проблемно-орієнтованих мов та наявності інформаційносправочної бази.

Структурними складовими складовими САПР є підсистеми, що володіють всіма властивостями систем і створені як самостійні системи. Це виділені за деякими ознаками частини САПР, що забезпечують виконання деяких закінчених проєктних завдань з отриманням відпочих проєктних рішень і проєктних документів.

За призначенням підсистеми САПР поділяють на два види: проєктують і обслуговуючі.

До проєктуючих відносяться підсистеми, що виконують проєктні процедури та операції, наприклад:

підсистема компонування машини;

підсистема проєктування складальних одиниць;

підсистема проєктування деталей;

підсистема проєктування схеми управління;

підсистема технологічного проєктування.

До обслуговуючих відносяться підсистеми, які призначають для підтримки працездатності проєктуючих підсистем, наприклад:



підсистема графічного відображення об'єктів проектування;  
 підсистема документування;  
 підсистема інформаційного пошуку та ін.

Залежно від ставлення до об'єкта проектування розрізняють два види проектують підсистем:

об'єктно (об'єктні);  
 об'єктно незалежні (інваріантні).

До об'єктним підсистемам відносять підсистеми, виконують одну або кілька проектних процедур або операцій, безпосередньо залежних від конкретного об'єкту проектування, наприклад:

підсистема проектування технологічних систем;  
 підсистема моделювання динаміки, проектованої конструкції та ін.

До інваріантних підсистемам відносять підсистеми, виконують уніфіковані проектні процедури та операції, наприклад:

підсистема розрахунків деталей машин;  
 підсистема розрахунків режимів різання;  
 підсистема розрахунку техніко-економічних показників і ін.

Процес проектування реалізується у підсистемах у вигляді певної послідовності проектних процедур і операцій. Проектна процедура відповідає частині проектної підсистеми, в результаті виконання якої при-приймається деякий проектне рішення. Вона складається з елементарних проектних операції, має твердо встановлений порядок їх виконання і спрямована на досягнення локальної мети в процесі проектування. Під проектною операцією розуміють умовно Виділену частина проектної процедури або елементарне дію, що здійснюється конструктором в процесі проектування. Прикладами проектних процедур можуть служити процедури розробки кінематичної або компоновочної схеми верстата, технології обробки виробів і т. п., а прикладами проектних операцій - розрахунок припусків, рішення будб-якого рівняння і т. п.

Структурну єдність підсистем САПР забезпечується суворою регламентацією зв'язків між різними видами забезпечення, об'єднаних загальною для даної підсистеми цільової функцією. Розрізняють такі види забезпечення:

методичне забезпечення - документи, в яких відображені складу, правила відбору і експлуатації засобів автоматизації проектування;

лінгвістичне забезпечення - мови проектування, термінологія;

математичне забезпечення - методи, математичні моделі, Алгоритми;

програмне забезпечення - документи з текстами програм, програми на машинних носіях і експлуатаційні документи;

технічне забезпечення - пристрої обчислюваною та організаційної техніки, засоби передачі даних, Вимірювальні і другі пристрої і їх поєднання;

інформаційне забезпечення - документи, що містять описники стандартних проектних процедур, типових проектних рішень, типових елементів, комплектуючих виробів, матеріалів та інші дані;

організаційне забезпечення - положення та інструкції, накази, Штатний розклад та інші документи, що регламентують організаційну структуру підрозділів та їх взаємодія з комплексом засобів автоматизації проектування.

## **4.2 Основні принципи побудови САПР**

Розробка САПР представляє собою велику науково-технічної проблему, а її впровадження вимагає значних капіталовкладень. Накопичений досвід дозволяє виділити наступні основні принципи побудови САПР.

1. САПР – людинно-машинна система. Усі створені і створювані системи проектування за допомогою ЕОМ є автоматизованими, важливу роль у них грає людина - інженер, який розробляє проект технічного засобу.

В даний час і по крайній мері в найближчі роки створення систем автоматичного проектування не передбачається, і ніщо не загрожує монополії людини при прийнятті вузлових рішення в процесі проектування. Людина в САПР повинен вирішувати, по-перше, всі завдання, які не формалізовані, по-друге, завдання, вирішення яких людина здійснює на основі своїх евристичних здібностей більш ефективно, ніж сучасна ЕОМ на основі своїх обчислювальних можливостей. Тісна взаємодія людини і ЕОМ у процесі проектування - один з принципів побудови та експлуатації САПР.

2. САПР - ієрархічна система, що реалізовує комплексний підхід до автоматизації всіх рівнів проектування. Ієрархія рівнів проектування відображається в структурі спеціального програмного забезпечення САПР у вигляді ієрархії підсистем.

Слід особливо підкреслити доцільність забезпечення комплексного характеру САПР, так як автоматизація проектування лише на одному з рівнів виявляється значно менш ефективною, ніж повна автоматизація всіх рівнів. Ієрархічне побудова відноситься не тільки до спеціального програмного забезпечення, але і до технічних засобів САПР, поділених на центральний обчислювальний комплекс і автоматизовані робочі місця проектувальників.

3. САПР - сукупність інформаційно-зв'язаних підсистем. Цей дуже важливий принцип повинен ставитися не тільки до зв'язків між великими підсистемами, але і до зв'язків між більш дрібними частинами підсистем. Інформаційна узгодженість означає, що всі або більшість можливих послідовностей задач проектування обслуговуються інформаційно узгодженими програмами. Дві програми є інформаційно узгодженими, якщо всі ті дані, які являють собою об'єкт переробки в обох програмах, входять в числові масиви, які не потребують змін при переході від однієї програми до іншої. Так, інформаційні зв'язки можуть проявлятися в тому, що результати вирішення однієї задачі будуть вихідними даними для іншої задачі. Якщо для узгодження програм потрібно істотна переробка загального масиву за участю людини, який додає відсутні параметри, вручну перекомпоновувати масив або змінює числові значення окремих параметрів, то програми інформаційно не узгоджені. Ручна перекомпоновування масиву веде до суттєвих тимчасових затримок, зростання числа помилок і тому зменшує попит на послуги САПР. Інформаційна неузгодженість перетворює САПР в сукупність автономних програм, при цьому з-за неврахування в підсистемах багатьох факторів, що оцінюються в інших підсистемах, знижується якість проектних рішень.

4. САПР - відкрита і розвивається система. Існує, принаймні, дві вагомі причини, за якими САПР повинна бути змінюється в часі системою. По-перше, розробка такого складного об'єкта, як САПР, займає тривалий час, і економічно вигідно вводити в експлуатацію частини системи в міру їхньої готовності.

Введений в експлуатацію базовий варіант системи в подальшому розширюється. По-друге, постійний прогрес техніки, об'єктів, що проектуються, обчислювальної техніки та обчислювальної математики приводить до появи нових, більш досконалих математичних моделей і програм, які повинні замінювати старі, менш вдалі аналоги. Тому САПР повинна бути відкритою системою, тобто володіти властивістю зручності використання нових методів і засобів.

5. САПР - спеціалізована система з максимальним використанням уніфікованих модулів. Вимоги високої ефективності та універсальності, як правило, суперечливі. Стосовно до САПР це положення зберігає свою силу. Високої ефективності САПР, яка виражена передусім малими тимчасовими і матеріальними витратами при вирішенні проектних завдань, домагаються за рахунок спеціалізації систем. Очевидно, що при цьому зростає кількість різних САПР. Щоб знизити витрати на розробку багатьох спеціалізованих САПР, доцільно будувати їх на основі максимального використання уніфікованих складових частин. Необхідною умовою уніфікації є пошук спільних рис і положень у моделюванні, аналізі та синтезі різнорідних технічних об'єктів. Безумовно, може бути сформульований і ряд інших принципів, що підкреслює багатосторонність і складність проблеми САПР.

Створення та розвиток САПР здійснюється самою проектною організацією із залученням (при необхідності) інших організацій-співвиконавців, в тому числі науково-дослідних інститутів та вищих навчальних закладів. Слід підкреслити, що створення САПР - складна і трудомістка робота, виконання якої під силу лише великому колективу висококваліфікованому розробників.

Процес створення САПР включає в себе вісім стадій: Передпроектні дослідження, технічне завдання, технічну пропозицію, ескізний проект, технічний проект, робочий проект, виготовлення, налагодження та випробування, введення в дію.

Керівництво розробкою, впровадженням, експлуатацією і модернізацією систем і компонентів САПР в проектній організації повинне займатися спеціалізований підрозділ, що включає групи фахівців відповідних напрямків.

Передпроектні дослідження проводяться для виявлення готовності конкретної проектною організацією до впровадження автоматизованих методів. Основу цієї роботи становить системне обстеження об'єкта проектування і використовуваних в інженерній практиці традиційних методів і прийомів проектування, а також обсягу технічної документації, що розробляється в процесі проектування. Процес обстеження здійснюється головним чином опитуванням досвідчених проектувальників і конструкторів.

В результаті обстеження визначається необхідність і економічна ефективність створення автоматизованої системи. При цьому враховується обсяг проектно-конструкторських робіт, їх періодичність, загальні витрати інженерної праці, можливість створення адекватного математичного опису та оптимізаційних процедур, необхідність підвищення якісних показників проектуваного виробу, скорочення термінів проектування.

Істотним фактором при вирішенні питання про доцільність створення САПР є підготовленість відповідного проектного підрозділу до створення та запровадження САПР. Підготовленість може бути оцінена за наступними критеріями:

- можливість формалізації проектно-конструкторських завдань і реалізації математичних методів їх вирішення;

- наявність необхідних технічних засобів і необхідність придбання та встановлення додаткових агрегатів;

- підготовленість інформаційних фондів і технічних засобів зберігання і обробки інформації.

Крім того, важливо виявити фактори оцінки підготовленості кадрів для експлуатації САПР, до яких можна віднести наступні:

- відповідність системи, що впроваджується прийнятої організації проектних робіт;

- наявність у проектноконструкторської організації кадрів для експлуатації та підтримки працездатності САПР;

- ставлення керівництва організації до створення системи і рівень організації цих робіт;

- психологічна підготовленість колекторверба до впровадження САПР.

Технічне завдання (ТЗ) є вихідним документом для створення САПР і повинно містити найбільш повні вихідні дані та вимоги. Цей документ розробляє головний розробник системи. ТЗ на створення САПР має містити такі основні розділи:

«Найменування і область застосування», де вказують повне найменування системи і коротку характеристику області її застосування;

«Підстава для створення», де вказують найменування директивних документів, на підставі яких створюється САПР;

«Характеристика об'єктів проектування», де наводять відомості про призначення, склад, Умови застосування об'єктів проектування;

«Мета і призначення», де перераховують мета створення САПР, її призначення і критерій ефективності її функціонування;

«Характеристика процесу проектування», де наводять загальне опи-вника процесу проектування, вимоги до вхідних і вихідних даних, А також вимоги щодо поділу проектних процедур (операції), що виконуються з допомогою більш складні задачі та автоматизованого проектування;

«Вимоги до САПР», де перераховують вимоги до САПР в цілому і до складу її підсистем, до застосування у складі САПР раніше створених підсистем і компонентів і т. п.;

"Техніко-економічні показники», де оцінюють витрати на створення САПР, вказують джерела отримання економії і очікувану ефективність від застосування САПР.

На стадіях технічної пропозиції, ескізного і робочого проектування вибираються та обґрунтовуються варіанти САПР, розробляються остаточні рішення. При цьому виконуються наступні основні види робіт:

виявлення процесу проектування (його алгоритм), тобто. прийняття основних технічних рішень;

розробка структури САПР та її взаємозв'язку з іншими системами (визначення складу проектних процедур і операції з підсистемам; уточнення складу підсистем і взаємозв'язки між ними; розробка схеми функціонування САПР в цілому);

визначення складу методів, Математичних моделей для проектних операцій і процедур; складу мов проектування; складу інформації (обсяг, способи її організації та види машинних носіїв інформації); складу загального, Спеціалізованого загального та спеціального програмного забезпечення;

формування складу технічних засобів (ЕОМ периферійні пристрої та інші елементи);

прийняття рішень з математичного, інформаційного, Програмного та технічному видів забезпечення по САПР в цілому та окремо по підсистемам;

розрахунок техніко-економічних показників САПР.

Оформлення всієї документації, необхідної для створення і функціонування САПР, виконують на стадії робочого проектування.

На стадії виготовлення, налагодження та випробування вироб – водять монтаж, наладку та випробування комплексу технічних засобів автоматизації проектування, на тестових прикладах доводять програмне забезпечення та підготовка проектну організацію до введення в дію САПР.

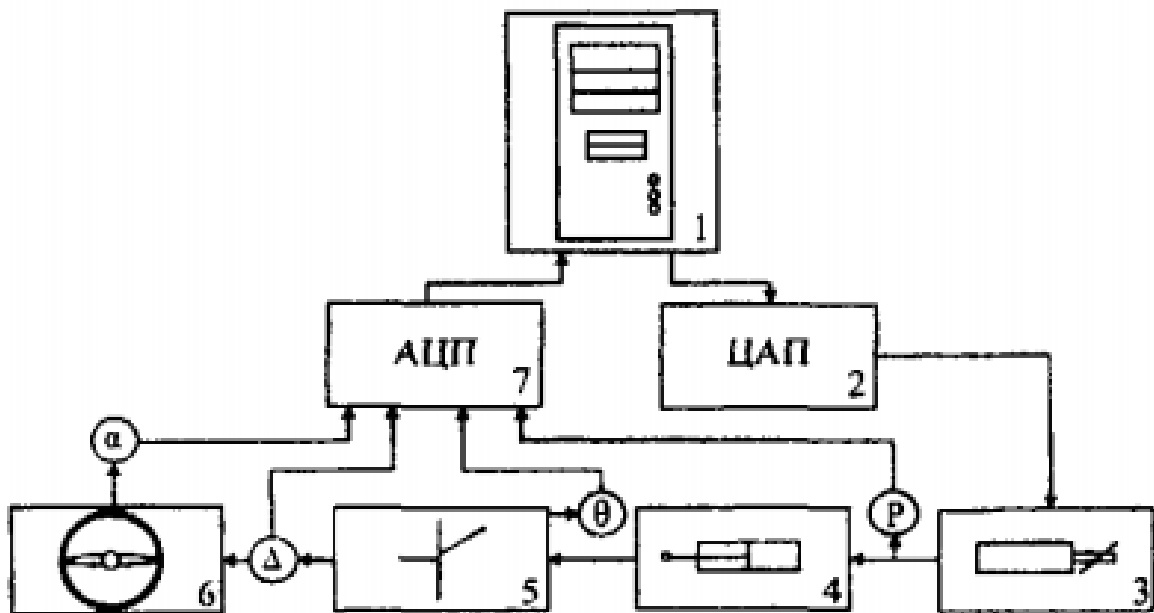
Введення в дію системи здійснюють після досвідченого функціонування та приймальних випробувань у замовника.

## 5 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

### 5.1 Фізичні основи формування поворотного моменту

Від різниці гальмівних сил на одній осі автомобіля з АБС в залежності від структури управління гальмівними моментами, дорожніх та експлуатаційних умов. Типові основні закономірності поворотного моменту при використанні полярних структур управління гальмівними моментами: IR, SI.I., SLH

Описана використана комплексна модельована установка (рис. 5.1), що дозволяє зафіксувати основні дестабілізуючі чинники, пов'язані з проведенням дорожнього експерименту та реалізувати отримані типові залежності (рис. 5.2). Крім того, представлено розроблене програмне забезпечення, виконане в середовищі прикладного графічного програмування LabVIEW. Створений комплекс дозволяє провести експериментальне дослідження впливу параметрів рульового управління на самоповорот керованих коліс автомобіля з АБС в лабораторних умовах.



5.1. Принципова схема установки:

1 - обчислювальний пристрій; 2 - цифро-аналоговий перетворювач; 3 - електрогідравлічний перетворювач аналогового сигналу керуючого параметра; 4-виконавчий пристрій; 5-рульовий привід з поворотним кулаком макета керуючого колеса; 6 - рульове колесо; 7- аналогово-цифровий перетворювач;



Р - датчик зусилля;  $\Theta$  - датчик кута повороту колеса ;  $\Delta$  - датчик кута повороту валу; датчик кута повороту рульового колеса.

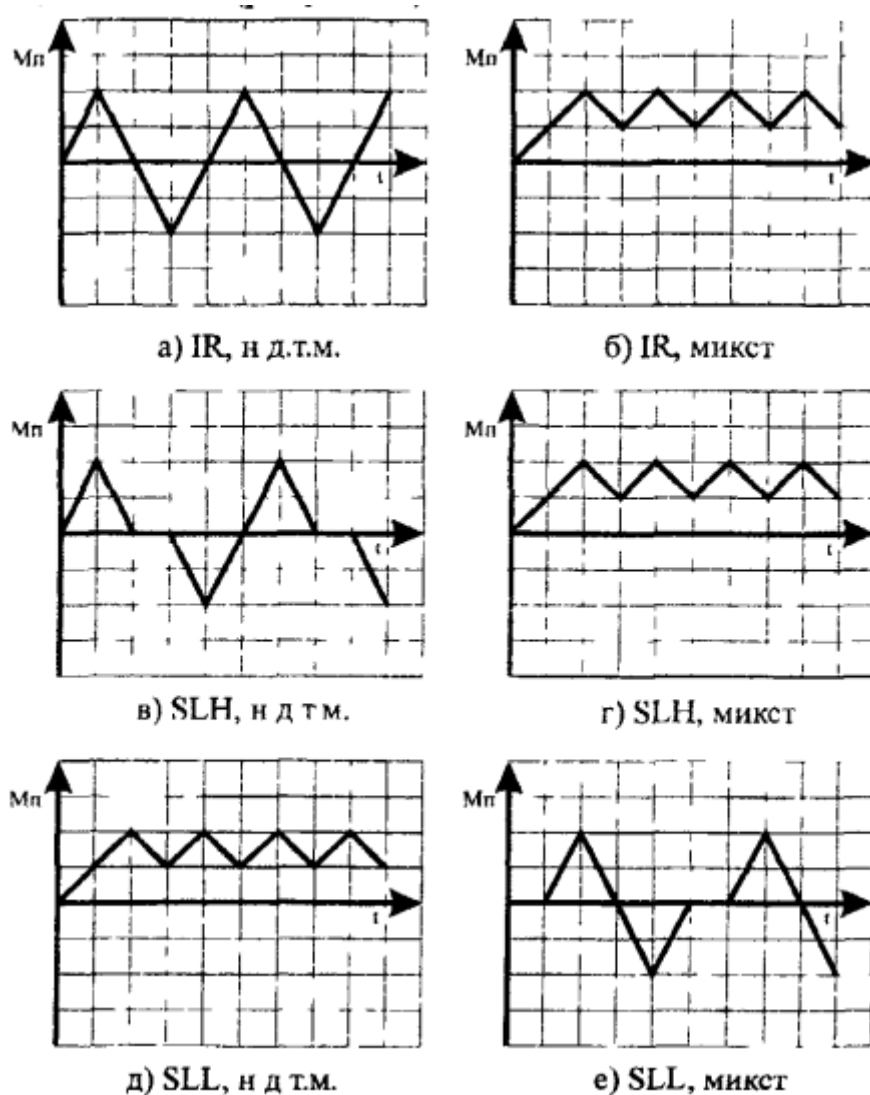


Рис. 5.2. Типові залежності поворотного моменту діючого на поворотне колесо.

## 5.2 Огляд методик проведення дослідження та засобів

З метою виявлення впливу на процес піддатливості з боку рук водія, експериментальне дослідження проводилося в двох режимах: в режимі жорстко закріпленого рульового колеса та в режимі обліку піддатливості з боку рук водія. Останнє реалізувалось як безпосередньо з людиною оператором, так та при введенні пружної фіксації рульового колеса.

Для забезпечення точності дослідження реалізація поворотного моменту здійснювалася з триразовою повторюваністю. Загальна кількість дослідів, з урахуванням варіантів, визначених у результаті планування.

З метою пояснення фізичних явищ, що виникають в елементах приводу при проведенні дослідження, була складена математична модель на основі рульового управління як трьох масової системи з пружними та демпфувальними зв'язками між основними елементами та нелінійністю типу "зазор" (рис. 5.3).

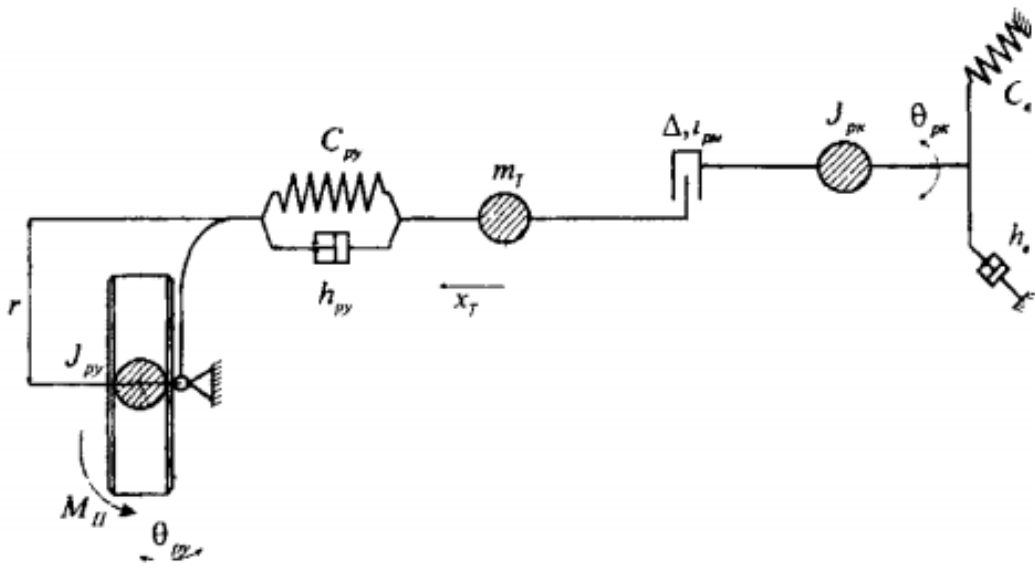


Рис.5.3. розрахункова схема рульового керування.

З урахуванням зроблених припущень диференціальні рівняння руху елементів трьох масової системи можна уявити у виді двох систем.

Перша система описує самоповорот керуючих коліс на стадії вибору зазору в рульовому механізмі.

|  |       |
|--|-------|
| $\begin{cases} J_{py} \ddot{\theta}_{py} + h_{py} \left( \dot{\theta}_{py} - \frac{x_T}{r} \right) + C_{py} \left( \theta_{py} - \frac{x_T}{r} \right) = M_n(t), \\ m_T \ddot{x}_T + h_{py}^{лин} (x_T - \theta_{py} r) + C_{py}^{лин} (x_T - \theta_{py} r) = 0; \\ J_{pk} \ddot{\theta}_{pk} + h_6 \dot{\theta}_{pk} + C_6 \theta_{pk} = 0. \end{cases}$ | (5.1) |
|--|-------|

Друга система описує рухи керування коліс після вибору зазору.

$$\left\{ \begin{array}{l} J_{py} \ddot{\theta}_{py} + h_{py} \left( \dot{\theta}_{py} - \frac{\dot{x}_T}{r} \right) + C_{py} \left( \theta_{py} - \frac{x_T}{r} \right) = M_n(t); \\ \left( m_T + \frac{J_{pk}}{l^2} \right) \cdot \ddot{x}_T + \left( h_{py}^{лин} + h_{\epsilon}^{лин} \right) \cdot \dot{x}_T + \left( C_{py}^{лин} + C_{\epsilon}^{лин} \right) \cdot x_T - \\ - h_{py}^{лин} \dot{\theta}_{py} - C_{py}^{лин} \theta_{py} = 0; \\ \theta_{pk} = \frac{i_{pm} \cdot x_T}{l}, \end{array} \right. \quad (5.5)$$

де  $M_n$  – змінювальний момент, діючий на кероване колесо.

$$M_n = \Delta M_x + \Sigma M_y + \Delta M_z + \Delta M_f - \Sigma M_{\phi}. \quad (5.3)$$

Де  $\Delta M_x$  – момент різниці повздовжньої реакції опорної поверхні  $R_x$  на керовані колеса;  $\Sigma M_y$  – сумарний момент бокових реакцій опорної поверхні  $R_y$ ;  $\Delta M_z$  – момент різниці вертикальних реакцій опорної поверхні  $R_z$  на керовані колеса;  $\Delta M_f$  – різниця моментів опору коченню керованих коліс;  $\Sigma M_{\phi}$  – сумарний момент тертя ковзання відбитку колеса при само повороті керованих коліс.

Через малий керований вплив не враховують гіроскопічний момент в вертикальній площині та моменти від нерівномірності керуючих коліс.

### 5.3 Результати дослідження

Вплив експлуатаційних факторів на самоповорот керуючих коліс при гальмуванні автомобіля з АБС.

В ході дослідження було виявлено, що збільшення само повороту керуючих коліс не завжди приводить до очікуваного збільшення середнього інтегрального кута оберту керуючих коліс та рульового колеса при роботі різних типів АБС (рис. 5.3 та 5.4).

Явище зменшення середнього інтегрального кута само повороту виявилось характерним тільки для функціонування структур: IR, SLH при., SLL в умовах, що пояснюється впливом на процес особистих коливань керованих коліс, а також елементів рульового управління в цілому.

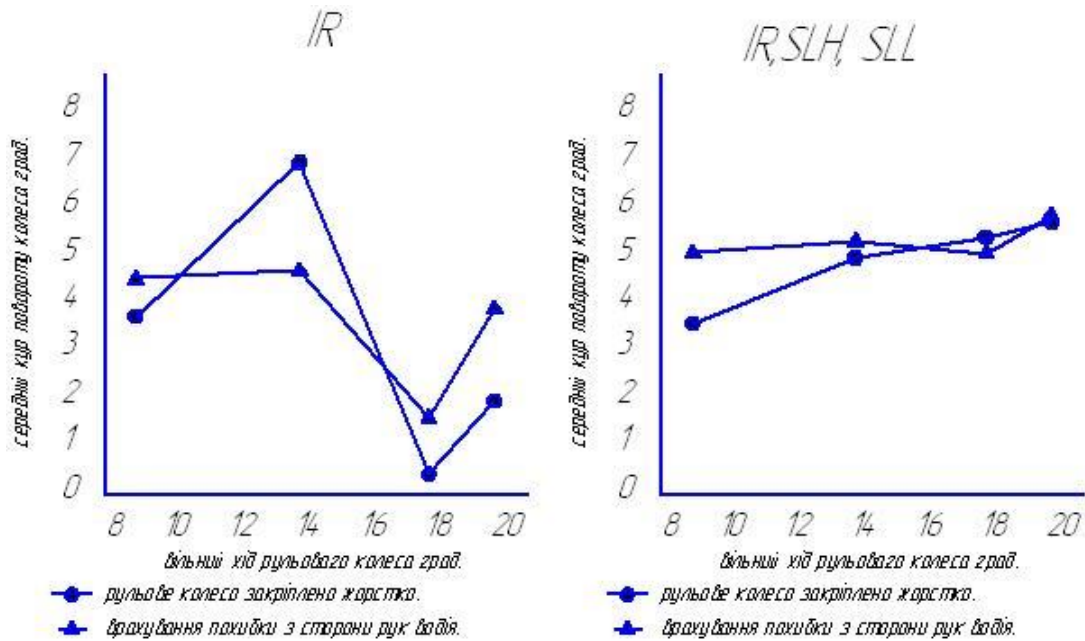


Рис. 5.3. Вплив зазору в рульовому механізмі на середній кут само повороту правого колеса

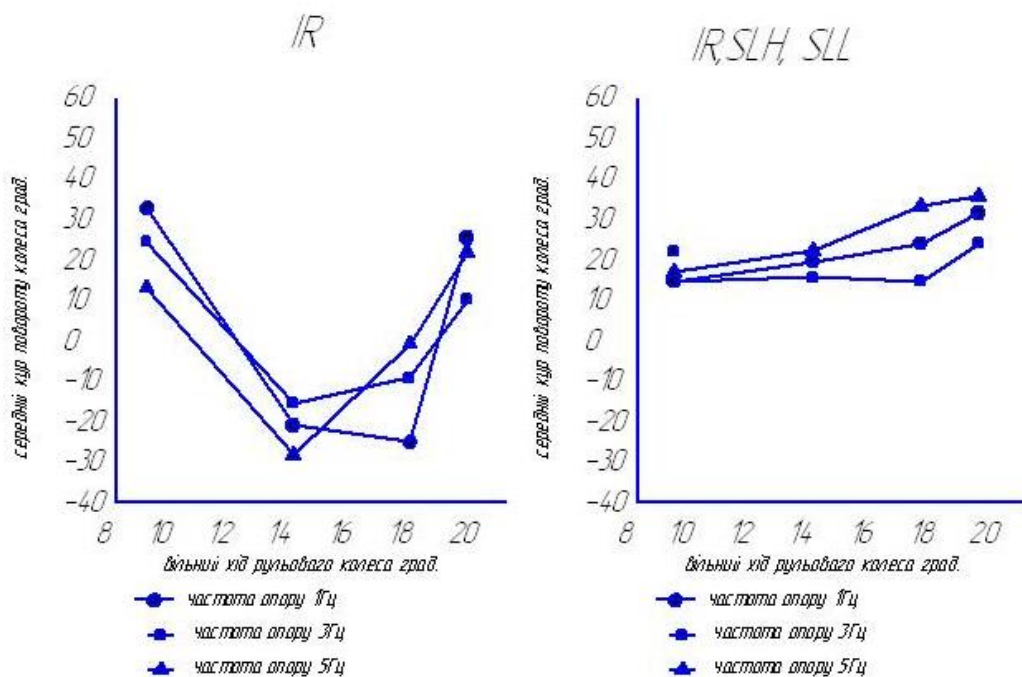


Рис. 5.4. Вплив зазору в рульовому механізмі на середній кут само повороту керованого колеса

Характерною відмінністю коливань керованих коліс при великому люфті рульового механізму в нашому випадку  $20^\circ$ , є майже повна відсутність ударних навантажень на валу сошки рульового механізму. Тобто коливання керованих коліс відбуваються в межах зазору в рульовому механізмі. Так, зі збільшенням зазору в рульовому механізмі збільшується амплітуда коливання валу сошки

рульового механізму. Однак, при збільшенні зазору до само повороту керуючих коліс амплітуда валу сошки не тільки перестає рости, але навіть навпаки зменшується, що пояснюється зниженням ударних навантажень. Так, в подальшому збільшення зазору в рульовому механізмі практично не позначається на характері коливань валу сошки рульового механізму. Зміна само повороту керуючих коліс . та відповідно зазорів в рульовому управлінні при гальмуванні автомобіля та спрацюванні АБС безпосередньо позначається та на роботі водія по утриманню рульового колеса в нейтральному положенні. При цьому велика амплітуда коливань рульового колеса характерна для малих значень само повороту керуючих коліс ., що пояснюється більш повною та різкою передачею всіх збурень з боку керованих коліс на валу рульового колеса. З подальшим збільшенням само повороту керуючих коліс амплітуда коливань рульового колеса знижується в середньому на 30% та в подальшому вже в меншій відповідності залежить від само повороту керуючих коліс .

Перехід середнього інтегрального кута повороту рульового колеса через нейтральне положення (рис.5.4) пояснюється як збільшенням зазору в рульовому механізмі та зростанням ударних навантажень, так та робочим процесом АБС. Для типових залежностей поворотного моменту, характерних спрацюванню залежної АБС (SLH) та залежної АБС (SLL) при, властиві області з нульовим значенням поворотного моменту. Саме в цей момент та відбувається змішання середнього інтегрального кута повороту рульового колеса під дією пружного зв'язку. Для незалежної АБС (IR) при характерному виникненню знакозмінного поворотного моменту. Із зростанням ударних навантажень та виникненням власних коливань елементів рульового управління водій втрачає контроль над нейтральним становищем рульового колеса.

Цей факт вказує на те, що в рульовому приводі автомобіля з АБС існує область зазорів, при якій в процесі функціонування АБС виникають власні коливання керованих коліс. У цей момент, в принципі, зберігається здатність керованих коліс сприймати бокову реакцію без ковзання протягом всього процесу гальмування. Однак, автомобіль все ж може втрачати керованість,

тобто здатність до корекції траєкторії руху, унаслідок порушення зв'язку між рульовим та керованим колесами.

Оцінка частоти власних коливань системи рульового управління з рульовим механізмом черв'як-ролик досліджуваного, що вказує на можливість виникнення резонансних явищ при гальмуванні з сучасними АБС.

Зниження жорсткості рульового управління призводить до зростання частотної складової коливань керованих коліс при відпрацюванні всіх вказаних видів поворотних моментів та частот обурення. Однак, процес коливання керованих коліс не досягає резонансної області. Так, при реалізації поворотного моменту з частотою 5 Гц в умовах пониженого значення жорсткості рульового управління (3,9кНм / рад) на графіку процесу коливань керованих коліс добре проглядається частотна складова в 8 Гц у випадку жорсткої фіксації рульового колеса та 6 Гц при урахуванні піддатливості з боку рук водія. Значення резонансної частоти з урахуванням піддатливості рук водія, для даного значення жорсткості рульового управління, може скласти 12 Гц, сприяючи тим самим виникненню резонансу при несприятливих умовах руху автомобіля.

Крім того, зниження жорсткості рульового управління за рахунок зміни піддатливості кріплення рульового механізму та маятникового важеля, приводить до збільшення амплітуди та середнього інтегрального кута само повороту керованих коліс при спрацьовуванні АБС. Однак, зменшення жорсткості рульового управління сприятливо позначається на величині амплітуди та середнього інтегрального кута повороту рульового колеса, тим самим знижуючи роботу водія, затрачену на повернення рульового колеса в нейтральний положення. Облік піддатливості з боку рук водія, призводить до того, що середній інтегральний кут само повороту керованих коліс зростає, в порівнянні з випадком жорсткої фіксації рульового колеса. Однак, зі зменшенням жорсткості рульового управління ця різниця суттєво зменшується.

## **6 ПРОЕКТНИЙ РОЗДІЛ**

### **6.1 Режим роботи підрозділу та режим праці і відпочинку працюючих**

Режим роботи підприємства, а також всіх працюючих включає в себе регламентацію кількості робочих днів в тижні, тривалість робочої зміни, кількість змін, час початку і закінчення робочої зміни. Агрегатна дільниця працює 251 день у рік, 5 днів в тиждень, 1 зміну на добу. Робота починається з 8<sup>00</sup> годин і закінчується в 17<sup>00</sup> годин, обідня перерва з 12<sup>00</sup> до 13<sup>00</sup> годин. Тривалість робочої зміни 8 годин.

Протягом зміни психофізіологічний стан робітника весь час змінюється, змінюється і його працездатність, яку прийнято поділяти на три основні періоди:

1. Період впрацьовування.
2. Період стійкої працездатності.
6. Період зниженої працездатності.

Необхідно робити 3-хвилинну перерву наприкінці першої години роботи, призначену для вступної гімнастики. Десятихвилинну перерву на 30-ій хвилині третьої години роботи, з них 5 хвилин для пасивного і 5 для активного відпочинку.

Шестидесятихвилинна перерва на обід з 12 до 13 години.

Наприкінці 6-ї і 7-ї години п'ятихвилинна перерва для пасивного відпочинку.

### **6.2 Обслуговування робочих місць підрозділу**

Робоче місце – це певна частина виробничої площі дільниці, цеху або служби, закріплена за окремим робітником чи групою робітників, крім того, осна- щена усім необхідним обладнанням для виконання виробничих завдань.

Рациональне використання та обслуговування робочих місць – одне з найважливіших завдань наукової організації праці (НОП) тому, що воно визначає ступінь ефективності праці. В залежності від кількості виконавців

робочі місця можна розподіляти на індивідуальні та колективні. Від рівня організації і обслуговування робочих місць залежать ступінь уваги, напруженості і працездатності людини.

Основними задачами вдосконалення організації і обслуговування робочих місць є:

Забезпечити раціональне розташування.

Правильне розташування на обмеженій площі необхідних елементів оснащення.

Утворення комфортних умов праці.

Захист виконавців від шкідливої дії несприятливих факторів навколишнього середовища.

Повне забезпечення безперебійного постачання всім необхідним обладнанням та оснащенням для виконання виробничих завдань.

Обслуговування робочих місць складається з таких функцій:

виробничо-підготовчої – видача робочої документації та виробничого завдання, підготовка предметів праці;

інструментальної – забезпечення інструментом і пристроями, заточування і ремонт інструментів;

налагоджувальної – наладка і регулювання устаткування;

контрольної – контроль якості продукції та дотримання технологічного процесу;

транспортної – приймання, облік, зберігання і видача матеріалів, сировини, деталей, інструменту, доставка до робочих місць предметів праці і засобів праці;

енергетичної – забезпечення робочих місць всіма видами енергії: електроенергією, стиснутим повітрям, водою, парою;

ремонтно-будівельної – поточний ремонт виробничих приміщень;

господарсько-побутової – систематичне прибирання виробничих приміщень.

Періодичність робіт, що рекомендується, по обслуговуванню робочого приміщення наводиться в таблиці 6.1.



Таблиця 6.1. Періодичність робіт по обслуговуванню робочого приміщення

| Найменування робіт                     | Періодичність проведення   |
|--|----------------------------|
| 1                                      | 2                          |
| Видалення пилу                         | щодня                      |
| Миття статей                           | не рідше 2-х раз у тиждень |
| Побілка стін і стель                   | 1 раз в два роки           |
| Чищення світильників                   | 1 раз на місяць            |
| Протирання вікон                       | 2 рази в рік               |
| Перевірка санітарного стану середовища | 1 раз у три місяці         |
| Ремонт устаткування і пристосувань     | за заявками робітників     |

### 6.3 Технологічний процес в підрозділі

Під технологічним процесом розуміють певну послідовність виконання робіт, які забезпечують високу якість їх при мінімальних витратах та при найбільш повному використанні всіх технічних можливостей устаткування, пристроїв та інструментів.

Організація технологічного процесу визначається технологічними особливостями кожного виду робіт підрозділів. Робочих постів і робочих місць.

Спроектована агрегатна дільниця спеціалізується на ремонті вантажних автомобілів. Її площа і план розміщення обладнання дозволяють розмістити на період ремонту два вантажних автомобілі.

Схема проходження технологічного процесу ремонту автомобілів на дільниці приведена на рисунку 6.1.

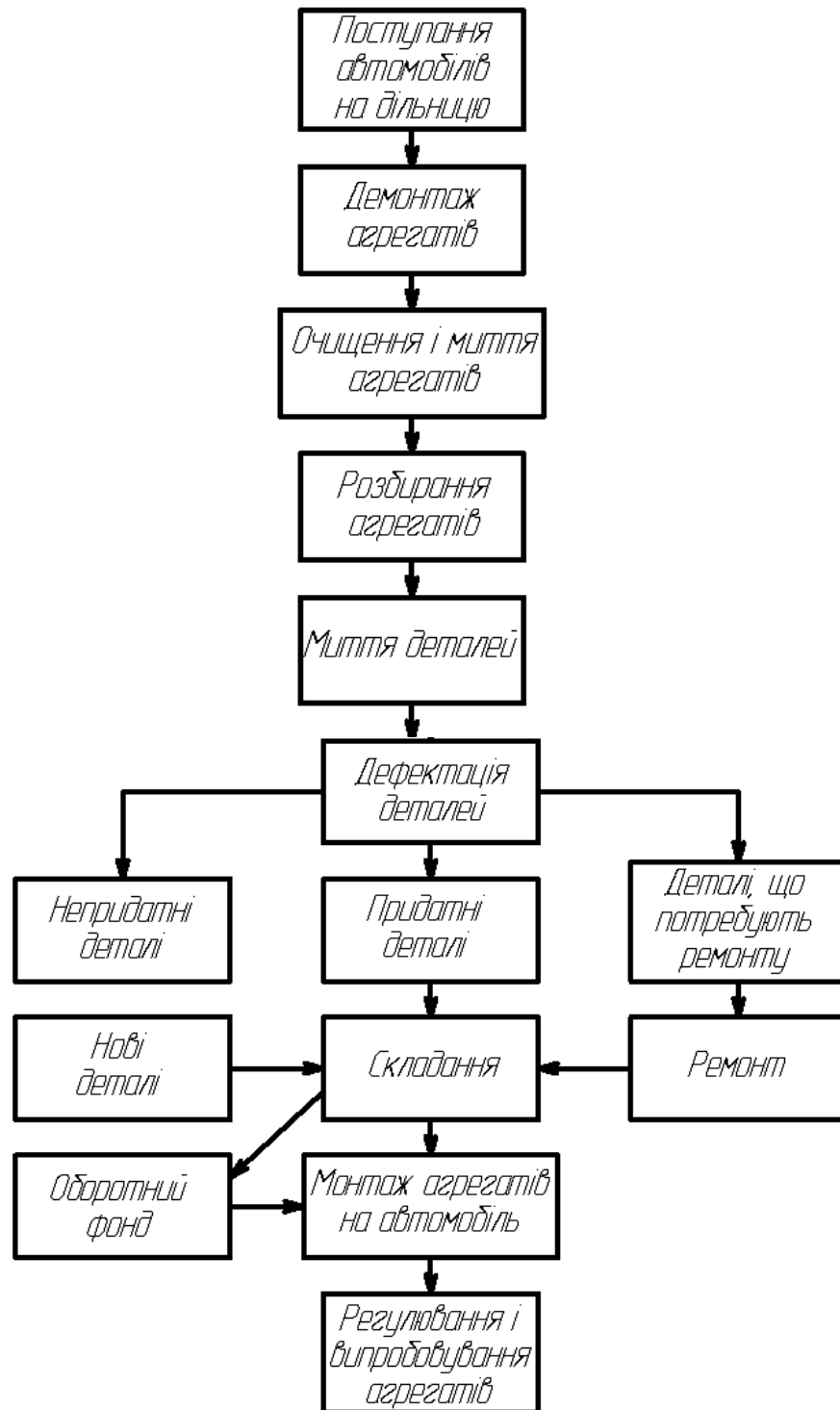


Рис.6.1. Схема проходження технологічного процесу на дільниці.

#### 6.4 Розрахунок кількості ремонтних робітників

Кількість ремонтних робітників визначаю на основі величини потреби в технічному обслуговуванні і поточному ремонті рухомого складу, вираженій в людино-годинах.

Для визначення річної трудомісткості робіт по ТО і ПР зводжу нормативні дані по ТО і ПР в таблицю 6.2 і, враховуючи марки і кількість автомобілів, а також корегуючі коефіцієнти, визначаю середні значення по затратах праці на технічне обслуговування і поточний ремонт рухомого складу.

Визначаю річні автомобіле-дні перебування автомобілів в автогосподарстві:

$$AD_x = A_{p.c.} \cdot D_{к.}, \quad (6.1)$$

де  $A_{p.c.}$  - середня облікова кількість автомобілів;

$D_{к.}$  - календарна кількість днів в році;

$$AD_x = 62 \cdot 365 = 22630 \text{ (автомобіле-днів).}$$

Таблиця 6.2. Трудомісткість ТО і ПР.

| Модель автомобіля | Кількість автомобілів | Нормативна трудомісткість ПР на 1000 км, люд/год | Нормативний перебіг до ТО, км |       | Нормативна трудомісткість ТО, люд-год |      | Коректуючі коефіцієнти |       |       |       |       | на 1000 км, люд-год ( $K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5$ ) | Скоректований перебіг до ТО, км ( $K_1 \times K_3$ ) |         | Скоректована трудомісткість ТО, люд-год ( $K_2 \times K_5$ ) |       |
|-------------------|-----------------------|--|-------------------------------|-------|---------------------------------------|------|------------------------|-------|-------|-------|-------|---|--|---------|--|-------|
|                   |                       |  | ТО-1                          | ТО-2  | ТО-1                                  | ТО-2 | $K_1$                  | $K_2$ | $K_3$ | $K_4$ | $K_5$ |   | ТО-1   | ТО-2    | ТО-1   | ТО-2  |
| КамАЗ-5511        | 6                     | 8,5  | 4000                          | 12000 | 2,2                                   | 10,2 | 1,3                    | 1,1   | 1,0   | 2,2   | 1,1   | 29,4  | 5200   | 15600   | 2,7  | 12,3  |
| КамАЗ-5320        | 4                     | 8,5  | 4000                          | 12000 | 2,2                                   | 10,2 | 1,2                    | 1,1   | 1,0   | 2,2   | 1,1   | 27,2  | 4800   | 14400   | 2,7  | 12,3  |
| КамАЗ-5410        | 4                     | 8,5  | 4000                          | 12000 | 2,2                                   | 10,2 | 1,2                    | 1,1   | 1,0   | 1,9   | 1,1   | 23,4  | 4800   | 14400   | 2,7  | 12,3  |
| ЗИЛ-ММЗ-555       | 6                     | 4,0  | 3000                          | 12500 | 2,7                                   | 10,8 | 1,2                    | 1,0   | 1,0   | 1,6   | 1,1   | 8,4   | 3600   | 15000   | 3,0  | 11,9  |
| ЗИЛ-130-76        | 5                     | 4,0  | 3000                          | 12500 | 2,7                                   | 10,8 | 1,2                    | 1,0   | 1,0   | 2,1   | 1,1   | 11,1  | 3600   | 15000   | 3,0  | 11,9  |
| ЗИЛ-133ГЯ         | 4                     | 7,6  | 3500                          | 12000 | 2,5                                   | 10,2 | 1,2                    | 1,1   | 1,0   | 1,5   | 1,1   | 16,6  | 4200   | 14400   | 3,0  | 11,9  |
| КрАЗ-256Б1        | 6                     | 6,2  | 2500                          | 12500 | 3,3                                   | 14,3 | 1,3                    | 1,1   | 1,0   | 1,6   | 1,1   | 15,6  | 3250   | 16250   | 4,0  | 17,3  |
| СБ-92             | 1                     | 8,4  | 2500                          | 12500 | 3,6                                   | 14,5 | 1,3                    | 1,2   | 1,0   | 1,8   | 1,1   | 25,9  | 3250   | 16250   | 4,8  | 19,1  |
| МАЗ-500А          | 3                     | 6,0  | 2500                          | 12000 | 3,4                                   | 13,8 | 1,3                    | 1,1   | 1,0   | 1,4   | 1,1   | 13,2  | 3250   | 15600   | 4,1  | 16,7  |
| МАЗ-504А          | 4                     | 6,0  | 2500                          | 12000 | 3,4                                   | 13,8 | 1,3                    | 1,1   | 1,0   | 1,4   | 1,1   | 13,2  | 3250   | 15600   | 4,1  | 16,7  |
| ГАЗ-53А           | 6                     | 3,7  | 2500                          | 12500 | 2,2                                   | 9,1  | 1,2                    | 1,0   | 1,0   | 1,9   | 1,1   | 9,3   | 3000   | 15000   | 2,4  | 10,0  |
| ГАЗ-3307          | 3                     | 3,6  | 2500                          | 12500 | 2,2                                   | 9,1  | 1,2                    | 1,0   | 1,0   | 1,3   | 1,1   | 6,2   | 3000   | 15000   | 2,4  | 10,0  |
| ГАЗ-3110          | 2                     | 3,0  | 4000                          | 16000 | 2,5                                   | 10,5 | 1,0                    | 1,0   | 1,0   | 1,2   | 1,1   | 4,0   | 4000   | 16000   | 2,8  | 11,6  |
| ВАЗ-2106          | 3                     | 2,8  | 4000                          | 16000 | 2,5                                   | 10,5 | 1,0                    | 1,0   | 1,0   | 1,3   | 1,1   | 4,0   | 4000   | 16000   | 2,8  | 11,6  |
| Москвич-412       | 3                     | 2,8  | 3800                          | 14000 | 2,5                                   | 10,5 | 1,0                    | 1,0   | 1,0   | 2,2   | 1,1   | 6,8   | 3800   | 14000   | 2,8  | 11,6  |
| ГАЗ-3310          | 2                     | 3,5  | 3500                          | 14000 | 2,8                                   | 11,2 | 1,0                    | 1,0   | 1,0   | 1,3   | 1,1   | 5,0   | 3500   | 14000   | 3,1  | 12,3  |
| Всього:           | 62                    |  |                               |       |                                       |      |                        |       |       |       |       | 88,8  | 236900   | 939350  | 190,5  | 797,9 |
| Середнє знач.     |                       |  |                               |       |                                       |      |                        |       |       |       |       | 14,3  | 3821,0   | 15150,8 | 3,1  | 12,9  |

Визначаю річні автомобіле-дні експлуатації автомобілів:

$$AD_e = AD_x \cdot \alpha_\beta, \quad (6.2)$$

де  $\alpha_\beta$  – коефіцієнт випуску автомобілів на лінію;

$$AD_e = 22630 \cdot 0,6 = 13578 \text{ (автомобіле-днів)}.$$

Визначаю сумарний річний пробіг всіх автомобілів:

$$L_{\text{заг.}} = AD_e \cdot L_{\text{сд.}}, \quad (6.3)$$

де  $L_{\text{сд.}}$  – середньодобовий пробіг одного автомобіля;

$$L_{\text{заг.}} = 13578 \cdot 150 = 2036700 \text{ (км)}.$$

Визначаю загальну річну кількість ТО-2 для всіх автомобілів:

$$N_{\text{т}i-2} = \frac{L_{\text{сд.}}}{L_{\text{т}i-2}}, \quad (6.4)$$

де  $L_{\text{т}i-2}$  – середній пробіг одного автомобіля до ТО-2;

$$N_{\text{т}i-2} = \frac{2036700}{15150,8} \approx 134.$$

Визначаю загальну річну кількість ТО-1 для всіх автомобілів:

$$N_{\text{т}i-1} = \frac{L_{\text{сд.}}}{L_{\text{т}i-1}}, \quad (6.5)$$

де  $L_{\text{т}i-1}$  – середній пробіг одного автомобіля до ТО-1;

$$N_{\text{oi-1}} = \frac{2036700}{3821,0} - 134 \approx 399.$$

Визначаю річну трудомісткість робіт по проведенню ТО-2:

$$T_{\text{ТО-2}} = N_{\text{ТО-2}} \cdot t_{\text{ТО-2}}, \quad (6.6)$$

де  $t_{\text{ТО-2}}$  – середня трудомісткість проведення одного ТО-2;

$$T_{\text{ТО-2}} = 134 \cdot 12,9 = 1728,6 \text{ (люд.-год.)}.$$

Визначаю річну трудомісткість робіт по проведенню ТО-1:

$$T_{\text{ТО-1}} = N_{\text{ТО-1}} \cdot t_{\text{ТО-1}}, \quad (6.7)$$

де  $t_{\text{ТО-1}}$  – середня трудомісткість проведення одного ТО-1

$$T_{\text{ТО-1}} = 399 \cdot 3,1 = 1236,9 \text{ (люд.-год.)}.$$

Визначаю річну трудомісткість робіт по проведенню поточного ремонту:

$$\dot{O}_{\text{i.д.}} = t_{\text{i.д.}} \cdot \frac{L_{\text{с.а.а}}}{1000}, \quad (6.8)$$

де  $t_{\text{п.р.}}$  – середня нормативна трудомісткість поточного ремонту на 1000 км пробігу автомобіля;

$$\dot{O}_{\text{i.д.}} = 14,3 \cdot \frac{2036700}{1000} = 29124,8 \text{ (люд.-год.)}.$$

Визначаю сумарну річну трудомісткість робіт по проведенню ТО і ПР рухомого складу:

$$T_{\text{сум.}} = T_{\text{ТО-2}} + T_{\text{ТО-1}} + T_{\text{П.Р.}}, \quad (6.9)$$

$$T_{\text{сум.}} = 1728,6 + 1236,9 + 29124,8 = 32090,3 (\text{люд.-год.}).$$

Визначаю загальну річну трудомісткість допоміжних робіт:

$$T_{\text{доп.}} = T_{\text{сум.}} \cdot k, \quad (6.10)$$

де  $k$  – відсоток допоміжних робіт; загальна річна трудомісткість допоміжних робіт по нормативах [5] складає 20-30% від сумарної річної трудомісткості робіт по проведенню ТО і ПР рухомого складу; приймаю 25%;

$$T_{\text{доп.}} = 32090,3 \cdot 0,25 = 8022,6 (\text{люд.-год.}).$$

Загальна річна потреба в трудових ресурсах ремонтних робітників становить:

$$T_{\text{заг.}} = T_{\text{сум.}} + T_{\text{доп.}}, \quad (6.11)$$

$$T_{\text{заг.}} = 32090,3 + 8022,6 = 40112,9 (\text{люд.-год.}).$$

Річний фонд робочого часу одного робітника визначаю за формулою

$$\Phi_{\text{р.р.}} = [D_{\text{к.}} - (D_{\text{в.}} + D_{\text{с.}} + D_{\text{о.}} + D_{\text{д.}} + D_{\text{хв.}} + D_{\text{об.}})] \cdot T_{\text{н.}} - (D_{\text{в.}} + D_{\text{с.}} + D_{\text{пв.}}) \cdot t_{\text{с.}}, \quad (6.12)$$

де  $D_{\text{к.}}$  - календарне число днів у році;

$D_{\text{в.}}$ ,  $D_{\text{с.}}$ ,  $D_{\text{о.}}$ ,  $D_{\text{д.}}$ ,  $D_{\text{хв.}}$ ,  $D_{\text{об.}}$  - відповідно кількість вихідних і святкових днів; кількість днів основної і додаткової відпустки водія в році; кількість днів неявок на роботу по хворобі та інших поважних причинах, а також у зв'язку з виконанням певних державних чи інших зобов'язань;

$D_{\text{пв.}}$  - кількість передвихідних і передсвяткових днів, які співпадають з відпуском робітника;

$$D_{\text{д.}} = 3 \text{ дні, } D_{\text{хв.}} = 2 \text{ дні, } D_{\text{об.}} = 1 \text{ день;}$$

$T_{\text{н.}}$  - тривалість робочої зміни робітника, год.;

$t_{\text{с.}}$  - скорочення тривалості робочої зміни, год. ( $t_{\text{с.}} = 1$  год);

$$\Phi_{\text{р.р.}} = [365 - (104 + 10 + 24 + 3 + 2 + 1)] \cdot 8 - (104 + 10 + 2) \cdot 1 = 1652 \text{ (год).}$$

Необхідну кількість ремонтних робітників визначаю за формулою

$$N_{\text{ДД}} = \frac{\hat{O}_{\text{САА}}}{\hat{O}_{\text{ДД}}}, \quad (6.13)$$

$$N_{\text{ДД}} = \frac{40112,9}{1652} \approx 25.$$

## 7 ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.

### 7.1 Розрахунок річної заробітної плати ремонтних робітників

Загальний річний фонд заробітної плати ремонтних робітників з відрахуванням на соціальне страхування  $ЗПР_{р.р.}$  розраховую за формулою

$$ЗПР_{р.р.} = ЗПО_{р.р.} + ЗПД_{р.р.} + ВСС_{р.р.}, \quad (7.1)$$

де  $ЗПО_{р.р.}$  - річний фонд основної заробітної плати ремонтних робітників;

$ЗПД_{р.р.}$  - сума річної додаткової заробітної плати ремонтних робітників;

$ВСС_{р.р.}$  - сума річних відрахувань на соціальне страхування.

Розрахунок річного фонду основної заробітної плати ремонтних робітників проводжу за формулою

$$ЗПО_{р.р.} = ТЗАГ \cdot ПС + ДП_{бр.(р.р.)} + П_{р.р.}, \quad (7.2)$$

де  $ТЗАГ$  - загальна річна трудомісткість поточного ремонту і технічного обслуговування автомобілів;  $ТЗАГ = 40112,9$  люд.-год.;

$ПС$  - середня погодинна тарифна ставка робітників по договору, зайнятих технічним обслуговуванням і ремонтом автомобілів на роботі з нормальними умовами, грн.;  $ПС = 4,15$  грн.;

$ДП_{бр.(р.р.)}$  - сума річних доплат за бригадирство;

$П_{р.р.}$  - сума річної премії за виконання ремонтними робітниками планових завдань, грн.;

Суму річних доплат бригадирам за керівництво бригадою ремонтних працівників обчислюю за формулою

$$\ddot{A}_{\acute{a}\grave{d}.\grave{d}.\grave{d}.} = \frac{N_{\acute{a}\grave{d}.\grave{d}.\grave{d}.} \cdot \tilde{N}_{\grave{d}.\grave{d}.\grave{d}.} \cdot n_{\grave{d}.\grave{d}.\grave{d}.} \cdot D_{\acute{a}\grave{d}.\grave{d}.\grave{d}.}}{100}, \quad (7.3)$$



де  $N_{бр.(р.р.)}$ - кількість бригадирів, чол. (в магістерській роботі умовно приймаю, що кожна бригада складається із семи чоловік);

$C_{м.(р.р.)}$ - місячна тарифна ставка ремонтного робітника;

$n_{м.}$  – кількість місяців в році;

$P_{бр.(р.р.)}$ - процент доплати за керівництво бригадою ремонтних робітників, (приймаю  $P_{бр.(р.р.)}=10\%$ , [5]);

$$\ddot{A}_{\dot{a}\dot{d}.\dot{d}.\dot{d}.} = \frac{3 \cdot 800 \cdot 12 \cdot 10}{100} = 2880 \text{ (грн.)}.$$

Суму річної премії ремонтним робітникам за виконання планових завдань з фонду заробітної плати визначаю за формулою

$$\ddot{I}_{\dot{d}.\dot{d}.} = \frac{N_{\dot{d}.\dot{d}.} \cdot C_{\dot{r}.\dot{d}.\dot{d}.} \cdot n_{\dot{r}.} \cdot P_{\dot{r}.\dot{d}.\dot{d}.}}{100}, \quad (7.4)$$

де  $P_{п.(р.р.)}$ - середній процент премії за виконання ремонтними робітниками виробничих завдань (в дипломному проекті приймаю  $P_{п.(р.р.)}=25\%$ );

$$\ddot{I}_{\dot{d}.\dot{d}.} = \frac{25 \cdot 800 \cdot 12 \cdot 25}{100} = 60000 \text{ (грн.)}.$$

$$ЗПО_{р.р.} = 40112,9 \cdot 4,15 + 2880 + 60000 = 229348,54 \text{ (грн.)}.$$

Суму річної додаткової заробітної плати ремонтних робітників визначаю за формулою

$$\ddot{Q}_{\dot{r}.\dot{d}.\dot{d}.} \ddot{A}_{\dot{d}.\dot{d}.} = \frac{\ddot{Q}_{\dot{r}.\dot{d}.\dot{d}.} \ddot{I}_{\dot{d}.\dot{d}.} \cdot (\ddot{A}_{\dot{r}.\dot{d}.\dot{d}.} + \ddot{A}_{\dot{a}.\dot{d}.\dot{d}.})}{\ddot{A}_{\dot{e}.} - (\ddot{A}_{\dot{a}.} + \ddot{A}_{\dot{n}.} + \ddot{A}_{\dot{r}.\dot{d}.\dot{d}.} + \ddot{A}_{\dot{a}.\dot{d}.\dot{d}.})}, \quad (7.5)$$

$$\ddot{Q}_{\dot{r}.\dot{d}.\dot{d}.} \ddot{A}_{\dot{d}.\dot{d}.} = \frac{229348,54 \cdot (24+3)}{365 - (104+10+24+3)} = 27644,69 \text{ (грн.)}.$$

Суму річних відрахувань на соціальне страхування ремонтних робітників  $BCC_{p.p.}$  визначаю за формулою

$$BCC_{p.p.} = 0,375 \cdot (ЗПО_{p.p.} + ЗПД_{p.p.}), \quad (7.6)$$

$$BCC_{p.p.} = 0,375 \cdot (229348,54 + 27644,69) = 96372,46 \text{ (грн.)}$$

$$ЗПР_{p.p.} = 229348,54 + 27644,69 + 96372,46 = 353365,69 \text{ (грн.)}$$

## 7.2 Розрахунок повної вартості ремонту вузла

Визначаю заробітну плату робітників, зайнятих ремонтом гідропідсилювача:

$$Q = T \cdot N_a, \quad (7.7)$$

де  $T$  – час на виконання операцій, год;

$C_r$  – годинна тарифна ставка ремонтного робітника, грн.

Розрахунки зводжу в таблицю 7.1.

Таблиця 7.1. Розрахунок відрядної заробітної плати

| Найменування робіт | Розряд робітників | Норма часу $T$ , год. | Тарифна годинна ставка $C_r$ , грн. | Зарплата відрядна ЗП, грн. |
|--------------------|-------------------|-----------------------|-------------------------------------|----------------------------|
| Діагностування     | 5                 | 1,15                  | 4,80                                | 5,52                       |
| Розбирання         | 4                 | 2,4                   | 4,00                                | 9,6                        |
| Відновлення        | 4                 | 1,56                  | 4,00                                | 6,24                       |
| Складання і монтаж | 4                 | 3,9                   | 4,00                                | 15,6                       |
| Всього:            |                   |                       |                                     | 36,96                      |

Визначаю премію робітників за формулою:

$$\dot{I} = \frac{36,96 \cdot 40}{100} = 14,78 \text{ (грн.)}$$

Визначаю основну заробітну плату за формулою:

$$\text{ОЗП} = 36,96 + 14,78 = 51,74 \text{ (грн.)}$$

Визначаю додаткову заробітну плату за формулою:

$$\ddot{C} = \frac{51,74 \cdot 8}{100} = 4,14 \text{ (грн.)}$$

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

$$\text{ВСС} = 0,375 \cdot (51,74 + 4,14) = 20,96 \text{ (грн.)}$$

Визначаю загальний фонд зарплати:

$$\text{ЗФЗ} = 51,74 + 4,14 + 20,96 = 76,84 \text{ (грн.)}$$

Накладні витрати визначаю за формулою (5.13):

$$\hat{I} \hat{A} = \frac{76,84 \cdot 50}{100} = 38,42 \text{ (грн.)}$$

Визначаю інші витрати:

$$V_{\text{и.}} = \text{ЗФЗ} \cdot k,$$

де  $k$  – коефіцієнт, що враховує інші витрати;  $k=0,2$  [5];

$$V_{\text{и.}} = 76,84 \cdot 0,2 = 15,37 \text{ (грн.)}$$

Визначаю величину амортизаційних відрахувань:

$$A_{в.} = 3\Phi Z \cdot n,$$

де  $n$  – коефіцієнт амортизаційних відрахувань;  $n=0,25$  [5];

$$A_{в.} = 76,84 \cdot 0,25 = 19,21 \text{ (грн.)}.$$

Розраховую витрати на ремонт вузла:

$$B_{р.в.} = 3\Phi Z + НВ + В_{ш.} + A_{в.},$$

$$B_{р.в.} = 76,84 + 38,42 + 15,37 + 19,21 = 149,84 \text{ (грн.)}.$$

### 7.3 Розрахунок економічної ефективності впровадження проекту

Розраховую кількість ремонтів гідропідсилювачів рульового керування, після проведення яких окупиться впровадження технологічного процесу ремонту:

$$N_{д.} = \frac{\hat{A}_{\text{АЕ}} + \hat{A}_{\text{ДА}}}{\hat{A}_{\text{А}}}, \quad (7.8)$$

де  $V_{\text{обл.}}$  – вартість обладнання, спеціально закупленого для проведення ремонту і діагностування гідропідсилювачів (прилад мод. К187 і стенд для діагностування рульових механізмів К485М);

$V_{\text{обл.}} = 1210$  грн.;

$V_{в.}$  – заводська вартість вузла (гідропідсилювача);

$V_{в.} = 850$  грн.;

$$N_{д.} = \frac{1210 + 149,84}{850} = 1,6.$$

Визначаю період окупності впровадження технологічного процесу ремонту гідропідсилювача:

$$\dot{O}_{i \text{ в.}} = \frac{N_{\text{Д.}}}{N_{i \text{ в.}}}, \quad (7.9)$$

$$\dot{O}_{i \text{ в.}} = \frac{1,6}{6,1} = 0,26 (\text{р.}).$$

#### 7.4 Розрахунок вартості пристрою та терміну його окупності

Визначення вартості виготовлення деталей пристрою. Визначаю основну заробітну плату робітників, зайнятих виготовленням пристрою:

$$\check{Q} = \dot{O} \cdot \check{N}_{\text{в.}}, \quad (7.10)$$

де, T – час на виконання операцій (год.);

С<sub>г.</sub> - годинна тарифна ставка робітника (грн.).

Розрахунки зводжу в таблицю 7.2.

Таблиця 7.2. Розрахунок відрядної заробітної плати

| Умови роботи | Види робіт   | Розряд робітників | Норма часу T, год. | Тарифна годинна ставка С <sub>г.</sub> , грн. | Зарплата відрядна ЗП, грн. |
|--------------|--------------|-------------------|--------------------|---|----------------------------|
| Нормальні    | Фрезерні     | 4                 | 2,82               | 3,46  | 9,76                       |
|              | Токарні      | 3                 | 2,23               | 3,07  | 6,85                       |
|              | Слюсарні     | 3                 | 0,67               | 3,07  | 2,06                       |
|              | Свердлильні  | 3                 | 0,51               | 3,07  | 1,57                       |
|              | Контрольні   | 4                 | 0,35               | 3,46  | 1,21                       |
| Шкідливі     | Газовідрізні | 4                 | 0,62               | 3,46  | 2,15                       |
|              | Гартувальні  | 3                 | 0,15               | 3,07  | 0,46                       |
| Всього:      |              |                   |                    |   | 24,06                      |

Визначаю премію робітників за формулою

$$\ddot{I} = \frac{\ddot{Q} \cdot k}{100}, \quad (7.11)$$

де  $k$  – середній відсоток премій;  $k=40\%$ ;

$$\ddot{I} = \frac{24,06 \cdot 40}{100} = 9,62 \text{ (грн.)}$$

Визначаю основну заробітну плату за формулою

$$\text{ОЗП} = \text{ЗП} + \text{П}, \quad (7.12)$$

$$\text{ОЗП} = 24,06 + 9,62 = 33,68 \text{ (грн.)}$$

Визначаю додаткову заробітну плату за формулою

$$\ddot{A}\ddot{Q} = \frac{\hat{I} \ddot{Q} \cdot n}{100}, \quad (7.13)$$

де  $n$  – середній відсоток додаткової заробітної плати;  $n=8\%$ ;

$$\ddot{A}\ddot{Q} = \frac{33,68 \cdot 8}{100} = 2,69 \text{ (грн.)}$$

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

$$\text{ВСС} = 0,375 \cdot (\text{ОЗП} + \text{ДЗП}), \quad (7.14)$$

$$\text{ВСС} = 0,375 \cdot (33,68 + 2,69) = 13,64 \text{ (грн.)}$$

Визначаю загальний фонд зарплати:

$$ЗФЗ=ОЗП+ДЗП+ВСС, \quad (7.15)$$

$$ЗФЗ=33,68+2,69+13,64=50,01 \text{ (грн.)}$$

Накладні витрати визначаю за формулою

$$\hat{I}_{\hat{A}} = \frac{С\hat{O}С \cdot \hat{E}_{\hat{I}.\hat{A}}}{100}, \quad (7.16)$$

де  $\hat{E}_{\hat{I}.\hat{A}}$  - відсоток накладних витрат;  $\hat{E}_{\hat{I}.\hat{A}}=50\%$ ;

$$\hat{I}_{\hat{A}} = \frac{50,01 \cdot 50}{100} = 25,01 \text{ (грн.)}$$

Визначення вартості матеріалів для виготовлення деталей пристрою.

Вартість матеріалів визначаю за формулою

$$V_{M.} = M_{M.} \cdot Ц_{M.}, \quad (7.17)$$

де,  $M_{M.}$  – маса матеріалу заготовок потрібних на виготовлення пристрою (кг);

$Ц_{M.}$  – ціна 1 кг матеріалу (грн.);

$$M_{M.} = 4,95 \text{ кг};$$

$$Ц_{M.} = 3,80 \text{ грн};$$

$$V_{M.} = 4,95 \cdot 3,80 = 18,81 \text{ (грн.)}$$

Визначаю загальну вартість пристрою за формулою

$$ЗВП=ЗФЗ+НВ+V_{M.}+V_{C.B.}, \quad (7.18)$$

де ЗФЗ – загальний фонд заробітної плати працівників, які виготовляють пристрій (грн.);

НВ – накладні витрати (грн.);

ВМ. – вартість матеріалів (грн.);

ВС.В. – вартість стандартних виробів, які входять в склад пристрою (грн.);

$V_{C.B.}=0,15$  грн.;

$$ЗВП=50,01+25,01+18,81+0,15=93,98 \text{ (грн.)}.$$

Розрахунок періоду окупності пристрою. Визначаю середньорічну кількість операцій по проведенню розбирання гідропідсилювачів:

$$N = \frac{n_{\text{АВТ.}}}{T}, \quad (7.19)$$

де  $n_{\text{АВТ.}}$  – кількість автомобілів, обладнаних гідропідсилювачами;

$T$  – середній термін служби гідропідсилювача до КР (років);

$n_{\text{АВТ.}}=43$  од.;

$T=7$  років;

$$N = \frac{43}{7} \approx 6,1.$$

Трудомісткість розбирання гідропідсилювача становить:

- до впровадження пристрою  $t_1=3,8$  люд·год;

- після впровадження пристрою  $t_2=2,4$  люд·год.

Загальні річні витрати праці на розбирання гідропідсилювача становлять:

До впровадження пристрою:

$$T_1 = t_1 \cdot N, \quad (7.20)$$

$$T_1 = 3,8 \cdot 6,1 = 23,18 \text{ (люд·год)}.$$



Після впровадження пристрою:

$$T_2 = \frac{t_2 \cdot N \cdot (100+k)}{100}, \quad (7.21)$$

де  $k$  – відсоток часу, який витрачається на обслуговування пристрою;  
 $k=5\%$ ;

$$T_2 = \frac{2,4 \cdot 6,1 \cdot (100+5)}{100} = 15,37 \text{ (люд.год.)}$$

Річна економія затрат праці становить:

$$EP = T_1 - T_2, \quad (7.22)$$

$$EP = 23,18 - 15,37 = 7,81 \text{ (люд.год.)}$$

Річна економія витрат на заробітну плату внаслідок впровадження пристрою становить 98,32 грн.

Визначаю термін окупності пристрою:

$$\dot{O}_{1 \hat{e}.} = \frac{CA\ddot{I}}{A}, \quad (7.23)$$

$$\dot{O}_{1 \hat{e}.} = \frac{93,98}{98,32} = 0,96 \text{ (р.)}$$

## 8 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

### 8.1. Характеристика ділянки з точки зору охорони праці та заходи по покращенню умов праці

Агрегатна ділянка знаходиться в східній частині підприємства в відділенні автотехніки в одноповерховій будівлі. Площа ділянки складає 360 м<sup>2</sup> (30×12 м), висота приміщення 6 м. Об'єм повітря, що припадає на одного працівника становить 196 м<sup>3</sup>. Ділянка відповідає всім вимогам СНиП 2.09.02-85.

Відповідно до Рекомендацій Держнаглядохоронпраці щодо застосування "Порядку опрацювання і затвердження власником нормативних актів про охорону праці, що діють на підприємстві", виходячи із специфіки виробництва та вимог чинного законодавства діють наступні нормативні акти про охорону праці:

- Положення про систему управління охороною праці на підприємстві.
- Положення про комісію з питань охорони праці підприємства.
- Положення про навчання і перевірку знань працівників з питань охорони праці.
- Наказ про порядок атестації робочих місць.
- Положення про організацію попереднього і періодичного медичних оглядів працівників.
- Інструкції з охорони праці для працюючих за професіями і видами робіт.
- Загальні та цехові інструкції про заходи пожежної безпеки.
- Перелік робіт з підвищеною небезпекою.

Наказ про порядок забезпечення працівників підприємства спецодягом, спецвзуттям та іншими засобами індивідуального захисту.

Навчання з питань охорони праці на підприємстві здійснюється наступним чином: кожен працівник раз в три роки проходить навчання з техніки безпеки та ОП а саме, прослуховує лекції, консультації, семінарські і

практичні заняття, здає іспит і отримує посвідчення про допуск до відповідних видів робіт.

Крім того з працівниками проводяться інструктажі:

Вступний – проводиться при прийомі на роботу в кабінеті ОП, представником служби ОП з одним або декількома працівниками і робиться запис в журналі з підписами.

Первинний – проводиться на робочому місці керівником робіт, з одним або з групою працюючих, які працюють за одним фахом. Після проведення первинного інструктажу працівник проходить стажування.

Повторний – раз в пів року, а для робіт з підвищеною небезпекою раз в три місяці, або якщо перерва в роботі становить більше 60 днів, а для робіт з підвищеною небезпекою 30 днів.

Цільовий – проводиться при зміні робіт, або при видачі наряду допуску.

Позаплановий – якщо стався нещасний випадок або змінилося обладнання і пристосування, змінився технологічний процес, пройшла реконструкція підприємства, змінилося законодавство.

Керівник, який проводив усі види інструктажів, робить запис в журналі. При цьому обов'язкові підписи як того, кого інструктували, так і того, хто інструктував. Журнал має пронумеровані сторінки, прошнурований і скріплений печаткою.

В даній агрегатній дільниці проводяться роботи середньої важкості – типу Пб. Для цієї категорії робіт створені по можливості найбільш оптимальні умови:

- температура навколишнього середовища: в теплу пору - 18...20°C і 20...22 в холодну пору року;
- відносна вологість повітря: 40..60 % у теплу і холодну пори року;
- швидкість руху повітря: не більше 0,4 м/с в теплу пору року і не більше 0,3 м/с в холодну пору року;

На дільниці передбачена організована природна вентиляція. Крім того, на окремих робочих місцях організовано місцеву витяжну вентиляцію і спеціальну витяжку для видалення вихлопних газів під час роботи двигуна автомобіля

всередині дільниці. Необхідну температуру в холодну пору року забезпечує загальнозаводське парове опалення низького тиску.

Необхідна освітленість дільниці забезпечується використанням суміщеного освітлення, яке складається з природного бокового двостороннього і штучного комбінованого. В склад штучного комбінованого освітлення входить загальне локалізоване (люмінесцентні лампи з робочою напругою 220 В) і місцеве освітлення (лампи розжарювання з робочою напругою 36 В). Освітленість дільниці складає: робоче – 300 лк, аварійне – 2 лк, евакуаційне – 0,5 лк, охоронне – 0,5 лк, чергове – 0,5 лк.

Джерелами шуму на дільниці є вентиляція, електромеханічне обладнання і, в окремих випадках – двигун працюючого автомобіля. Захист від шуму здійснюється за рахунок надійного закріплення обладнання і його частин. Оскільки рівень шуму не перевищує 80 дБ, то індивідуальні засоби захисту працюючих від шуму не використовуються.

Основними джерелами вібрації на дільниці є вентиляція і електромеханічне обладнання. Джерела вібрацій ізолюються за рахунок встановлення їх на гумових або пружинних ізоляторах, внаслідок чого рівень вібрації не перевищує допустимих норм.

Сильні електромагнітні поля на дільниці відсутні. Тому засоби захисту від електромагнітного випромінювання не застосовуються.

Захист від враження електричним струмом здійснюється за рахунок під'єднання всього обладнання, що працює під напругою до захисного заземлення. Вертикальні заземлювачі розміщені по периметру будівлі.

Для запобігання виникненню пожеж на дільниці проводиться пожежна профілактика регламентована згідно ГОСТ 12.1.004-85. На підприємстві створені спеціальні місця для паління. Там встановлені урни для недопалків, вивішені вогнегасники. У таких місцях є оголошення "Місце для куріння". В найбільшпо-жежонебезпечних місцях вивішені оголошення "Не курити". Дільниця згідно ОНТП 24-86 належить до категорії Д за вибухо- та пожежною небезпекою; ступінь вогнестійкості ШБ. Для гасіння пожежі на дільниці розміщено два пожежні гідранти низького тиску, сполучені з загальнозаводським водогоном. Крім того у відділенні передбаченні

індивідуальні засоби пожежегасіння: вогнегасники ВПП-10 – 2 шт. і ВП 5-02 – 2 шт. Також на території дільниці розміщено два пожежних стенди на яких розміщений пожежний інвентар (бочка з водою, вогнегасники - 3 шт., пожежні відра, ящик з піском) та пожежний інструмент згідно ГОСТ 12.004-85 (гаки - 3 шт., лопи – 2 шт., сокири – 2 шт., совкові лопати – 2 шт. ). Приводжу схему евакуації робітників з дільниці при пожежі (рис.8.1).

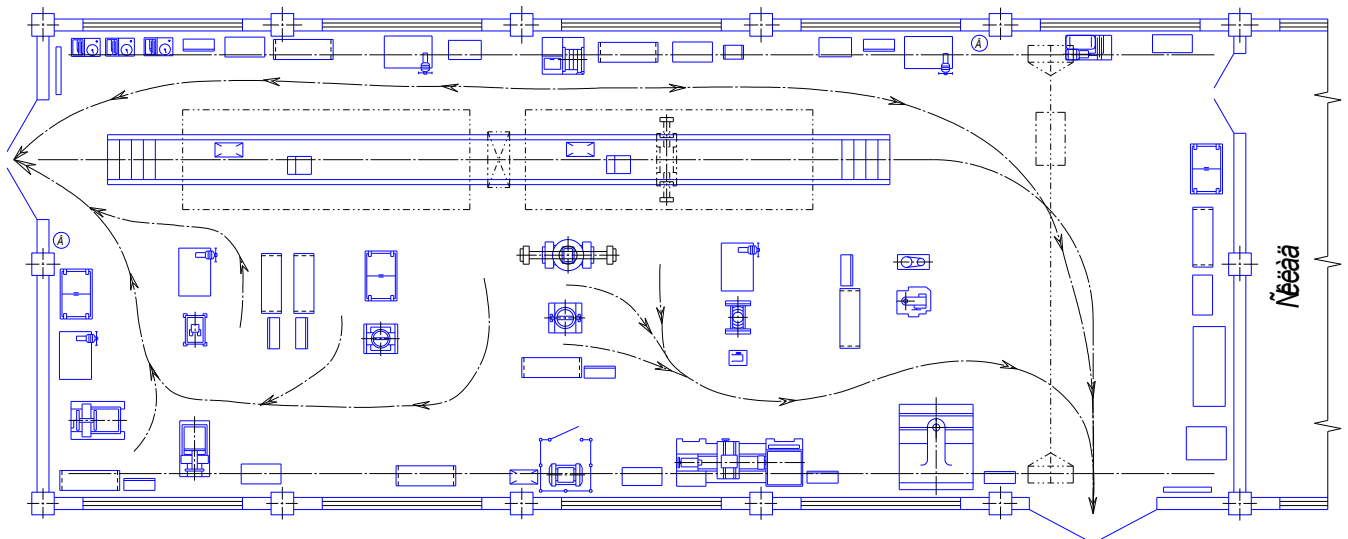


Рис.8.1. Схема евакуації робітників з дільниці на випадок пожежі.

Для покращення стану ОП та умов роботи на дільниці пропоную:

- організувати додаткову місцеву витяжну вентиляцію в оглядовій канаві;
- пофарбувати господарський інвентар і обладнання наступним чином: зовнішні поверхні огорожі небезпечних місць в жовтий колір; частини машин, зіткнення з якими може призвести до травм – в червоний колір із білими смугами; поверхні кожухів – пунктирами із жовтого кольору біля кожної ванни для миття деталей встановити вогнегасник;
- організувати місцеве освітлення на робочих місцях моториста і контролера;
- утеплити вікна.

## 8.2 Розрахунок заземлення

Вихідні дані:

Захищуваний об'єкт – обладнання агрегатної дільниці.

Захищений об'єкт – стаціонарний.

Напруга мережі – 380 В.

Виконання мережі – з глухозаземленою нейтраллю.

Тип заземлювального пристрою – вертикальний (труби).

Розміри вертикальних заземлювачів: довжина  $l_B=5$  м, діаметр труби  $d_B=0,014$  м.

Відношення відстані між трубами до їхньої довжини  $\frac{L_A}{l_A}=1$ .

Діаметр горизонтального заземлювача (з'єднувальна труба)  $d_G=0,04$  м.

Глибина закладання вертикальних заземлювачів  $h_B=1$  м.

Розташування заземлювачів попередньо приймаю за чотирикутним контуром при числі стержнів від 4 до 100 та в один ряд при числі стержнів від 2 до 20.

Ґрунт – супісок, склад – однорідний, вологість – мала; агресивність – нормальна.

Кліматична зона II.

Розв'язок:

Визначаємо характеристику навколишнього середовища на агрегатній ділянці: за пожежною небезпекою згідно ПУЕ воно відноситься до класу П-II; за вибухонебезпекою згідно ПУЕ – до класу В-I; за ступенем ураження електричним струмом – без підвищеної та особливої небезпеки.

Визначаємо  $R_D$ . – допустиме (нормативне) значення опору розтіканню струму в заземлювальному пристрої по табл. 7.1 [3];  $R_D \leq 4$  Ом.

Визначаємо  $\rho_{ТАБЛ}$ . – приблизне значення питомого опору ґрунту, що рекомендується для розрахунку по табл. 7.2 [3];  $\rho_{ТАБЛ}=300$  Ом·м.

Визначаємо  $K_{С.В}$ . – коефіцієнт сезонності для вертикальних заземлювачів для даної кліматичної зони II по табл. 7.4 [3]; приймаю  $K_{С.В}=1,2$ .

Визначаємо значення  $K_{С.Г}$ . – коефіцієнт сезонності для горизонтального заземлювача згідно з кліматичною зоною по табл. 7.4 [3]; приймаю  $K_{С.Г}=1,2$ .

Визначаємо  $\rho_{РОЗР.В}$ . – розрахунковий питомий опір ґрунту для вертикальних заземлювачів:

$$\rho_{\text{РОЗР.В.}} = \rho_{\text{ТАБЛ.}} \cdot K_{\text{С.В.}}, \quad (8.1)$$

$$\rho_{\text{РОЗР.В.}} = 300 \cdot 1,2 = 360 \text{ (Ом} \cdot \text{м)}.$$

Визначаємо  $\rho_{\text{РОЗР.Г.}}$  – розрахунковий питомий опір ґрунту для горизонтальних заземлювачів:

$$\rho_{\text{РОЗР.Г.}} = \rho_{\text{ТАБЛ.}} \cdot K_{\text{С.Г.}}, \quad (8.2)$$

$$\rho_{\text{РОЗР.Г.}} = 300 \cdot 1,2 = 360 \text{ (Ом} \cdot \text{м)}.$$

Визначаємо  $t$  – відстань від поверхні землі до середини вертикального заземлювача:

$$t = h_{\hat{A}} + \frac{l_{\hat{A}}}{2}, \quad (8.3)$$

де  $h_{\text{в.}}$  – глибина закладання вертикальних заземлювачів (м);

$l_{\text{в.}}$  – довжина вертикальних заземлювачів;

$$t = 1 + \frac{5}{2} = 3,5 \text{ (м)}.$$

Визначаємо  $R_{\text{В.}}$  – опір розтіканню струму в одному вертикальному заземлювачі:

$$R_{\hat{A}} = \frac{\rho_{\text{В.}} \cdot \rho_{\hat{A}}}{2\pi l_{\hat{A}}} \ln \frac{l_{\hat{A}}^2}{d_{\hat{A}} t}, \quad (8.4)$$

$$R_{\hat{A}} = \frac{360}{2 \cdot 3,14 \cdot 5} \ln \frac{5^2}{0,014 \cdot 3,5} \approx 71,5 \text{ (Ом)}.$$

Визначаємо  $n_{\text{Т.В.}}$  – теоретична кількість вертикальних заземлювачів без врахування коефіцієнта використання  $\eta_{\text{В.В.}}$ , тобто  $\eta_{\text{В.В.}} = 1$ :

$$n_{\hat{O}\hat{A}} = \frac{R_{\hat{A}}}{R_{\hat{A}} \cdot \eta_{\hat{A}\hat{A}}}, \quad (8.5)$$

де  $R_{\text{д.}}$  – допустимий опір (Ом);

$$n_{т.в.} = \frac{71,5}{4 \cdot 1} \approx 18 \text{ (шт.)}$$

Визначаємо [3]  $\eta_{в.в.}$  - коефіцієнт використання вертикальних заземлювачів при розташуванні їх за чотирикутним контуром при числі заземлювачів  $n_{т.в.}=18$  та при відношенні  $\frac{L_{\hat{A}}}{l_{\hat{A}}}=1$ ;  $\eta_{в.в.}=0,47$ .

Визначаємо  $n_{н.в.}$  - необхідна кількість вертикальних однакових заземлювачів з врахуванням коефіцієнта використання:

$$n_{і.\hat{A}} = \frac{R_{\hat{A}}}{R_{\hat{A}} \cdot \eta_{\hat{A}\hat{A}}}, \quad (8.6)$$

$$n_{і.\hat{A}} = \frac{71,5}{4 \cdot 0,47} \approx 39 \text{ (шт.)}.$$

Визначаємо  $R_{розр.в.}$  - розрахунковий опір розтіканню струму у вертикальних заземлювачах при  $n_{н.в.}=39$  без врахування з'єднувальної труби:

$$R_{ді\ \Phi\hat{A}} = \frac{R_{\hat{A}}}{n_{і.\hat{A}} \cdot \eta_{\hat{A}\hat{A}}}, \quad (8.7)$$

$$R_{ді\ \Phi\hat{A}} = \frac{71,5}{39 \cdot 0,47} = 3,9 \text{ (Ом)}.$$

Визначаємо  $L_{в.}$  - відстань між вертикальними заземлювачами. Із співвідношення  $\frac{L_{\hat{A}}}{l_{\hat{A}}}=1$ :

$$L_{в.} = 1 \cdot l_{в.}, \quad (8.8)$$

$$L_{в.} = 1 \cdot 5 = 5 \text{ (м)}.$$

Визначаємо  $L_{г.}$  - довжину горизонтального заземлювача:

$$L_{г.} = 1,05 \cdot L_{в.} \cdot (n_{н.в.} - 1), \quad (8.9)$$

$$L_{г.} = 1,05 \cdot 5 \cdot (39 - 1) = 199,5 \text{ (м)}.$$



Визначаємо  $R_{\Gamma}$  – опір розтіканню струму в горизонтальному заземлювачі:

$$R_{\bar{A}} = \frac{\rho_{\bar{A}} \cdot \Phi_{\bar{A}}}{2\pi L_{\bar{A}}} \ln \frac{L_{\bar{A}}^2}{d_{\bar{A}} t}, \quad (8.10)$$

$$R_{\bar{A}} = \frac{360}{2 \cdot 3,14 \cdot 199,5} \ln \frac{199,5^2}{0,04 \cdot 3,5} = 3,6 \text{ (Ом)}.$$

Визначаємо  $\eta_{\text{в.г.}}$  - коефіцієнт використання горизонтального заземлювача при розташуванні вертикальних заземлювачів за чотирикутним контуром при відношенні  $\frac{L_{\text{в.г.}}}{l_{\text{в.г.}}} = 1$  та необхідній кількості вертикальних заземлювачів  $n_{\text{в.г.}} = 39$ .

За таблицею [3] приймаю  $\eta_{\text{в.г.}} = 0,22$ .

Визначаємо  $R_{\text{розр.г.}}$  – розрахунковий опір розтіканню струму в горизонтальному заземлювачі при числі електродів  $n_{\Gamma} = 1$ :

$$R_{\bar{A} \cdot \Phi_{\bar{A}}} = \frac{R_{\bar{A}}}{n_{\bar{A}} \cdot \eta_{\bar{A} \cdot \bar{A}}}, \quad (8.11)$$

$$R_{\text{розр.г.}} = \frac{3,6}{1 \cdot 0,22} = 16,4 \text{ (Ом)}.$$

Визначаємо  $R_{\text{розр.в.г.}}$  – розрахунковий теоретичний опір розтіканню струму у вертикальних та горизонтальних заземлювачах:

$$R_{\text{розр.в.г.}} = \frac{R_{\text{розр.в.}} \cdot R_{\text{розр.г.}}}{R_{\text{розр.в.}} + R_{\text{розр.г.}}}, \quad (8.12)$$

$$R_{\text{розр.в.г.}} = \frac{3,9 \cdot 16,4}{3,9 + 16,4} = 3,2 \text{ (Ом)}.$$

Вибираємо матеріал та поперечний перетин з'єднувальних провідників. Вибираємо голі мідні  $S_{\text{м.}} = 4 \text{ мм}^2$  провідники.

Вибираємо матеріал та поперечний перетин магістральної шини. Приймаємо сталеву шину товщиною  $\delta_{\text{с.}} = 4 \text{ мм}$  і перетином  $\sigma = 100 \text{ мм}^2$ .

Приводяться схеми розміщення заземлювачів (рис. 8.1 і 8.2).

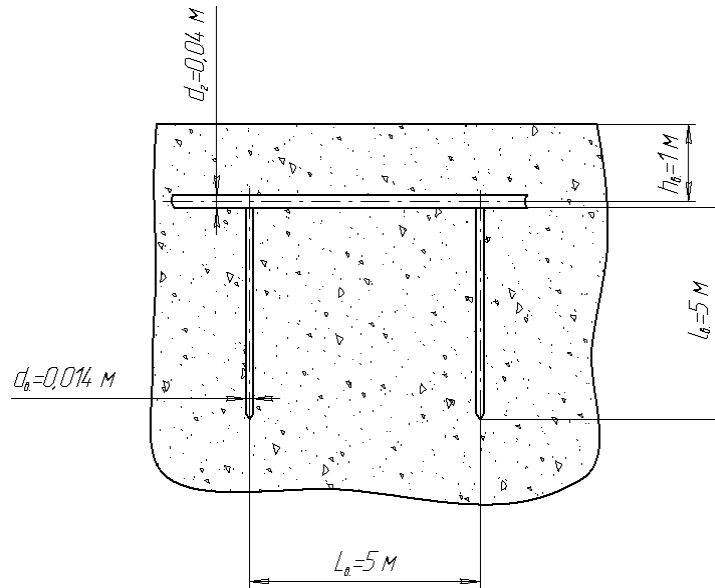


Рис.8.1. Вертикальна схема заземлення.

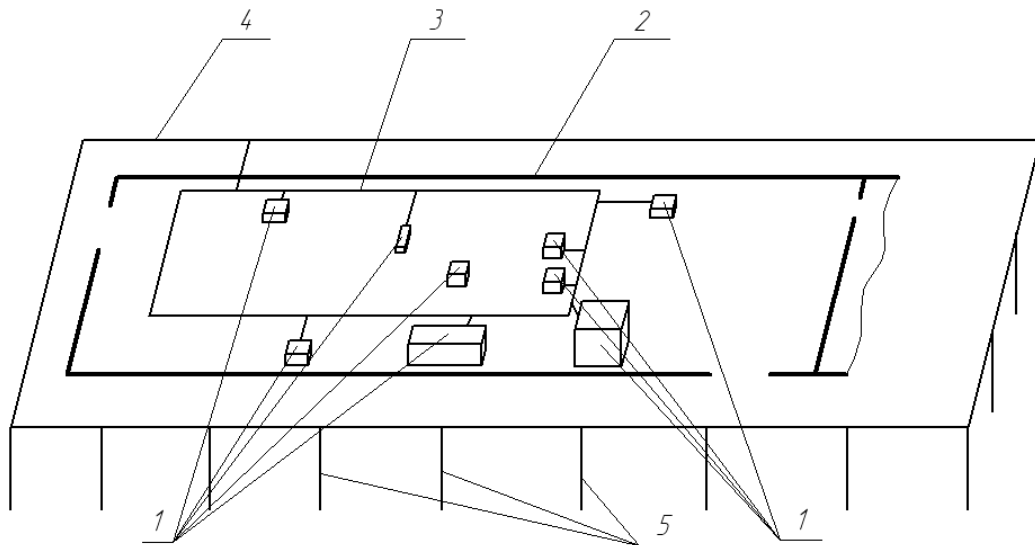


Рис.8.2. Горизонтальна схема заземлення.

1 – обладнання, що заземлюється; 2 – діляниця; 3 – внутрішній контур;  
4 – зовнішня з'єднувальна полоса; 5 – вертикальні заземлювачі.

### 8.3 Оцінка стійкості об'єкту до дії проникаючої радіації і радіоактивного зараження

Радіоактивне випромінювання, яке утворилось безпосередньо при ядерному вибуху, називається проникаючою радіацією.

Проникаюча радіація являє собою потік гама-променів і нейтронів із зони ядерного вибуху. Джерелами проникаючої радіації є ланцюгова реакція і розпад радіоактивних продуктів, які утворились в результаті ядерної реакції. Час дії проникаючої радіації не перевищує 10-15 с з моменту вибуху.

Її дія на виробничу діяльність механічної дільниці проявляється через дію, головним чином на людей, а також на матеріали і пристрої, які чутливі до радіації.

Ураження людей проникаючою радіацією залежить від дози радіації. загальна доза проникаючої радіації визначається сумою норми гама-променів і дози нейтронів.

Доза радіації залежить від густини повітря. Густина повітря літом буде менша ніж взимку. Тому літом доза проникаючої радіації буде більша, ніж зимою на одному ж тому відрізку від центра вибуху.

В залежності від отриманої людиною дози радіації розрізняють чотири степені променевої хвороби: легка, середня, важка, особливо важка.

Ефективність захисту від радіації характеризується коефіцієнтом послаблення радіації  $K_{\text{noc}}$  який показує в скільки разів дана перешкода послаблює радіацію, і його визначаємо за формулою:

$$K_{\text{noc}} = 2^{\frac{h}{a}}; K \quad (8.13)$$

де  $h$  – товщина захисної перешкоди, см;

$a$  – шар половинного послаблення, см;

для проникаючої радіації на матеріали і обладнання механічної дільниці залежить в основному від виду випромінювання, дози радіації, природи опроміненої речовини, умов оточуючого середовища.

Найбільша дія проникаючої радіації виявляється на електрообладнанні, в тому числі на обчислювальні машини і оптичні прилади і т.д.

При опроміненні потоком нейтронів в радіодеталях відбуваються незворотні процеси і апаратура виходить з ладу.

Найбільше піддаються дії проникаючої радіації напівпровідникові пристрої. Особливо небезпечне для техніки нейтронне випромінювання. Нейтрони проникають в середину у кристалічні решітки напівпровідників і утворюють домішки.

Із конденсаторів найбільш чутливі (до дії проникаючої радіації) електролітичні і їм подібні.

Електровакуумні пристрої також чутливі до дії радіації, особливо телевізійні передаючі трубки і фотоелементи.

Під дією гамма-випромінювання погіршується діелектрична проникність середовища.

Радіоелектронна апаратура і елементи електронної техніки можуть виходити з ладу при потоковій нейтронів  $10^{13}$  Н/см<sup>3</sup>, потужності дози гама-променів  $10^7$  Р/с.

## 9 ЕКОЛОГІЯ

### 9.1 Джерела екологічної кризи сучасності

Першоджерелом і першопричиною бурхливого розвитку глобальної екологічної кризи є, як вважають експерти, демографічний вибух, що, незважаючи на колосальні екологічні резерви біосфери, супроводжується скороченням природних ресурсів, нагромадженням величезної кількості відходів, забрудненням довкілля, хворобами, голодом, вимиранням.

До недавнього часу розвиток людського суспільства і самоочищення навколишнього природного середовища від техногенних забруднень перебували в динамічній екологічній рівновазі. Проте останніми роками інтенсивне зростання населення планети та зменшення термінів, необхідних для збільшення населення планети на 1 мільярд, поряд з іншими чинниками, призвели до різних негативних наслідків, з якими біосфера впоратися не здатна. Так, згідно з підрахунками фахівців, для збільшення населення нашої планети на перший мільярд знадобилося близько 1млн. років, тоді як для другого – всього 75 років (1925 р.). Протягом ХХ століття населення планети збільшилось у 4 рази, і зараз становить понад 6 млрд. чол. Вирубубання лісів, ерозія ґрунтів, катастрофічне забруднення біосфери невинно супроводжуватимуться вимиранням та зникненням багатьох видів рослин і тварин. А інакше бути не може, оскільки згідно з законом константності біосфери В.Вернадського, кількість живої речовини в біосфері є постійною величиною і при збільшенні чисельності одного виду (тобто, в даному випадку – людей) зменшуватиметься чисельність інших видів).

Природа переживає вплив суспільства за такими напрямками:

використання компонентів навколишнього середовища як ресурсної бази виробництва;

вплив виробничої діяльності людей на навколишнє середовище;

демографічний тиск на природу (збільшення кількості населення, урбанізація, сільськогосподарське використання земель).

Основними джерелами антропогенного забруднення середовища є:

виробники енергії (ТЕС, АЕС, ГРЕС, сотні тисяч котельних);  
 гірничо-видобувні та помислові об'єкти (в першу чергу металургійні, хімічні, нафтопереробні, цементні і целюлозо-паперові);  
 екстенсивне, перехімізоване сільське господарство;  
 військова промисловість і військові об'єкти;  
 автомобільний та інші види транспорту (морський, річковий, залізничний, повітряний).

Вони забруднюють довкілля токсичними речовинами, шкідливими фізичними полями, шумами, вібраціями, надмірним теплом. З розвитком хімії, металургії, енергетики і машинобудування світові почали загрозувати відходи, що містять важкі метали, нітрати, радіонукліди, нафтопродукти, пестициди, синтетичні пральні порошки та інші шкідливі речовини, що не засвоюються мікроорганізмами, не розкладаються, а накопичуються у ґрунтах, водоймах та підземних водах.

## 9.2 Характеристика сучасної екологічної ситуації в Україні

За природними умовами Україна є однією з найбагатших країн світу. Загальна площа України становить 603 628 км<sup>2</sup>, що становить 5,7 % території Європи і 0,44 % території світу. Близько 95% її території – рівнинна частина, а решта 5%. – це гірські системи Карпат та Криму. Ліси займають 19% її території.

За різноманітністю і багатством мінерально-сировинної бази Україна може забезпечити збалансований розвиток базових галузей промисловості і агропромислового комплексу. Україна виробляє близько 5% світового обсягу мінеральної сировини. На її території розвідано близько 8 тис. родовищ майже 90 видів корисних копалин. Потребують промислового освоєння такі види мінеральної сировини, як золото, рідкісні метали (літій, скандій та ін.), алуніти, флюорити, апатити, фосфорити, цеоліти. Багато родовищ залягають у вигідних географічних і еколого-економічних умовах, що підвищує їхню цінність.

Недосконалі технології видобування та переробки мінеральної сировини, незадовільне вирішення питання комплексного освоєння родовищ призводить

до того, що в надрах залишається і втрачається: розвіданих запасів нафти – 70%, солей – 50%, вугілля – 40%, металів – 25%. Відходи видобутку і переробки корисних копалин майже не використовуються у народному господарстві і займають при цьому десятки тисяч гектарів сільськогосподарських угідь, ускладнюючи екологічну ситуацію.

Україна з її багаторічною енергетично-сировинною спеціалізацією та низьким технологічним рівнем промисловості належить до числа країн з найвищими абсолютними обсягами утворення та накопичення відходів. Щороку в поверхневих сховищах складається понад 1,5 млрд. т твердих відходів. У різних звалищах, шламосховищах, відвалах і териконах нагромаджено понад 20 млрд. т відходів, які займають близько 130 тис. га земель. Значна кількість відходів (до 90 %) утворюється на підприємствах гірничовидобувної промисловості під час розробки родовищ та збагачення корисних копалин. На сьогодні утилізують лише третину загальної кількості відходів. При цьому частка вторинної сировини в загальному споживанні ресурсів не перевищує 15 %.

Така картина є також результатом того, що фінансування природоохоронних заходів здійснювалось за залишковим принципом. Внаслідок цього її економіка перенасичена хімічними, металургійними та гірничорудними виробництвами із застарілими технологіями і значним руйнівним впливом на навколишнє середовище.

Деформована галузева структура виробництва спричинила деформовану його територіальну організацію. Виникли гігантські центри надмірного зосередження промисловості, що характеризуються високим антропогенним впливом на природне середовище. Це насамперед Донбас і Придніпров'я – найбільш забруднені регіони в Європі. В цьому регіоні, а він займає 18% території з 28% населення України, виробляється 40% загального обсягу промислової продукції.

У складному стані перебувають земельні ресурси та ґрунти України. Її земельний фонд (60,4 млн. га) характеризується високим рівнем освоєння. Розораність території становить 56% і є найвищою у світі. Для порівняння, у США цей показник становить 27%, у Франції – 42%, у ФРН – 33%. В

середньому на одного жителя України припадає 0,81 га сільськогосподарських угідь і 0,65 га ріллі. Тільки 8% території країни перебуває в природному стані. Це болота, озера та гірські масиви, покриті і непокриті лісом. В Україні всі придатні для інтенсивного землекористування території вже задіяні у різних сферах господарської діяльності.

Одночасно мають місце значні втрати угідь і відведення земель для несільськогосподарських потреб. Упродовж останніх десяти років для державних і громадських потреб відведено понад 360 тис. га земель, в тому числі майже 120 тис. га сільськогосподарських угідь.

Внаслідок екстенсивного розвитку сільського і лісового господарства, водних і хімічних меліорацій відбувається інтенсивний розвиток ерозійних процесів, ущільнення орного шару ґрунту, зниження його родючості, ослаблення стійкості природних ландшафтів України. Стан ґрунтів у цілому досяг критичного і перебуває на грані виснаження. Це зумовлено тривалим екстенсивним використанням земельних угідь, і особливо ріллі, що не компенсувалося рівнозначними заходами з відтворення родючості ґрунтів.

Внаслідок нераціонального застосування засобів хімізації сільського господарства в ґрунтах накопичуються залишки мінеральних добрив і пестицидів. Щороку використовується понад 4 млн. т мінеральних добрив, що в перерахунку на душу населення становить майже 85 кг.

Велике занепокоєння викликає стан водних ресурсів та способи їхнього використання. Поверхневі води України належать здебільшого до дуже забруднених. Найбільш забруднені ріки – Дніпро, Сіверський Донець і ріки Приазов'я. Чорне море, відоме своїми рибними багатствами, за останні тридцять років перетворилося на стічну яму для Європи. До основних забруднювальних речовин належать нафтопродукти, феноли, сполуки фосфору, азоту, ртуті, важких металів тощо. Безкиснева зона, яка у 70-х роках минулого століття займала площу 3,5 тис. км<sup>2</sup>, нині розширилась до 50 тис. км<sup>2</sup>, що становить понад 10 % усієї акваторії Чорного моря. З 26 видів риб, які виловлювали рибалки в 60-ті роки, залишилось лише 5.

Основними причинами, що зумовили сучасний кризовий стан довкілля в Україні, є:



застарілі технології виробництва з високою енерго- та матеріаломісткістю, що перевищують у два-три рази відповідні показники в розвинених країнах;

високий рівень концентрації промислових об'єктів у деяких регіонах;

відсутність ефективних природоохоронних технологій (зворотних систем водозабезпечення, очисних споруд тощо), незадовільний рівень експлуатації існуючих природоохоронних споруд;

відсутність ефективного правового й економічного механізмів, які сприяли б використанню екологічно безпечних технологічних процесів.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ЩОДО МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ

Описаний технологічний процес діагностування і ремонту гідропідсилювача рульового керування автомобіля КамАЗ. Впровадження вищезгаданого технологічного процесу дасть можливість швидко, якісно і без значних капітальних витрат проводити ремонт рульового керування, купивши при цьому тільки два спеціалізованих прилади, сумарною вартістю 1210 грн.

Запропоновано виготовити універсальний знімач, застосування якого значно полегшує проведення демонтажу деталей, які встановлені на валах з допомогою посадок з натягом чи перехідних посадок.

Представлено проект дільниці для ремонту гідро підсилювача 53212-3400020 рульового керування автомобіля Камаз 5511.

Проведено дослідження параметрів рульового керування на гальмівні характеристики легкових автомобілів.

**БІБЛОГРАФІЯ**

1. О.Л. Ляшук, Б.М. Гевко, І.Б. Гевко, Ю.І. Пиндус, В.М. Клендій, П.В. Босюк. Методичний посібник з виконання магістерської роботи за освітньо-кваліфікаційним рівнем «бакалавр» галузі знань 27 «Транспорт» спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» – Тернопіль: Видавництво ТНТУ, 2016. – 71 с.

2. Автомобили КамАЗ / под общей редакцией Л.Р. Пергамента. Составители: Мартынова Р.А., Трынов В.А., Прокопьев В.С., М., "Недра", 1981р.

3. Барун В.Н., Азматов Р.А., Трынов В.А., Ахтареев Р.М. и др. Автомобили КамАЗ / М., "Транспорт", 1984р.

4. Жидецький В.Ц., Джигирей В.С., Сторожук В.М. та ін. Практикум із охорони праці. Навчальний посібник / За ред. канд. техн. наук, доцента В.Ц. Жидецького. – Львів, Афіша, 2000 – 352 с.

5. Бергер И.И. Справочник молодого токаря / 2-е изд. перераб. и доп. / Минск: Вышэйшая школа 1987, 366с.

6. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів / К.: Знання-Прес, 2003.

7. Павлище В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин. / Львів: Афіша, 2003, 557с.

8. Кухарський О.М., Кузьмін М.І. Визначення припусків табличним методом / Тернопіль: Видавництво ТДТУ, 2004, 135с.

9. Нормы расходов материалов и инструментов на ремонт и эксплуатацию грузовых автомобилей. – М.: Транспорт, 1988;

10. Суханов Б.Н., Борзых И.О., Бедарев Ю.Ф. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей (пособие по курсовому и дипломному проектированию), М.: Транспорт, 1985.