

**Міністерство освіти і науки України**  
**Відокремлений структурний підрозділ «Тернопільський фаховий коледж**  
**Тернопільського національного технічного університету імені Івана**  
**Пулюя»**

---

**Відділення транспорту та інженерної механіки**

(повна назва відділення)

**Циклова комісія автомобільного транспорту**

(повна назва циклової комісії)

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**  
**до кваліфікаційної роботи бакалавра**

**перший (бакалаврський)**

(рівень вищої освіти)

на тему: **Підвищення ефективності технологічного процесу технічного**  
**обслуговування і ремонту карданної передачі**  
**автомобіля DAF XF105t**

---

Виконав студент: **II** курсу, групи **АТб-605**

напряму підготовки (спеціальності)

**274 Автомобільний транспорт**

**Автомобільний транспорт**

(освітньо-професійна програма)

**Маруняк Т.П.**

(прізвище та ініціали)

Керівник

**Дутка Я.Д.**

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(прізвище та ініціали)

**ВІДОКРЕМЛЕНИЙ СТРУКТУРНИЙ ПІДРОЗДІЛ  
«ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ  
ТЕРНОПІЛЬСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ  
імені ІВАНА ПУЛЮЯ»**

Відділення транспорт та інженерної механіки  
Циклова комісія автомобільного транспорту  
Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)  
Кваліфікація: бакалавр з автомобільного транспорту  
Галузь знань: 27 Транспорт  
Спеціальність: 274 Автомобільний транспорт  
Освітньо-професійна програма: Автомобільний транспорт

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Голова циклової комісії  
автомобільного транспорту  
\_\_\_\_\_ Микола ВЕНГЕР  
«25» квітня 2025 року

**З А В Д А Н Н Я № 11**

**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА**

**ГРУПА АТ6-605**

\_\_\_\_\_ Маруняка Тараса Павловича \_\_\_\_\_

1. Тема проекту: Підвищення ефективності технологічного процесу технічного обслуговування і ремонту карданної передачі автомобіля DAF XF105.

Керівник проекту: інженер з гарантійного обслуговування ТОВ «Кристал Моторс» Дутка Я.Д.

Затверджені наказом ВСП «Тернопільський фаховий коледж ТНТУ імені Івана Пулюя» від 22.04.2025р. №4/9-199.

2. Строк подання студентом проекту: «23» червня 2025 року.

3. Вихідні дані до проекту: Технічні характеристики карданної передачі. Типові ознаки несправності карданної передачі. ТП діагностики та ТО карданної передачі. Розрахунок виробничої програми підприємства. Аналіз технологічного забезпечення ремонтної зони підприємства. Технічні характеристики ремонтного обладнання та оснастки.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити): Загально-технічний розділ. Технологічний розділ. Конструкторський розділ. Охорона праці та безпека життєдіяльності.

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

1. План агрегатної дільниці (ф-А1).

2. Вал карданний автомобіля DAF XF105 (ЗВ)(ф-А1).

3. Схема ТП на дільниці. Робочі креслення деталей карданного валу (разом ф-А1).

4. Пристосування для кріплення хрестовини при шліфуванні центрів (СК)(ф-А1).
5. Пристрій для кріплення вилки карданного вала (СК). Робочі креслення деталей пристрою (разом ф-А1).
6. Операційна карта на розбирання карданної передачі (ф-А1).

#### 6. Консультанти розділів проекту

| Розділ                                   | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата   |                  |
|------------------------------------------|-------------------------------------------|----------------|------------------|
|                                          |                                           | завдання видав | завдання прийняв |
| Охорона праці та безпека життєдіяльності |                                           |                |                  |

7. Дата видачі завдання «25» квітня 2025р.

#### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів кваліфікаційної роботи                         | Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи | Примітка |
|-------|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------|
| 1.    | Загально-технічний розділ                                   | 02.05.2025                                    |          |
| 2.    | Технологічний розділ                                        | 14.05.2025                                    |          |
| 3.    | Конструкторський розділ                                     | 23.05.2025                                    |          |
| 4.    | Охорона праці та безпека життєдіяльності                    | 06.06.2025                                    |          |
| 5.    | Розробка графічної частини кваліфікаційної роботи бакалавра | 17.06.2025                                    |          |
| 6.    | Представлення кваліфікаційної роботи бакалавра до захисту   | 23.06.2025                                    |          |

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис)

Керівник роботи \_\_\_\_\_  
(підпис)

Тарас МАРУНЯК  
(ім'я та прізвище)

Яків ДУТКА  
(ім'я та прізвище)

## АНОТАЦІЯ

Маруняк Т.П. Підвищення ефективності технологічного процесу технічного обслуговування і ремонту карданної передачі автомобіля DAF XF105: кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавра за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт». Тернопіль: ВСП «ТФК ТНТУ», 2025. 70с.

Кваліфікаційна робота присвячена підвищенню ефективності технологічного процесу технічного обслуговування і ремонту карданної передачі автомобіля.

Для досягнення поставленої мети вирішено поставлені задачі та описано технологічний процес зняття карданного вала з автомобіля, технологічний процес розбирання карданного вала, можливі несправності карданної передачі та методи їх усунення, дефектування деталей карданної передачі і пропозиції щодо способів усунення дефектів. Розроблено технологічний процес складання і балансування карданного валу, технологію встановлення карданного вала на автомобіль, розроблено технологічний процес ремонту проміжної опори карданної передачі автомобілів DAF-XF105. Описано можливі дефекти деталей карданних передач, причини їх виникнення і способи усунення, критерії граничного стану карданної передачі. Проведено аналіз початкових даних і порядок проектування пристосування, розрахунок рентабельності застосування пристосувань, будови, принципу дії і застосування пристосування, проектний розрахунок з'єднання гвинт-гайка.

Ключові слова: карданна передача, технологічний процес ремонту карданної передачі, операція, ремонт карданної передачі, форма організації виробництва, технічне обслуговування карданної передачі, діагностика карданної передачі.

## ANNOTATION

Marunyak TP Improving the efficiency of technological process of maintenance and repair of cardan transmission of the DAF XF105 car: qualification work for the bachelor's degree in the specialty 274 Motor Vehicle Transport. Ternopil: Separate Structural Subdivision "Ternopil Professional College of Ternopil Ivan Puluj National Technical University", 2025. 70 p.

Qualification work is devoted to improving the efficiency of the technological process of maintenance and repair of the cardan transmission of the car.

To achieve this goal, the tasks were solved and the technological process of removing the cardan shaft from the car, the technological process of disassembling the cardan shaft, possible malfunctions of the cardan transmission and methods of their elimination, defecting of cardan transmission parts and proposals regarding ways of elimination of defects. The technological process of assembling and balancing the cardan shaft, the technology of installation of a cardan shaft on the car, a technological process of repair of the intermediate support of the cardan transmission of cars DAF-XF105 was developed. Possible defects of cardan transmissions, causes of their occurrence and methods of elimination, criteria for the marginal state of the cardan transmission are described. The analysis of initial data and the order of design of the device, the calculation of profitability of the use of devices, structure, principle of action and application of the device, project calculation of the connection of the screw-nut.

Keywords: cardan transmission, technological process of repair of cardan transmission, operation, repair of cardan transmission, form of production organization, maintenance of cardan transmission, diagnostics of cardan transmission.

## ЗМІСТ

|                                                                                       |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>ВСТУП.....</b>                                                                     | <b>7</b>  |
| <b>1 ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ.....</b>                                                        | <b>8</b>  |
| 1.1 Характеристика автомобіля DAF-XF105.....                                          | 8         |
| 1.2 Продуктивні методи праці, обладнання, інструмент та пристрої.....                 | 9         |
| 1.3 Обґрунтування теми кваліфікаційної роботи.....                                    | 10        |
| 1.4 Будова і принцип роботи карданної передачі.....                                   | 10        |
| 1.5 Технічна характеристика хрестовини.....                                           | 13        |
| 1.6 Технічне обслуговування карданної передачі.....                                   | 14        |
| 1.7 Аналіз причин зношування відновлюваної деталі.....                                | 14        |
| 1.8 Вплив зносу хрестовини на роботу карданної передачі .....                         | 15        |
| <b>2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....</b>                                                    | <b>17</b> |
| 2.1 Характеристика агрегатного відділення.....                                        | 17        |
| 2.2 Діагностування карданної передачі.....                                            | 18        |
| 2.3 Розбирання карданної передачі.....                                                | 19        |
| 2.4 Технічні умови на дефектування деталі.....                                        | 23        |
| 2.5 Вибір методу відновлення деталі.....                                              | 25        |
| 2.6 Характеристика вибраного методу відновлення.....                                  | 29        |
| 2.7 Вибір установочних баз при виконанні технологічних операцій.....                  | 31        |
| 2.8 Розробка структурної послідовності технологічного процесу відновлення деталі..... | 31        |
| 2.9 Розрахунок припусків на механічну обробку.....                                    | 32        |
| 2.10 Розрахунок та вибір режимів виконання технологічних операцій...                  | 33        |
| 2.11 Складання карданної передачі.....                                                | 39        |
| 2.12 Організація роботи агрегатної дільниці .....                                     | 44        |

|           |      |             |        |      |                                                                                                                            |  |  |  |  |      |  |      |         |    |
|-----------|------|-------------|--------|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|------|--|------|---------|----|
|           |      |             |        |      | КРБ.605.11.00.00.000ПЗ                                                                                                     |  |  |  |  |      |  |      |         |    |
| Змн.      | Арк. | № докум.    | Підпис | Дата | Підвищення ефективності технологічного процесу технічного обслуговування і ремонту карданної передачі автомобіля DAF XF105 |  |  |  |  | Літ. |  | Арк. | Аркушів |    |
| Розроб.   |      | Маруняк Т.П |        |      |                                                                                                                            |  |  |  |  |      |  |      | 5       | 76 |
| Перевір.  |      | Дутка Я.Д.  |        |      |                                                                                                                            |  |  |  |  |      |  |      |         |    |
| Реценз.   |      |             |        |      |                                                                                                                            |  |  |  |  |      |  |      |         |    |
| Н. Контр. |      |             |        |      |                                                                                                                            |  |  |  |  |      |  |      |         |    |
| Затверд.  |      |             |        |      |                                                                                                                            |  |  |  |  |      |  |      |         |    |
|           |      |             |        |      | ВСП «ТФК ТНТУ» АТб-605                                                                                                     |  |  |  |  |      |  |      |         |    |

|                                                                                         |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ.....</b>                                                   | <b>47</b> |
| 3.1 Початкові дані і порядок проектування пристосування.....                            | 47        |
| 3.2 Розрахунок рентабельності застосування пристосувань.....                            | 49        |
| 3.3 Будова, принцип дії і застосування пристосування.....                               | 51        |
| 3.4 Проектний розрахунок з'єднання гвинт-гайка.....                                     | 52        |
| 3.5 Розрахунок деталей пристрою на міцність.....                                        | 53        |
| <b>4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ.....</b>                                  | <b>56</b> |
| 4.1 Характеристика ділянки з точки зору охорони праці і техніки безпеки на ділянці..... | 56        |
| 4.2 Протипожежна безпека ділянки.....                                                   | 62        |
| 4.3 Розрахунок захисного заземлення.....                                                | 63        |
| <b>ВИСНОВОК.....</b>                                                                    | <b>68</b> |
| <b>ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....</b>                                                            | <b>69</b> |
| <b>ДОДАТКИ .....</b>                                                                    | <b>71</b> |

## ВСТУП

У задоволенні постійно зростаючих потреб народного господарства нашої країни в перевезеннях пасажирів і вантажів автомобільний транспорт займає провідне місце.

Рішення завдань з подальшого розвитку автомобільного транспорту забезпечується постійним збільшенням виробництва автомобілів. Одним з резервів збільшення автомобільного парку країни є ремонт автомобілів, тому його розвитку і вдосконаленню в нашій країні приділяється велика увага.

В процесі експлуатації автомобіля його надійність і інші властивості поступово знижуються внаслідок зношування деталей, а також корозії і втоми матеріалу, з якого вони виготовлені. У автомобілі з'являються різні несправності, які усуваються при технічному обслуговуванні і ремонті [3, ст.8].

При тривалій експлуатації автомобілі досягають такого стану, коли витрати засобів і праці, пов'язані з підтримкою їх в працездатному стані в умовах автотранспортних підприємств, стають більшими за прибуток, який вони приносять в експлуатації. Такий технічний стан автомобілів вважається граничним і вони направляються в капітальний ремонт на авторемонтні підприємства [4, ст.89].

Завдання капітального ремонту полягає в тому, щоб з найменшими витратами відновити втрачену автомобілями працездатність.

Істотне значення для вирішення проблеми управління технічним станом автомобіля має планово-запобіжна система ТО і ремонту рухомого складу, що регламентує режими і інші нормативи за його утриманням в технічно справному стані [5, ст.8].

Важливим елементом вирішення проблеми управління технічним станом автомобілів і іншого спеціалізованого обладнання є вдосконалення технологічних процесів і організації проведення ТО і ремонту автомобілів і обладнання. [7, ст.8].

|      |      |          |        |      |                        |      |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|      |      |          |        |      | КРБ.605.11.00.00.000ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                        | 7    |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        |      |

# 1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

## 1.1 Характеристика автомобіля DAF-XF105



Рисунок 1.1 - Автомобіль DAF-XF105

Поява в 2005 році серії XF105 з новим двигуном було викликано необхідністю створення нової флагманської вантажівки, що відповідає вимогам норм Євро-4/Євро-5. Ця найбільш сучасна і дорога серія, таким чином, не замінює вантажівки XF95, які будуть випускатися для країн, де продовжують діяти норми Євро-3. [12]

Шасі серії XF105 випускаються повною масою 18 (колісна формула 4x2), 24,9 (6x2), 25,087 (6x2), 25,7 (6x2), 26 (6x2) і 32 т (8x4). Колісна база становить від 4,2 до 6,9 м. [12]

Сідельні тягачі мають колісну формулу 4x2 (повна маса - 18 т, у складі автопоїзда - 40 т), 6x2 (від 23 до 26 т, у складі автопоїзда - 44 т), 6x4 (26 т, у складі автопоїзда - 60 т) і 8x4 (36 т, у складі автопоїзда - 58 т). Колісна база у двовісних сідельних тягачів дорівнює 3,6 м, у тривісних - від 3,1 до 4,55 м, у чотиривісних - 4,8 м. Тягачі з низьким розташуванням опорноцепного пристрою (96 см) можуть перевозити в складі автопоїзда, висота якого не перевищує 3 м, вантаж об'ємом до 100 м<sup>3</sup>. [12]

## 1.2 Продуктивні методи праці, обладнання, інструмент та пристрої

|      |      |          |        |      |                        |      |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|      |      |          |        |      | КРБ.605.11.00.00.000ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        | 8    |

В сучасних умовах до складу продуктивних сил включають науку, форми і методи організації праці. Окремим елементом продуктивних сил стає інформація. Отже, сучасні продуктивні сили - це складна система, що включає матеріальні й духовні (за складом), об'єктивні й суб'єктивні (за характером відтворення і специфікою функцій), суспільні й природні елементи. В процесі історичного розвитку їх склад у цілому, як і окремі елементи, постійно збагачується, наповнюється якісно новим змістом. На ранніх етапах розвитку капіталізму потреби праці задовольняли робітники з низьким рівнем освіти і кваліфікації. Нині робітники, як правило, мають високий рівень освіти (середню загальну або середню спеціальну), кваліфікації. Сучасний етап автоматизації виробництва вимагає не лише більшого залучення фізичних і розумових здібностей робочої сили, а й творчих обдарувань особистості, її організаторських здібностей, духовних компонентів. [12]

Продуктивні сили - це фактори, які забезпечують перетворення речовин природи відповідно до потреб людей, створюють матеріальні й духовні блага і визначають зростання продуктивності суспільної праці. [12]

Сама людина, або робоча сила, є основною продуктивною силою суспільства. Робоча сила - це здатність людини до праці, сукупність її фізичних, інтелектуальних здібностей, набутих знань і досвіду, які використовуються у процесі виробництва матеріальних благ. Робоча сила реально існує в особі людини-працівника. Саме людина та її здатність до праці є основним елементом робочої продуктивності [3, ст.8].

Уперше працю назвав об'єктом купівлі-продажу У. Петті. Відповідно до цього заробітну плату він розглядав як ціну праці, а її (зарплати) величина визначається необхідними для існування робітника засобами (їх мінімумом). [8, ст.8].

### 1.3 Обґрунтування теми кваліфікаційної роботи

|      |      |          |        |      |                        |      |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|      |      |          |        |      | КРБ.605.11.00.00.000ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                        | 9    |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        |      |

У процесі експлуатації автомобіля його функціональні властивості поступово погіршуються внаслідок спрацьовування, корозії, пошкодження деталей, утомленості матеріалу, з якого їх виготовлено, й т. ін. В автомобілі виникають різні несправності (дефекти), що знижують ефективність його експлуатації. Для запобігання появі дефектів і своєчасного усунення їх автомобіль піддають технічному обслуговуванню та ремонту. [13]

Карданні передачі автомобілів є зв'язуючою ланкою трансмісії з непростим доступом. Несправність карданної передачі при експлуатації матиме значні наслідки в ремонті, а тому проектом передбачаємо розробку ТП їх ТО і ремонту. [13]

Автомобілі сімейства не залежно від типу по категоріях (вантажний, бус, легковий) облаштовані карданными передачами. Залежно від типу автомобіля передачі матимуть деякі конструктивні особливості, але конструкція класична. Відповідно, технології їх ТО і ремонту будуть схожі, а незначні відмінності не принципові [13].

#### 1.4 Будова і принцип роботи карданної передачі

Карданна передача (рис. 1.1) складається з вала, фланця, шліцевої вилки та двох карданних шарнірів. Карданний вал 5 являє собою тонкостінну трубу з внутрішнім діаметром 71 мм і товщиною стінки 1 мм, в кінці якої запресовані і приварені дві вилки. У вухах вилок є співвісні отвори під підшипники хрестовини [9, ст.30].

До заднього кінця карданного вала через шарнір приєднується фланець 7 з двома вухами, центрувальним пояском, який чотирма болтами кріпиться через картонну прокладку до фланця ведучої шестерні заднього моста. Наявність картонної прокладки запобігає викиду масла у разі його підтікання з картера заднього моста по шліцах фланця ведучої шестерні.

|      |      |          |        |      |                        |      |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|      |      |          |        |      | КРБ.605.11.00.00.000ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                        | 10   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        |      |

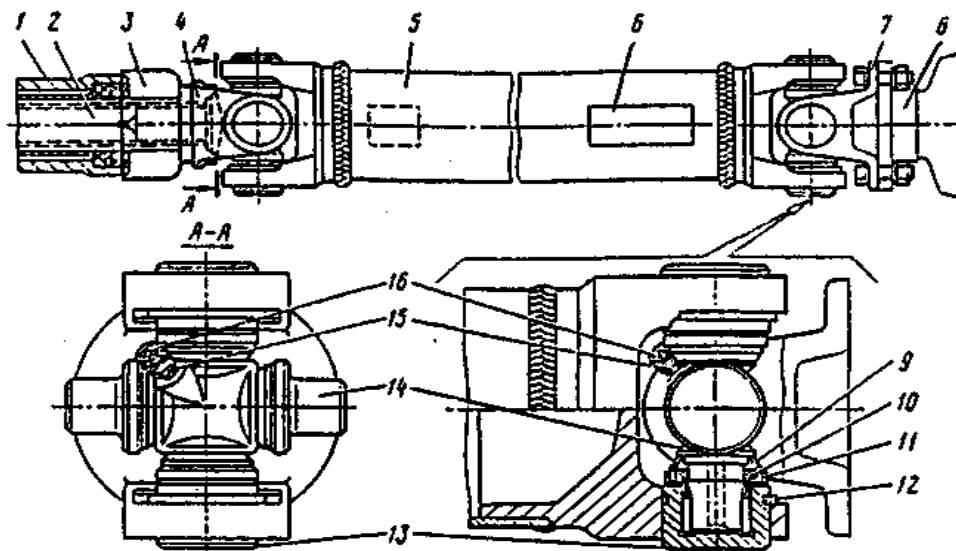


Рисунок 1.1 - Карданна передача:

1 - картер коробки передач; 2 - вторинний вал коробки передач;  
3 - брудовідбійник ковзної вилки; 4 – вилка; 5 - карданний вал;  
6 - балансувальна пластина; 7 - фланець карданного вала; 8 - фланець ведучої  
шестерні заднього моста; 9 – грязевідбійник; 10 – манжета; 11 - обойма  
манжети; 12 - стопорне кільце; 13 - корпус голчастого підшипника;  
14 – хрестовина; 15 – пресмасльонка; 16 - захисний ковпачок масльонки.

До переднього кінця карданного валу через шарнір приєднується ковзна вилка 4 з шліцевим отвором у хвостовику, закритим завальцьованою заглушкою і грязевідбійником 3. Хвостовик вставляється в сальники і втулку заднього картера коробки передач. При переміщеннях заднього моста хвостовик ковзної вилки переміщається по шліцах вторинного валу та втулки заднього картера. [13]

Карданий шарнір являє собою хрестовину 14, цапфи якої розташовуються в голчастих підшипниках, встановлених в вухах вилок. У хрестовину 14 ввернута прес-маслянка 15, через яку за наявними в хрестовині каналам на цапфах проводиться змащування голчастих підшипників і торців цапф. [13]

Корпуси 13 голчастих підшипників фіксуються в вушках стопорними кільцями 12, які при встановленій хрестовині щільно прилягають до

внутрішньої точно обробленої поверхні вух. Оскільки зазор між торцями хрестовини і днищами корпусів малий (0,03 мм макс.), хрестовина не може пересуватися вздовж підшипників і точно центрується відносно вилок. У корпусі розташовані 20 голок товщиною 2 мм і запресована штампована обойма 11 манжети. [13]

Діаметр голок підшипника і отвори для них в корпусі підібрані так, щоб голки після установки не випадали в радіальному напрямку. Для запобігання витіканню мастила з підшипника встановлена гумова манжета 10 з пружиною. Особливістю конструкції є те, що кромка манжети розташована не на утримання мастила як це зазвичай прийнято, а навпаки, що дозволяє маслу при змащуванні шарніра виходити з-під кромки при створенні великих тисків і обійтися без застосування запобіжного клапана (рис. 1.2). [13]

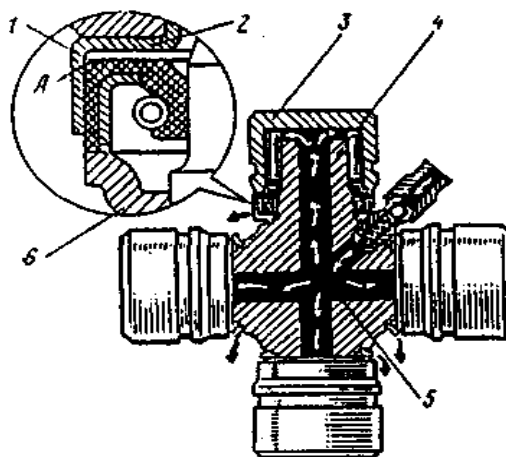


Рисунок 1.2 - Схема змащення карданного шарніра:

1 – манжета; 2 - обойми манжети; 3 - голчатий підшипник; 4 – хрестовина; 5 - масляні канали; 6 – грязевідбійник; А - фаска манжети.

Зусилля пружини, яка підтискає край манжети, підібрано таким, що забезпечує вихід повітря і надлишків мастила при її нагнітанні і підвищення тиску, а також під дією відцентрових сил, але зберігає в підшипнику необхідну для нормальної роботи кількість мастила. [13]

Для захисту манжети від попадання води, бруду і пилу служить напресованих на хрестовину грязевідбійник 6, до якого притискається торець манжети. [13]

### 1.5 Технічна характеристика хрестовини

Хрестовина карданного вала (рис. 1.3) призначена для передавання крутного моменту від ведучої до веденої карданної вилки. Деталь виготовлена гарячим штампуванням з наступною механічною обробкою з Сталі 20Х. [6]

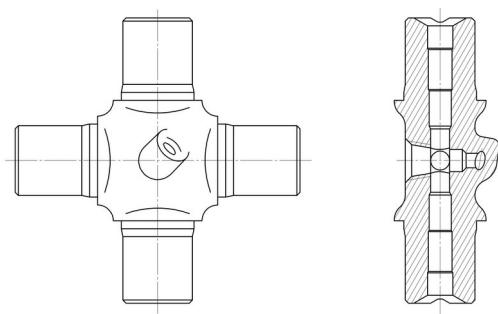


Рисунок 1.3 – Хрестовина 3102-2201030

Основними робочими поверхнями деталі є чотири взаємоперпендикулярні цапфи (шипи). До них ставляться високі вимоги точності, шорсткості та взаємного розміщення поверхонь. При виготовленні ці поверхні спочатку обробляються точінням, а потім шліфуванням. Для забезпечення достатньої твердості (HRC 57...65) шипи хрестовини спочатку цементують на глибину 1,2...1,5 мм, після чого піддають гартуванню. [13]

В кожному шипі хрестовини по осі зроблені отвори, які в центрі сполучаються спільним каналом. До цих отворів ніяких особливих вимог точності чи якості поверхні не ставиться, оскільки вони не контактують з іншими деталями. В центрі хрестовини є канал, перпендикулярний до площини деталі, в якому нарізана різьба – в ній кріпиться прес-маслянка. Періодично через неї з допомогою солідолонагнітача проводять змащування голчастих

|      |      |          |        |      |                        |      |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|      |      |          |        |      | КРБ.605.11.00.00.000ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        | 13   |

підшипників. Змазку нагнітають під тиском до тих пір, поки вона не з'явиться з-під сальників чашок хрестовини. [13]

Інші поверхні деталі є неробочими і тому додатково не обробляються. До них тільки ставляться вимоги підвищеної корозійної стійкості. [13]

### **1.6 Технічне обслуговування карданної передачі**

В процесі експлуатації слід у міру потреби проводити підтяжку гайок болтів кріплення фланця карданного вала до фланця ведучої шестерні заднього моста моментом 27 - 30 Н·м (2,7-3,0 кгс·м). [14]

Через 20 тис. км пробігу (при їзді по брудних дорогах через 10 тис. км) проводити змащування карданної передачі, добиваючись виходу мастила з-під манжет хрестовини. [14]

Змащування карданної передачі проводити мастилом ТАД-17И або „Омскойл – СуперТ”. [14]

Категорично забороняється застосовувати солідол або інші консистентні змазки, тому що вони не надходять до голок підшипників під час роботи, тверднуть в каналах хрестовини, перешкоджаючи у подальшому проході рідкого мастила [7, ст.20].

### **1.7 Аналіз причин зношування відновлюваної деталі**

Хрестовина карданного вала розміщується під днищем автомобіля і безпосередньо контактує з пилом і брудом, які викидають колеса з проїжджої частини. Такі умови роботи вимагають захисту робочих поверхонь від навколишнього середовища. Тому шарніри хрестовини обладнані гумовими манжетами. [14]

Деталь має чотири ідентичні одна одній робочі поверхні – шийки цапф. Вони працюють в парі з голчастими підшипниками. Вони утворюють досить

|      |      |          |        |      |                               |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <i>КРБ.605.11.00.00.000ПЗ</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                               | 14   |

надійне з'єднання, яке при правильній експлуатації зношується дуже повільно. Хрестовина карданного шарніра повинна суворо центруватись. Це досягається точною фіксацією стаканчиків підшипників за допомогою стопорних кілець. Наявність зазору між торцями шипів хрестовини і днищами стаканчиків неприпустимо, тому що це призводить до перемінного дисбалансу карданного вала при його обертанні. У той же час надмірне затягування стаканчиків може викликати задирки торців шипів і днища стаканчиків, а також перекошування голок. [14]

Надійність карданного шарніра визначається в першу чергу надійністю голчастих підшипників, їх ресурсом. Крім зношування можливо також втомне викришування на дотичних з голками поверхнях, що пояснюється високими контактними напруженнями. У зв'язку з цим шипи хрестовини карданного шарніра виконуються із високолегованої сталі, а робоча поверхня стаканчиків і шипів цементується. [14]

При пошкодженні захисних манжет голчастих підшипників відбувається потрапляння сторонніх речовин в зону тертя, внаслідок чого починається процес гідроабразивного зношування, який дуже швидко виводить карданний шарнір з ладу. Для уникнення цього потрібно постійно слідкувати за станом карданної передачі. [14]

### **1.8 Вплив зносу хрестовини на роботу карданної передачі**

Знос хрестовини карданної передачі в першу чергу проявляється шумом і стуком з-під днища автомобіля. При значному зносі деталей можлива підвищена вібрація змінної частоти (частота змінюється аналогічно зміні швидкості руху). [14]

В такому випадку потрібно оглянути і провести діагностування карданної передачі та інших вузлів трансмісії та ходової частини автомобіля, оскільки вище перелічені шуми і вібрації можуть бути проявами інших

|      |      |          |        |      |                               |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <i>КРБ.605.11.00.00.000ПЗ</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                               | 15   |

несправностей. Приступати до ремонту карданних шарнірів слід тільки повністю переконавшись в їх несправності. [14]

Дуже важливо вчасно виявити поломку і усунути її, оскільки експлуатація автомобіля з несправною карданною передачею неодмінно призведе до розбивання підшипників вторинного вала коробки передач хвостовика головної передачі [14].

|      |      |          |        |      |                               |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <i>КРБ.605.11.00.00.000ПЗ</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                               | 16   |

## 2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

### 2.1 Характеристика агрегатного відділення

Агрегатне відділення призначається для поточного ремонту агрегатів та вузлів, а саме ремонту і регулювання зчеплень, коробок передач, карданних валів, редукторів задніх і передніх мостів, вузлів рульового та гальмівного керування. [15]

Характерними ремонтними роботами по агрегатам, трансмісії є заміна фрекційних накладок і підшипників зчеплення, заміна шестерень і підшипників в коробці передач, заміна шестерень і підшипників в редукторі заднього моста, а також регулювання зачеплення між веденою та ведучою шестернями і регулювання натягу підшипників. Ремонт механізмів керування заключається в заміні зношених деталей, правці зігнутих рулевих тяг та інше. [15]

Технологічний процес в агрегатному відділенні має приблизно такий вигляд: агрегати і вузли поступаючи в ремонт після зовнішньої мийки поступають на розборку. Після часткового або повного розбирання агрегату, його деталі підлягають мийці, контролю, сортуванню. Деталі сортують на: придатні без ремонту, придатні з ремонтом та утіль. Потім вони поступають на верстати і стенди, де проходить складання вузлів агрегатів. Ремонт в основному проходить шляхом заміни несправних деталей новими або раніше відремонтованими. Кінцеве складання, обкатка, регулювання і доводка агрегатів проводиться на стендах. [15]

Відремонтовані агрегати і вузли повертаються на автомобіль або здаються на склад. Несправні деталі здаються на склад в обмін на нові або відремонтовані. Непотрібні деталі списуються в утіль, а ті, що потребують ремонту, направляються на спеціалізовані ремонтні підприємства або дільниці.

Схема технологічного процесу агрегатного відділення приведена на рисунку 2.1. [15]

|      |      |          |        |      |                        |      |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|      |      |          |        |      | КРБ.605.11.00.00.000ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                        | 17   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        |      |



Рисунок 2.1 – Схема технологічного процесу у ремонтному відділенні

## 2.2 Діагностування карданної передачі

Основні несправності карданних передач:

- а) послаблення кріплення фланців карданних шарнірів і проміжної опори;
- б) спрацювання шліцьової муфти, хрестовини й підшипників;

в) прогин вала. [15]

Ці несправності проявляються у ривках під час зрушування автомобіля з місця й перемикування передач, а також у шумах під час руху.

Перевірка стану рухомого шліцьового з'єднання валу: переміщення в шліцьовому з'єднанні повинне бути плавним і не мати поперечного люфта. Невеликий люфт можна виключити заміною шліцьової вилки на нову, з'єднання заповнити мастилом. У разі заклинювання шліцьового з'єднання до нерозбірного стану вал підлягає заміні. Перевірте окружний зазор в шліцьовому з'єднанні ковзаючої вилки переднього карданного валу. Гранично допустимий окружний зазор по середньому діаметру шліц 0,30 мм. [15]

Перевіряються карданні шарніри на легкість і плавність провертання вилок і на відсутність радіальних і осьових переміщень, перевірка стану карданних шарнірів на плавність обертання і наявність осьових і окружних люфтів в підшипниках хрестовин. При наявності окружного люфта хрестовина підлягає заміні. При невеликому осьовому зазорі шарнір ремонтується заміною стопорних кілець на великих по товщині. При наявності масельничок в шарніри додається мастило [9, ст.15].

### 2.3 Розбирання карданної передачі

Розбирання карданної передачі слід проводити в наступному порядку:

Нанести мітки (фарбою або керном), які визначають взаємне положення деталей (дана операція проводиться для того, щоб при складанні з'єднати деталі в тому ж положенні і зберегти балансування валів. [15]

Встановити в лещата передній карданний вал. Зняти стопорні кільця (рис. 2.2). (Перед розбиранням карданних шарнірів нанести мітки на стопорних кільцях і відповідних вилках, щоб при складанні встановити кільця на колишні місця). [15]

|      |      |          |        |      |                        |      |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|      |      |          |        |      | КРБ.605.11.00.00.000ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        | 19   |

Випресувати чашки підшипників з вилки карданного шарніра, використовуючи струбцини 67.7823.9522 (див. рис. 2.2) або виколотку з молотком. [15]

В шарнірах нової конструкції випресовувати голчасті підшипники таким чином неможливо через збільшену товщини вилки шарніра. Тому чашки підшипників слід випресовувати в наступному порядку: [15]

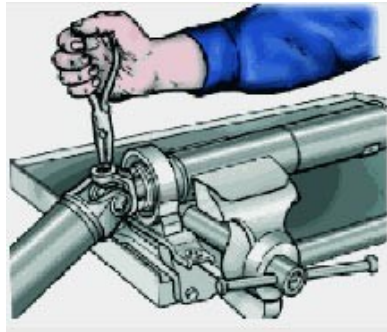


Рисунок 2.2 - Демонтаж стопорних кілець підшипників хрестовини щипцями

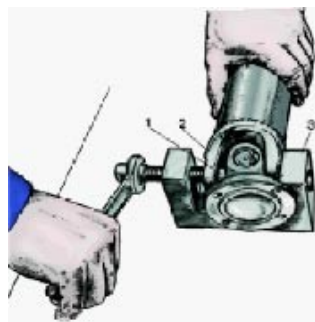


Рисунок 2.3 - Випресовування підшипників хрестовини з вилок карданного шарніра:

1 - голчастий підшипник; 2 - вилка карданного шарніру; 3 - струбцина 67.7823.9522

Встановити карданний вал однією з вилок карданного шарніра на опору 1 (див. рис. 2.4 а) преса.

Через спеціальну втулку 2 штоком преса перемістити іншу вилку (позиція 3) шарніра вниз до упору в хрестовину.

Повернувши вилку шарніра на 180°, повторити ці операції, тобто перемістити інший кінець вилки вниз до упору в хрестовину. При виконанні

цих операцій протилежний підшипник хрестовини частково вийде з отвору вилки та в отриманий зазор між вилкою та хрестовиною можна буде встановити втулку 1 (див.рис. 2.3 б) з боковим вирізом. [15]

Встановивши втулку 1 (див. рис. 2.4 б) на шип хрестовини, перемістити вилку шарніра вниз до випресовки підшипника 2

Використовуючи вказані прийоми, випресувати інші підшипники хрестовини. [11].

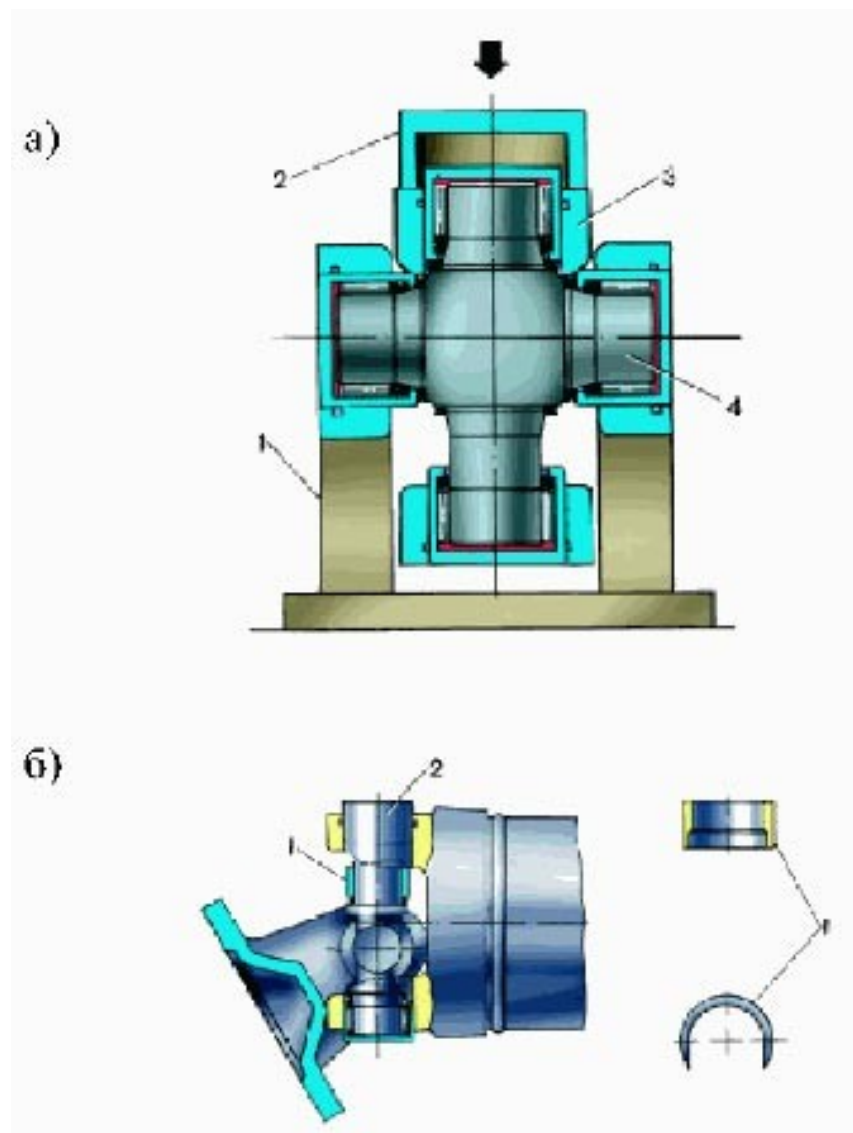


Рисунок 2.4 - Розбирання карданного шарніра (нова конструкція):

а) перша операція: 1 - опора преса; 2 - втулка, 3 - вилка шарніра; 4 - хрестовина; б) друга операція: 1 - розрізна втулка; 2 - підшипник хрестовини

Викрутити гайку кріплення вилки карданного шарніра до переднього вала.  
Зняти вилку знімачем А.40005/1/5 (див.рис. 2.5) [12].

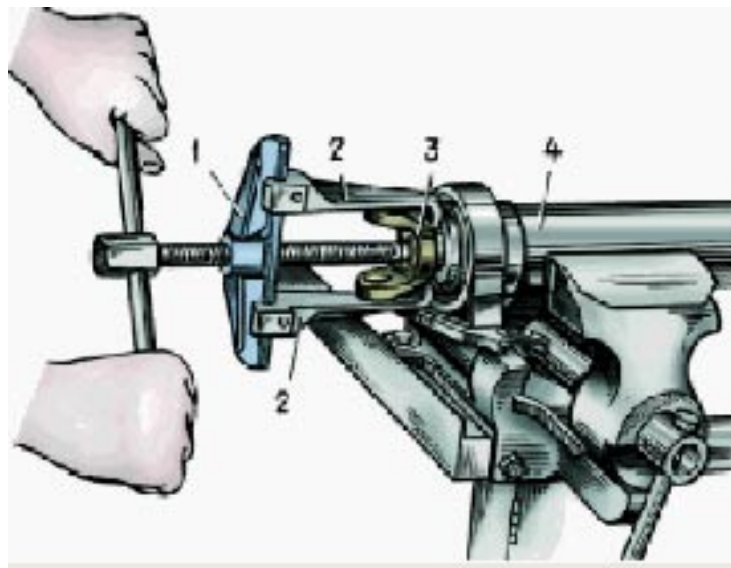


Рисунок 2.5 - Зняття вилки з переднього карданного вала:

1 - знімач А.40005/1/5; 2 - важелі знімача; 3 - вилка переднього карданного вала; 4 - передній карданний вал [15]

Під пресом за допомогою підкладних півкілець (див. рис. 2.6) зняти з переднього вала проміжну опору в комплекті з підшипником і пильниками.

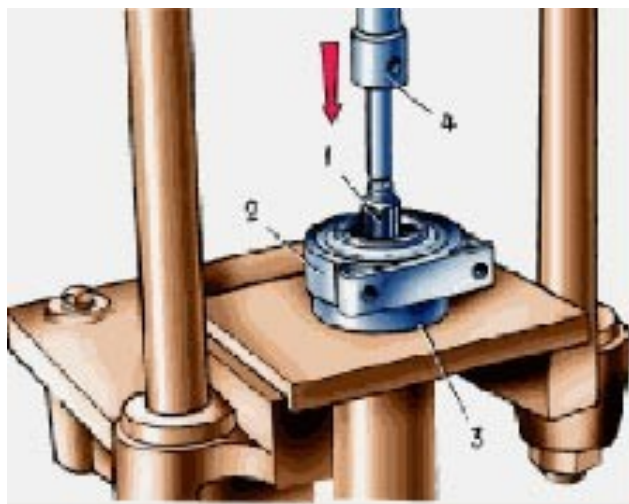


Рисунок 2.6 - Зняття пружною проміжної опори з переднього карданного вала:

1 - шліцьовий кінець переднього карданного вала; 2 - проміжна еластична опора; 3 - підкладні півкілця; 4 - пуансон преса

Для розбирання проміжної опори зняти стопорне кільце, після чого знімачем А.40005/2/4/11 випресувати підшипник з опори (див.рис. 2.7-2.8). [15]



Рисунок 2.7 - Демонтаж стопорного кільця підшипника проміжної опори:

1 - стопорне кільце; 2 - підшипник; 3 - проміжна опора

## 2.4 Технічні умови на дефектування деталі

Деталі автомобіля після миття і очищення від забруднень у відповідності з технологічним процесом піддаються дефектації, тобто контролю з метою виявлення дефектів [14].

Основні завдання дефектації і сортування деталей:

- контроль деталей для визначення їх технічного стану;
- сортування деталей на 3 групи: придатні для подальшого використання; ті, що підлягають відновленню; непридатні;
- накопичення інформації про результати дефектації і сортування з метою використання її при вдосконаленні технологічних процесів і для визначення коефіцієнтів придатності, змінності та відновлення деталей;
- сортування деталей по маршрутах відновлення [15].

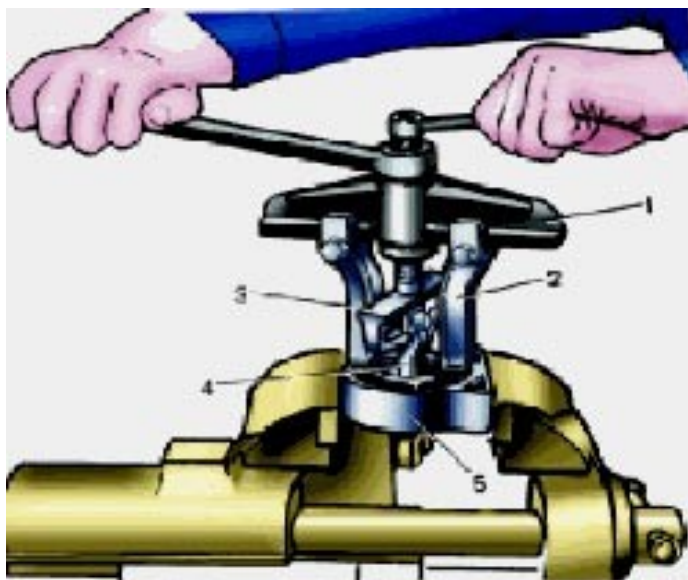


Рисунок 2.8 - Випресування підшипника з проміжної опори:

1 - планка А.40005/2; 2 - лапки А.40005/11; 3 - знімач А.40005/4; 4 - лапки;  
5 - проміжна опора

Роботи по дефектації та сортуванню деталей значною мірою впливають на ефективність авторемонтного виробництва, а також на якість і надійність відремонтованих автомобілів. Тому і сортування деталей слід проводити в суворій відповідності з технічними умовами [15].

Дефектацію деталей проводять шляхом їх зовнішнього огляду, а також за допомогою спеціального інструменту, пристосувань, приладів та обладнання.

Результати дефектації та сортування фіксують шляхом маркування деталей фарбою. При цьому зеленою фарбою зазначають придатні для подальшого використання деталі, червоною - непридатні, жовтою – ті, які потребують відновлення [16].

Кількісні показники дефектації і сортування деталей фіксують також у дефектовочних відомостях. Ці дані після статистичної обробки дозволяють визначати і коригувати коефіцієнти придатності, змінності та відновлення деталей [17].

Спочатку деталі піддаються візуальному огляду для виявлення на них тріщин сколів або значних пластичних деформацій. При наявності хоча б

одного з вищеперелічених дефектів деталей вважається непридатною до ремонту і вибраковується. Далі проводиться інструментальний контроль – вимірювання діаметрів шипів хрестовини. Операція виконується з допомогою мікрометра і при значенні отриманих розмірів менше 16,285 мм деталь вважається непридатною до експлуатації, але придатною до ремонту. Також контролюється відстань між торцями двох протилежних шипів. Вона повинна знаходитись в межах 79,95-80,00 мм. В протилежному випадку деталь потребує ремонту [18].

## 2.5 Вибір методу відновлення деталі

Довговічність відремонтованих автомобілів у великій мірі залежить від того, якими способами виконується відновлення деталей і як воно організовано.

Застосування найбільш ефективних способів забезпечує тривалі терміни служби деталей, знижує витрати запасних частин, матеріалів, витрати праці та ін. Поряд із застосуванням раціональних способів, для високоякісного відновлення деталей з найменшою витратою праці і засобів велике значення має організація виробництва - централізоване відновлення деталей на спеціалізованих заводах і в цехах, добре оснащених сучасним обладнанням, пристосуваннями, інструментом [16].

Вибір способів відновлення залежить від конструктивно-технологічних особливостей та умов роботи деталей, величини їх зносу, експлуатаційних властивостей самих способів, що визначають довговічність відремонтованих деталей, і вартості їх відновлення. Конструктивно-технологічні особливості деталей визначаються їх структурними характеристиками: геометричною формою і розмірами, матеріалом і термообробкою, поверхневою твердістю, точністю виготовлення і чистотою поверхні, характером сполучення (типом посадки), умовами роботи - характером навантаження, родом і видом тертя, величиною зносу за експлуатаційний період. Знання структурних характеристик деталей і їх технологічних особливостей та експлуатаційних

|      |      |          |        |      |                        |      |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|      |      |          |        |      | КРБ.605.11.00.00.000ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        | 25   |

властивостей дозволяє в наближено вирішити питання про застосування того чи іншого способу для відновлення окремих деталей. За допомогою такого аналізу можна встановити, які деталі можуть відновлюватися всіма або кількома способами і які за своїми структурними характеристиками тільки одним способом. Даний критерій дозволяє визначити можливість застосування способів відновлення до конкретних деталей і може бути названий технологічним критерієм або критерієм застосовності. Так, наприклад, за допомогою даного критерію заздалегідь можна сказати, що деталі діаметрально невеликого розміру, що мають високу поверхневу твердість і незначний знос нераціонально відновлювати металізацією і наплавленням [18].

Критерій застосовності чисельно виражений бути не може і є по суті попереднім, оскільки за допомогою нього не можна вирішити питання вибору раціонального способу відновлення деталей, якщо цих способів застосовується кілька. Критерій застосовності дозволяє класифікувати деталі за способами відновлення і виявити перелік деталей, відновлення яких можливе різними способами. Останнє полегшує подальшу роботу з вибору раціонального способу [19].

Оцінка способів відновлення з точки зору забезпечуваної ними працездатності деталей може бути проведена за допомогою критерію довговічності, який визначається коефіцієнтом довговічності. Довговічність деталей, відновлених тими чи іншими способами, залежить від експлуатаційних властивостей способів. Найбільш раціональними способами тут виявляться ті з них, які забезпечують найбільшу довговічність відновленої деталі.

Грунтуючись на даних, описаних вище, визначимо метод відновлення шийок хрестовини карданного валу. Відповідно до технічних вимог: забезпечення високої твердості і зносостійкості робочої поверхні хрестовини карданного валу, а також задана точність розмірів. Найвідповіднішим способом для усунення дефекту є наплавлення [20].

|      |      |          |        |      |                        |      |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|      |      |          |        |      | КРБ.605.11.00.00.000ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        | 26   |

З викладеного матеріалу випливає, що є значна кількість різних способів зварювання і наплавлення деталей. І якщо вибір зварювання не становить особливих труднощів, оскільки досить легко визначається самим способом зварювання, матеріалом і конфігурацією деталей, а також і характером дефекту, то цього не можна сказати стосовно вибору способу наплавлення [19].

Вибір способу наплавлення представляє відомі труднощі, тому що він залежить від великої кількості факторів. При виборі способу наплавлення деталей необхідно враховувати:

- а) матеріал деталі, його хімічний склад і властивості;
- б) термічну обробку і поверхневу твердість деталі, можливість їх відновлення після наплавлення;
- в) умови роботи деталі (характер навантаження і посадки, габарити і геометрична форма відновлюваної деталі);
- г) величину і характер зносу деталі, товщину шару наплавлення;
- д) допустимі величини деформації деталі, зниження поверхневої твердості й втомної міцності;
- е) механічну обробку наплавленого металу і деформованого ділянки;
- ж) продуктивність наплавлення, трудомісткість і економічність відновлення деталі наплавленням (включаючи всі операції технологічного процесу). [15]

Ручне електродугове наплавлення і автоматичне наплавлення під шаром флюсу слід застосовувати для відновлення великогабаритних деталей, які мають великий знос і відносно невисоку поверхневу твердість (не вище НВ 350-400). До їх числа відносяться деталі, виготовлені з маловуглецевих сталей 10, 20, 30 і середньовуглецевих 40, 45, 50Г, а також з низьколегованих сталей 30Х і 40Х. Так як ручне наплавлення електродами ОЗН-300, ОЗН-400, УЗ40 п/б, ЦН-250, К-2 не забезпечує отримання наплавленого металу з високими фізико-механічними властивостями порівняно з автоматичною наплавленням під шаром флюсу і поступається їй за продуктивністю, то очевидно, що

|      |      |          |        |      |                        |      |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|      |      |          |        |      | КРБ.605.11.00.00.000ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        | 27   |

відновлення деталей необхідно вести автоматичним наплавленням. Це особливо стосується великосерійного ремонтного виробництва. Ручне електродугове наплавлення застосовується для невідповідальних деталей. [17]

Відповідальні деталі з малими діаметральними розмірами, виготовлені з цементованих вуглецевих сталей 20, 25 і низьколегованих 18ХГТ, 18ХНВА, 12ХН4А, 20ХНМ, 20Х та інших, що мають після термообробки високу поверхневу твердість (у межах HRC 40-60) і відносно невеликий знос, доцільно відновлювати наплавленням у середовищі вуглекислого газу або електроімпульсним наплавленням. До цієї ж групи відносяться деталі, виготовлені зі сталей 40, 45, 50Г, 40Х, що мають високу поверхневу твердість після гартування СВЧ, що працюють в умовах статичних навантажень. Застосування електроімпульсного наплавлення для відновлення динамічно навантажених деталей недоцільно. [15]

Деталі з невеликими діаметральними розмірами і зносом, з різною поверхневою твердістю можна відновлювати газоелектричним наплавленням (у середовищі вуглекислого газу) із застосуванням відповідних марок електродного дроту.

Вибір способу наплавлення необхідно проводити з урахуванням його економічної доцільності. Таким чином, механізовані способи наплавлення є найбільш прогресивними не тільки по зносостійкості, але і за економічними показниками. [15]

Проте жоден з методів наплавлення не може забезпечити одночасне відновлення кількох поверхонь деталі. Для таких цілей потрібно здійснювати окремий перехід з перестановленням деталі для кожної відновлюваної поверхні.

Враховавши це, та проаналізувавши конструктивні особливості хрестовини, було вирішено вибрати такий метод відновлювання, який би дав можливість одночасно відновити всі поверхні, незалежно від їхнього взаємного розташування. Тому перевагу було надано хромуванню – гальванічному методу

|      |      |          |        |      |                        |      |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|      |      |          |        |      | КРБ.605.11.00.00.000ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        | 28   |

нанесення покриття. Метод базується на явищі електролітичної дисоціації і дає можливість одночасно відновлювати практично будь-яку кількість однотипних поверхонь однієї деталі [15].

## 2.6 Характеристика вибраного методу відновлення

Електролітичне хромування як спосіб відновлення та підвищення зносостійкості деталей набуло широкого застосування на ремонтних підприємствах країни, особливо під час відновлення деталей, які мають незначний знос. [15]

Хромове покриття забезпечує високу твердість, надійне зчеплення з основним металом і зносостійкість в умовах високих питомих тисків, наявності абразивних часток, нестачі мастила [4, ст.54].

У промислових умовах електролітичне хромування здійснюється у так званому стандартному електроліті, який готують шляхом розчинення у воді 250 г/л  $CrO_3$  і 2,5 г/л  $H_2SO_4$ . Цей електроліт має ряд істотних недоліків, найважливішими з яких є низький вихід хрому по струму, погана розсіювальна здатність, велика чутливість до коливань концентрації сульфат іонів.

Значні переваги мають холодильні саморегулюючі електроліти. Вони дозволяють поліпшити санітарно-гігієнічні умови електролітичного процесу, забезпечити високу продуктивність (до 35% виходу хрому по струму), добру розсіювальну здатність, можливість одержання покриття товщиною 0,6 мм, низьку температуру у процесі електролізу (18...25°C), широку робочу межу щільності струму ( $4 \cdot 10^3 \dots 3 \cdot 10^4$  А/м<sup>2</sup>) [4, ст.87].

Найбільше відповідають вимогам, які пропонуються для відновлення зношених поверхонь в умовах ремонтного виробництва, саморегулюючий холодний електроліт такого складу:  $CrO_3$  – 350...400 г/л;  $CaCO_3$  – 60 г/л;  $CaSO_4$  – 12...14 г/л;  $MgO$  – 0,1 г/л;  $(NH_4)_2MoO_4$  – 0,1 г/л та режим електролізу зі зміною щільності струму в межах:  $1 \cdot 10^3$ ,  $2 \cdot 10^3$ ,  $3 \cdot 10^3$ ,  $4 \cdot 10^3$ ,  $6 \cdot 10^3$ ,  $7 \cdot 10^3$  А/м<sup>2</sup>.

|      |      |          |        |      |                        |      |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|      |      |          |        |      | КРБ.605.11.00.00.000ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                        | 29   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        |      |

Шийки хрестовини карданної передачі працюють в агресивних умовах. Тому важливо надати поверхні металу здатності акумулювати мастило, забезпечуючи суцільний масляний шар по всій поверхні тертя. Ці вимоги значною мірою задовольняє пористе хромове покриття. Канали, що утворилися на поверхні хромового покриття, або пори є резервуарами, в яких акумулюється мастило, що видавлюється на поверхню під час пружної деформації металу під дією навантаження [4, ст.86].

Оскільки хрестовина карданного вала є відносно невеликою деталлю, одержання пористого покриття за допомогою спеціальних трафаретів було б нераціональним. Тому на поверхні доцільно отримати каналчатий вид пористості шляхом анодної обробки хромованих деталей в електроліті хромування. Розчинення хрому, яке відбувається при цьому, протікає в основному на активних ділянках поверхні – на гранях і в глибині тріщин, унаслідок чого вони поступово розширюються і поглиблюються, утворюючи при цьому каналчатий тип пористості. [15]

Канальчата пористість відбувається за допомогою анодного травлення хрому в робочому електроліті хромування за температури 20...35°C і анодній щільності струму  $5 \cdot 10^3$  А/м<sup>2</sup>. Час витримування 6 хв.

Під час одержання електролітичних хромових покриттів з добавкою вуглецю (композиційне хромування) сажу ПМ-15 ДСТ 7885-88 слід попередньо подрібнювати у ванні ультразвукового генератора УЗ2-10. Режим диспергування такий: струм аноду – 0,9...1,2 А; струм сітки – 400...450 мА; струм підмагнічування – 8...10 А; напруга аноду – 5...7 кВ; частота генератора – 20...22 кГц, час диспергування – 8 годин. [15]

Надійне зчеплення покриття з основою може бути отримане за умови повного очищення поверхні деталі від дефектних шарів, жирових, окисних і інших плівок. Як показали дослідження, для одержання міцнозчіплювальних осадів досить провести знежирення деталі віденським вапном та анодним травленням у суміші  $H_2SO_4 - H_3PO_4$ , за анодної щільності струму  $2 \cdot 10^3$ ...

|      |      |          |        |      |                        |      |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|      |      |          |        |      | КРБ.605.11.00.00.000ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        | 30   |

$4 \cdot 10^3 \text{ A/m}^2$  протягом 4 хвилин. Істотно впливають на міцність зчеплення покриттів з основним металом катодна щільність струму ( $D_k$ ,  $\text{A/m}^2$ ) і температура електроліту ( $t_{\text{ел.}}$ ,  $^{\circ}\text{C}$ ). Ці фактори керовані і можуть бути підтримані на постійному рівні протягом всього процесу. [15]

## 2.7 Вибір установочних баз при виконанні технологічних операцій

Установочні бази - поверхні деталі, за допомогою яких її орієнтують при установці в пристосуванні або безпосередньо на верстаті. Під час встановлення деталі у пристосуванні за установочні бази беруть реальні поверхні, якими деталь контактує з установочною поверхнею пристосування. В ролі установочних баз можуть бути площини, внутрішні і торцеві поверхні, поверхні отворів, зовнішні і циліндричні поверхні, центрові отвори і т.д. [15]

При виборі технологічної бази необхідно витримати наступні умови:

- в якості технологічної бази приймають ті поверхні деталі, які визначають її положення в складеному виробі, тобто складальні і вимірювальні базові поверхні;
- базові поверхні повинні бути найбільш точно розташовані щодо оброблюваних поверхонь;
- в якості базових слід вибирати такі поверхні, при установці на які можна було б обробляти всі поверхні деталі, що підлягають обробці.

В якості технологічних баз при виконанні шліфувальних операцій вибираємо центрові отвори на торцях шипів хрестовини. Для гальванічної операції найкраще деталь базувати по різьбовій поверхні масляного каналу.

## 2.8 Розробка структурної послідовності технологічного процесу відновлення деталі

При розробці технологічного процесу відновлення деталі в першу чергу йдуть операції з усунення викривлення привалочних поверхонь обробкою

|      |      |          |        |      |                        |      |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|      |      |          |        |      | КРБ.605.11.00.00.000ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        | 31   |

шліфуванням (правка абразивним інструментом). Обробку починають з установочної площини, якщо вона має викривлення. Центрувальними поверхнями в даному випадку будуть отвори для змащування голчастих підшипників, які, як правило, не зношуються, внаслідок цього обробка інших привалочних поверхонь проводиться при базуванні по установочній поверхні.

При визначенні маршрутів відновлення деталей необхідно керуватися наступними принципами: [15]

- поєднання дефектів у кожному маршруті повинно бути дійсним;
- кількість маршрутів відновлення кожної деталі повинна бути мінімальною;
- при формуванні маршрутів необхідно враховувати вибраний спосіб відновлення; [15]
- відновлення деталі по даному маршруту має бути економічно доцільним.

Таблиця 2.1 - Маршрут відновлення хрестовини карданного валу

| № операції | Найменування операції | Зміст операції                                |
|------------|-----------------------|-----------------------------------------------|
| 005        | Правка                | Правка хрестовини на формі                    |
| 010        | Шліфувальна           | Шліфування шипів хрестовини                   |
| 015        | Гальванічна           | Нарощування шипів хрестовини                  |
| 020        | Термічна обробка      | Термообробка шипів хрестовини                 |
| 025        | Шліфувальна           | Обробка шипів під номінальний розмір          |
| 030        | Контрольна            | Контроль деталі згідно технічної документації |

## 2.9 Розрахунок припусків на механічну обробку

Правильно вибрані величини операційних припусків впливають на якість обробки і собівартість ремонту або виготовлення деталей.

При обробці деталей під номінальний розмір припуск визначається за формулою

$$h = \frac{D - d}{2}, \quad (2.1)$$

де D - діаметр шийки до обробки, мм;

d - діаметр шийки після обробки, мм.

Таблиця 2.2 - Припуски на обробку при відновленні деталі

| № Операції | Назва і зміст операції                        | Припуск на обробку, мм |
|------------|-----------------------------------------------|------------------------|
| 010        | Шліфувальна                                   |                        |
|            | Шліфування шийок шипів хрестовини             | 0,5                    |
|            | Шліфування торців шипів хрестовини            | 0,5                    |
| 015        | Гальванічна                                   |                        |
|            | Нарощування шипів хрестовини                  | 1,8                    |
| 025        | Шліфувальна                                   |                        |
|            | Шліфування шийок шипів хрестовини<br>чорнове  | 0,8                    |
|            | Шліфування шийок шипів хрестовини<br>чистове  | 0,8                    |
|            | Шліфування торців шипів хрестовини<br>чорнове | 0,2                    |
|            | Шліфування торців шипів хрестовини<br>чистове | 0,2                    |

## 2.10 Розрахунок та вибір режимів виконання технологічних операцій

Операція 010 – Шліфувальна.

Для проведення даної операції попередньо приймаємо круглошліфувальний верстат 3М151, пристосування – гладкі упорні центри з конусністю 1:10, кутом 60°, D=80 мм ГОСТ 18259-72; повідковий патрон і привідний хомутик. [16]

З [12, табл. 56] вибираємо глибину різання  $t = 0,01$  мм.

Визначаємо поздовжню подачу за формулою [9, ст. 363].

$$S_{\text{позд.}} = \beta \cdot B, \quad (2.2)$$

де  $\beta$  - частка ширини шліфувального круга;  $\beta = 0,3$  [12, табл. 55];

$B$  - ширина шліфувального круга; приймаємо  $B = 40$  мм.

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

Визначаємо ефективну потужність при шліфуванні за формулою [12].

$$N = C_N \cdot V_o^r \cdot t^x \cdot S^y \cdot d^q, \quad (2.3)$$

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

$$C_N = 2,65 \text{ [12, табл. 56];}$$

$$r = 0,5 \text{ [12, табл. 56];}$$

$$x = 0,5 \text{ [12, табл. 56];}$$

$$y = 0,55 \text{ [12, табл. 56];}$$

$$q = 0,2 \text{ [12, табл. 56];}$$

$$V_o - \text{швидкість обертання деталі; } V_o = 15 \text{ м/хв. [12, табл. 56];}$$

$$d - \text{діаметр оброблюваної поверхні; } d = 22 \text{ мм.}$$

$$N = 2,65 \cdot 15^{0,5} \cdot 0,01^{0,5} \cdot 12^{0,55} \cdot 22^{0,2} = 8,5 \text{ кВт.}$$

Згідно з отриманими даними, для проведення даної операції підходить попередньо прийнятий верстат 3М151, потужність двигуна якого становить 10 кВт.

Визначаємо необхідну частоту обертання деталі за формулою

$$n_o = \frac{1000 \cdot V_o}{\pi \cdot d}, \quad (2.4)$$

$$n_o = \frac{1000 \cdot 15}{3,14 \cdot 22} = 115 \text{ об./хв.}$$

Визначаємо діаметр шліфувального круга за формулою

$$D = \frac{1000 \cdot 60 \cdot V_{\text{кр}}}{\pi \cdot n_{\text{кр}}}, \quad (2.5)$$

|      |      |          |        |      |                        |      |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|      |      |          |        |      | КРБ.605.11.00.00.000ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                        | 34   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        |      |

де  $V_{кр}$  - швидкість обертання круга;  $V_{кр} = 35$  м/с [12, табл. 56];

$n_{кр}$  - частота обертання круга;  $n_{кр} = 1590$  об./хв. [11].

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

Приймаємо круг ПП 420×40×220. Матеріал круга згідно з рекомендаціями [12] Э5 40 С1 5К.

Визначаємо основний час за формулою

$$t_o = \frac{L_p \cdot h \cdot k}{n_o \cdot S_{позд} \cdot S_i}, \quad (2.6)$$

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

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

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

$$t_o = \frac{48 \cdot 0,1 \cdot 1,6}{114,3 \cdot 12 \cdot 0,01} = 0,6 \text{ хв.}$$

Визначаємо штучно-калькуляційний час за формулою [9, ст.350]

$$t_{шт.к.} = t_o + t_{дон} + t_{доп} + \frac{T_{н.з.}}{n_n}, \quad (2.7)$$

де  $t_{дон}$  - допоміжний час:

$$t_{дон} = t_y + t_n + t_z, \quad (2.8)$$

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

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

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

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

$t_{доп}$  - додатковий час:

$$t_{доп} = \frac{t_o \cdot k_1}{100}, \quad (2.9)$$

де  $k_1$  - процентне відношення додаткового часу до оперативного;  $k_1 = 40$  ;

$$t_{доп} = \frac{0,6 \cdot 40}{100} = 0,2 \text{ хв.}$$

$T_{н.з.}$  - підготовчо-заклучний час;  $T_{н.з.} = 45$  хв. [7];

|      |      |          |        |      |                        |      |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|      |      |          |        |      | КРБ.605.11.00.00.000ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                        | 35   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        |      |

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

$$t_{шт.к.} = 0,6 + 14 + 0,2 + \frac{45}{25} = 16,6 \text{ хв.}$$

#### Операція 015. Гальванічна

Для проведення даної операції вибираємо автоматичну лінію АГ-24 для гальванічного покриття з випрямлячем струму ВСГ-3М-200/6.

Підготовка деталей до операції заключається в механічній обробці, обезжирюванні і декапіруванні ділянок деталей, що підлягають покриттю, та ізоляції необроблюваних ділянок.

Оскільки деталі на гальванічну операцію надходять після шліфувальної, виключаємо необхідність додаткової механічної обробки деталей в процесі підготовки до покриття. [16]

Обезжирення деталі рекомендується проводити вручну з допомогою щіток. В якості розчинника використовується уайт-спірит (також допускається застосовувати дихлоретан, неетильований бензин та ін.). [16]

Ізоляція необроблюваних ділянок і кріплення струмопровідних тримачів проводиться згідно з схемою на рисунку 2.9. В якості ізоляторів застосовується суміш цапон-лаку з нітроемаллю в пропорції 1:2, що наноситься з допомогою пензлика в декілька шарів при пошаровому просушуванні на повітрі; чохли з поліхлорвінілового пластику товщиною 0,3...0,5 мм. [16]

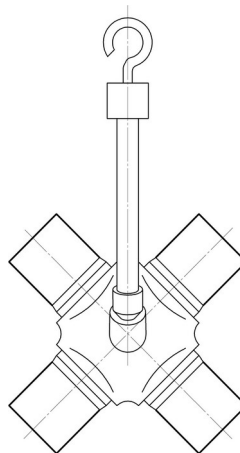


Рисунок 2.9 – Схема встановлення деталі під час хромування

|      |      |          |        |      |                        |      |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|      |      |          |        |      | КРБ.605.11.00.00.000ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        | 36   |

Декапірування проводиться в основному електроліті. Деталі підвішуються в ванні для хромування і для прогріву витримуються 1-2 хвилини без струму, а потім піддаються обробці на аноді протягом 30-45 с при анодній щільності струму 25-35 А/дм<sup>2</sup>. Після цього, не виймаючи деталей з електроліту, змінюється полярність і наноситься покриття. [16]

Для нанесення молочного хромового покриття приймаємо саморегулюючий електроліт на водяній основі, в склад якого також входять: CrO<sub>3</sub> (250 г/дм<sup>3</sup>); SrSO<sub>4</sub> (6 г/дм<sup>3</sup>); K<sub>2</sub>SiF<sub>6</sub> (30 г/дм<sup>3</sup>). [16]

Для нормального саморегулювання складу електроліту необхідно щоб площа анодів була в 1,5-2 рази більша від площі катодів. Площу катодів визначаємо за формулою

$$S_k = \pi \cdot d \cdot l \cdot i \cdot n, \quad (2.10)$$

де  $d$  - діаметр шийки, що покривається;  $d = 22$  мм;

$l$  - довжина шийки, що покривається;  $l = 21$  мм;

$$S_k = 3,14 \cdot 22 \cdot 21 \cdot 4 \cdot 25 = 288754,4 \text{ мм}^2.$$

Тоді площа анодів повинна лежати в межах 433131,6... 577508,8 мм<sup>2</sup>.

В якості анодів приймаємо 8 пластинок розмірами 150×200×4 мм, виготовлених зі сплаву свинцю з сурмою (6%).[16]

Згідно з рекомендаціями [4, ст.181-188] для гальванічного покриття молочним хромом вибираємо наступні параметри: напруга  $U = 12$  В; температура електроліту  $t = 60...70^\circ\text{C}$ ; щільність струму  $D_k = 50...60$  А/м<sup>2</sup>.

Обробка деталей після нанесення покриття заключається в промиванні їх в дистильованій воді, потім – в проточній воді, після чого – занурення на 0,5-1 хв. в 3-5% розчин кальцинованої соди і остаточне промивання в теплій воді. Потім деталі знімаються з підвісних тримачів, видаляється ізоляція і проводиться сушка в сушильній шафі при температурі 120-130 °С. [12].

Основний час визначаємо за формулою [9, ст.373]

$$t_o = \frac{1000 \cdot 60 \cdot h \cdot \gamma}{D_k \cdot c \cdot \eta}, \quad (2.11)$$

|      |      |          |        |      |                        |      |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|      |      |          |        |      | КРБ.605.11.00.00.000ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        | 37   |

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

$\gamma$  - густина металу, що осаджується;  $\gamma = 7,1$  г/см<sup>3</sup> [6, ст.181];

$c$  - електрохімічний еквівалент;  $c = 0,324$  г/(А·год) [6, ст.181];

$\eta$  - коефіцієнт виходу металу по струму;  $\eta = 18\%$  [6, ст.185].

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

Штучно-калькуляційний час визначаємо за формулою [9, ст.373]

$$t_{\text{шт.к.}} = \frac{1,2 \cdot t_o}{n_n \cdot k_g} k_1, \quad (2.12)$$

де  $k_1$  - коефіцієнт на підготовчо-заклучний і додатковий час;  $k_1 = 1,16$  [9, ст. 373];

$k_g$  - коефіцієнт використання ванни в зміну;  $k_g = 0,75$  [9, ст. 373].

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

Операція 020 – Шліфувальна.

Оскільки на дана операції проводиться обробка тих самих поверхонь, що й на операції 010, то для її проведення приймаємо те ж обладнання і інструмент.

Розрахунок режимів різання і норм часу проводимо по формулах 1.1-1.9.

З [12, табл. 56] вибираємо глибину різання  $t = 0,01$  мм. [12].

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

$$n_o = \frac{1000 \cdot 15}{3,14 \cdot 42} = 115 \text{ об./хв.}$$

$$t_o = \frac{48 \cdot 0,1 \cdot 1,6}{113,7 \cdot 12 \cdot 0,01} = 0,6 \text{ хв.}$$

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

$$t_{\text{оод}} = \frac{0,6 \cdot 40}{100} = 0,2 \text{ хв.}$$

$$t_{\text{шт.к.}} = 0,6 + 14 + 0,2 + \frac{45}{25} = 16,6 \text{ хв.}$$

Операція 025 – Заклучний контроль.

|      |      |          |        |      |                        |      |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|      |      |          |        |      | КРБ.605.11.00.00.000ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        | 38   |

Проводиться контроль розмірів та якості відновленої поверхні. Операція проводиться на столі контролера. В якості вимірювального інструменту застосовується мікрометр МК-50, ультразвуковий дефектоскоп імпульсної дії УЗД-7М та пристрій для перевірки перпендикулярності осей хрестовини. [16]

Час на виконання даної операції  $T_{шт.к.} = 8,5$  хв.

## 2.11 Складання карданної передачі

Карданні вали складають у послідовності, зворотній розбиранню, з врахуванням наступних вказівок:

- на шліцьове з'єднання нанести мастило Фіол-1;
- при з'єднанні деталей співставити мітки, нанесені на роз'єднані деталі перед розбиранням;
- після складання шліцьового з'єднання, притискаючи сальник на 0,3-0,5 мм осьовим навантаженням, обвальцювати обойму на проточці вилки;
- гайку кріплення вилки переднього карданного вала затягнути динамометричним ключем і закернити.

При складанні проміжної опори запресувати підшипник оправкою А.70045 (рис. 2.10) і встановити в проточку опори стопорне пружинне кільце.

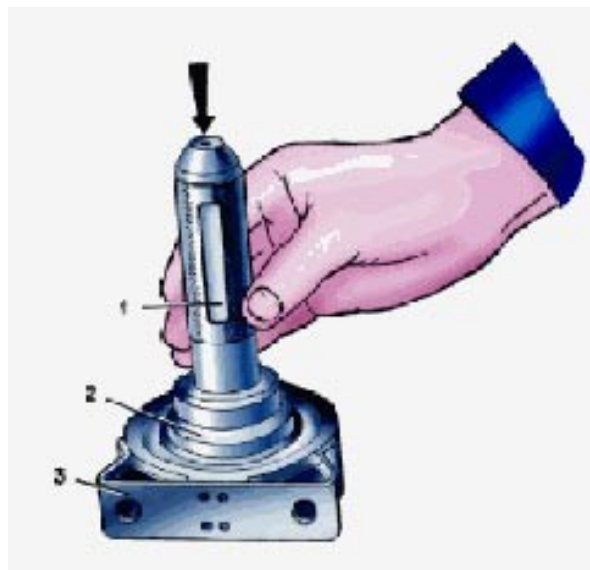


Рисунок 2.10 - Запресовування підшипника в проміжну опору:

|      |      |          |        |      |                        |      |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|      |      |          |        |      | КРБ.605.11.00.00.000ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        | 39   |

1 - оправка А.70045; 2 - підшипник; 3 - проміжна опора

Одягнути на задній кінець переднього карданного вала пильник 7 (див. рис. 2.11), а потім оправкою А.74035 (див. рис. 2.12) запресувати опору з підшипником і надіти другий пильник 12 (див. рис. 2.11), напресувати на вал вилку 11 переднього карданного вала і закріпити її гайкою як зазначено вище.

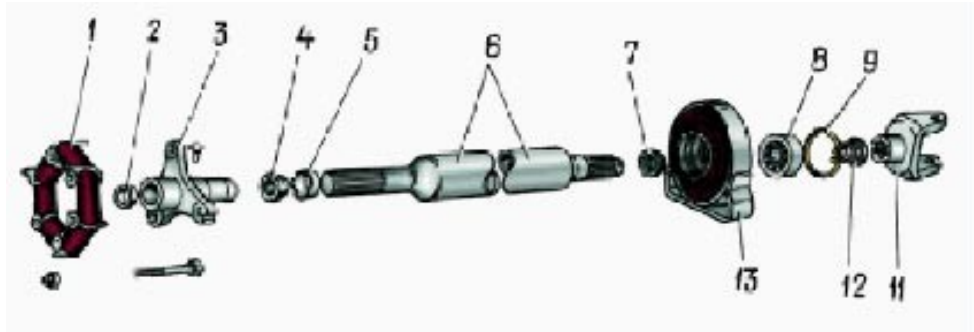


Рисунок 2.11 - Деталі переднього карданного вала:

1 - еластична муфта; 2 - центрувальна втулка, 3 - фланець еластичної муфти; 4 - сальник; 5 - обойма сальника; 6 - карданний вал; 7 - пильник; 8 - підшипник; 9 - стопорне кільце; 10 - гайка; 11 - вилка карданного шарніра; 12 - пильник; 13 - проміжна опора

Складання карданного шарніра (старої конструкції) проводити в наступному порядку. Видаливши старе загусле мастило, заповнити порожнини в шипах хрестовини і змастити внутрішню поверхню корпусів підшипників мастилом Фіол-2У (0,4-0,6 г на кожен підшипник). Шипи хрестовини змастити тонким шаром, щоб не утворилася повітряна подушка при складанні. Вставити шипи хрестовини в вилку. [16]

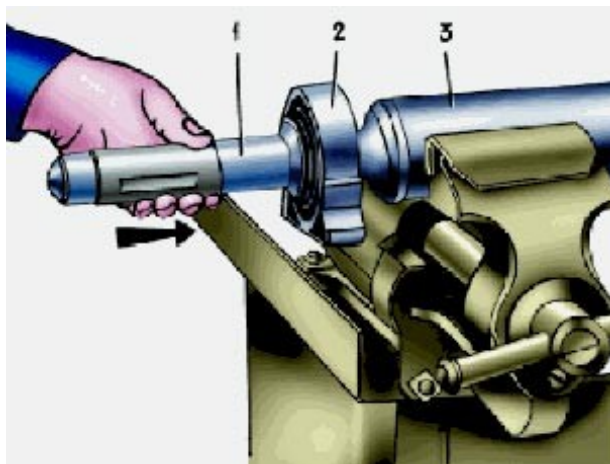


Рисунок 2.12 - Установка промежуточной опоры на передний карданный вал:

1 - оправка А.74035; 2 - промежуточная опора; 3 - задняя часть переднего карданного вала [16]

Одягнути чашки підшипників з голками на шипи хрестовини і запресувати в отвір вилки зусиллям 7840 Н (800 кгс). Встановити на колишні місця згідно мітками стопорні кільця в проточка вилки. Потім перевірити осьовий вільний хід хрестовини, який повинен бути 0,01-0,04 мм. Якщо вільний хід більше зазначеного, замінити одне стопорне кільце меншої товщини на кільце більшої товщини. [16]

У разі заміни деталей карданного шарніра підбір стопорних кілець по товщині здійснюється калібром 41.8734.4092, який має чотири пелюстки різної товщини (1,53; 1,56; 1,59; 1,62 мм). Для цього встановити стопорне кільце 2 (див. рис. 2.13) товщиною 1,56 мм. При запресовуванні підшипників, коли хрестовина впирається в корпус підшипника (в цьому випадку зазорів немає) калібром 41.8734.409 визначити відстань між корпусом підшипника і торцем кільцевої канавки. Залежно від заміряної відстані з врахуванням осьового зазору, рівного 0,01-0,04 мм, вставити друге стопорне кільце відповідної товщини. [16]

|      |      |          |        |      |
|------|------|----------|--------|------|
|      |      |          |        |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |

КРБ.605.11.00.00.000ПЗ

Арк.

41

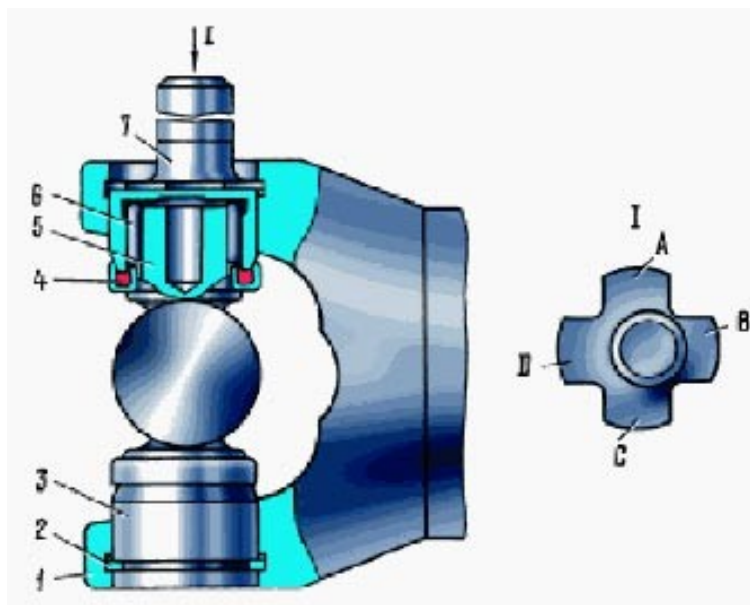


Рисунок 2.13 - Складання карданного шарніра:

1 - вилка карданного шарніра; 2 - стопорне кільце; 3 - корпус підшипника;  
4 - сальник; 5 - шип хрестовини; 6 - голка підшипника; 7 - калібр 41.8734.4092;  
А, В, С, D - пелюстки щупа.

Примітка. Стопорні кільця поставляються в запасні частини п'яти розмірів (по товщині, мм), кожен з яких має певний колір: 1,50 - природний; 1,53 - темно-коричневий; 1,56 - синій; 1,59 - чорний; 1,62 - жовтий

Наприклад, якщо проходить пелюсток 1,56 мм, то слід встановити кільце 1,53 мм. Якщо пелюсток найменшої товщини (1,53 мм) не входить в канавку, то кільце 2 замінити іншим 1,50 мм. Якщо пелюсток найбільшої товщини (1,62 мм) входить в канавку з зазором, то кільце 2 замінити іншим, товщиною 1,62 мм.

Встановивши стопорні кільця, нанести кілька ударів по вилках молотком з пластмасовим бойком. Під дією удару і пружно стиснених сальників зазор між денцями підшипників та стопорними кільцями вибирається і з'являються зазори між корпусами підшипників і торцями шипів хрестовини. Після складання перевірити легкість прокручування шарніра і балансування карданної передачі.

Складання карданного шарніра з штампованими корпусами голчастих підшипників з листової сталі має свої особливості: [12].

- вимірювання зазору між корпусом підшипника і торцем кільцевої канавки проводиться двома калібрами, один з яких має набір пелюсток щупа товщиною 1,45; 1,48; 1,52; 1,56 мм, а інший - 1,60; 1,64; 1,67 мм;

- якщо пелюстка щупа найменшої товщини (1,45 мм) не входить у зазор між корпусом підшипника і торцем кільцевої канавки, то кільце 2 товщиною 1,56 мм замінити іншим, товщиною 1,45 мм; [16]

- якщо пелюстка щупа найбільшої товщини (1,67 мм) входить в зазор нещільно, то встановити в даний зазор кільце товщиною 1,67 мм, кільце 2 видалити і повторити заново операції з підбору товщини кільця;

- якщо пелюстка щупа входить у зазор щільно, то встановити в канавку кільце, товщина якого дорівнює розміру щупа; [16]

- Зусилля запресовування голчастих підшипників в отвори вилок не повинно перевищувати 10000 Н (1000 кгс);

- вимірювання зазору щупом проводити з боку карданного валу [12].

Балансування карданних валів.

Якщо при ремонті замінювалися деталі карданної передачі, то її балансування обов'язкове. Динамічне балансування карданної передачі проводиться на спеціальному стенді. [16]

При частоті обертання  $5500 \text{ хв}^{-1}$  найбільший припустимий дисбаланс на опорах А, В, С (рис. 2.14) не повинен перевищувати  $1,71 \text{ Н}\cdot\text{мм}$  ( $175 \text{ гс}\cdot\text{мм}$ ), а при перевірці балансування  $2,15 \text{ Н}\cdot\text{мм}$  ( $220 \text{ гс}\cdot\text{мм}$ ). Урівноваження досягається приварюванням металевих пластин [13].



Рисунок 2.14 - Схема динамічного балансування карданної передачі

## 2.12 Організація роботи агрегатної дільниці

|      |      |          |        |      |                        |      |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|      |      |          |        |      | КРБ.605.11.00.00.000ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        | 43   |

Особливу увагу необхідно приділяти вдосконаленню трудових процесів, застосуванню передових раціональних методів, виключити зайві рухи. Необхідно організувати навчання робітників по передових технологіях. [16]

Важливу роль в підвищенні продуктивності праці відіграє правильна організація робочого місця, його треба обладнати так, щоб при виконанні робіт працівник не нахилився (при нормальному робочому положенні працівнику непотрібно нахилитися вперед більш ніж на  $10...15^{\circ}$ , а назад і в сторони взагалі ненахилився), не присідав тобто, щоб його робота проходила в зручних положеннях. Необхідно щоб в процесі роботи руки працівника були по можливості вільними від підтримки деталей, інструментів, пристроїв і т.д. [14].

Планування робочого місця повинно сприяти раціональному розміщенню на ньому інструменту, пристроїв забезпечуючи найбільш короткі і маловтомні рухи, знижуючи до мінімуму нахили та повертання корпусу. Інструмент, пристрої і деталі повинні знаходитись в зоні їх найбільш легкої досяжності. Інструмент, яким робітник користується частіше, повинен розташовуватись ближче до нього, той, яким користується лівою рукою-розташовують зліва, той, яким користується правою рукою-справа. Верстат повинен бути такої висоти, щоб слюсарю не приходилося нахилитися або піднімати доверху руки [15].

Оснастити робочі місця необхідно технологічною документацією.

На стан працездатності і здоров'я працюючих безпосереднім чином впливають умови праці, так добре освітлення і колір інтер'єра сприяє підвищенню продуктивності праці на 10-18% [16].

В основу нормування освітлення покладено точність виконуючих робіт. Освітлення являється одним із важливіших умов покращення якості роботи забезпечення безпеки її і створення сприятливих гігієнічних і естетичних умов. Так бажаним джерелом освітлення у відділенні паливної апаратури є газорозрядні лампи, та лампи накаливання типу НСПОУ і ПВЛМ. Освітлення повинно бути у дільниці- в межах 400 лк, освітлення комбіноване, на посту

|      |      |          |        |      |                        |      |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|      |      |          |        |      | КРБ.605.11.00.00.000ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        | 44   |

загальне 200 лк. Штучне загальне освітлення повинно забезпечувати необхідну освітленість без різкого контрасту яскравості – в межах поля зору, так чергування світла і тіні викликає розвиток втомленості. Світильники повинні забезпечувати рівномірне освітлення всієї площі приміщення і не осліплювати працівника [17].

Для підтримання нормального природного освітлення у відділенні і на посту необхідно слідкувати за чистотою скла в світлових прийомах, станом фарби стін, стелі і обладнання. Скло вікон необхідно очищувати і мити не рідше двох раз в рік, а внутрішню фарбу оновлювати не рідше одного разу на два роки. Лампи штучного освітлення і світильники протирати не рідше одного разу на квартал [18].

Умови на робочому місці повинні забезпечувати оптимальну вологість повітря, швидкість його руху. АТП відноситься до групи підприємств з холодними приміщеннями, тому створення в приміщенні сприятливого мікроклімату має велике значення. Оптимальною рахується температура повітря +18...+22 °С, відносна вологість 40...60% та швидкість повітря -0,2...0,3 м/с. [18].

Естетичні умови мають велике значення не тільки для оздоровлення, полегшення праці, але й для підвищення продуктивності. Естетичні умови праці включають в себе коло наступних виробничих питань:

- чистоти і порядку на робочих місцях;
- кольорового оформлення приміщення і обладнання;
- виробничого одягу.

Впровадження у виробництво нових технологій, фізіологічно обгрунтованого режиму праці і відпочинку, раціональної організації праці повинно супроводжуватись створенням зразкового порядку на кожному робочому місці, і на АТП в цілому. Рекомендується проводити на підприємстві кожну декаду контроль стану чистоти виробництва з його оцінкою: відмінно, добре, задовільно, погано [19].

|      |      |          |        |      |                        |      |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|      |      |          |        |      | КРБ.605.11.00.00.000ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                        | 45   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        |      |

Кольори при фарбуванні виробничих приміщень, обладнання і оснастки рекомендується підбирати з урахуванням технічного призначення приміщень, умов здорової праці, характеру освітлення, вимог техніки безпеки і ін. Наприклад, в приміщеннях, де виконується переважно монотонні роботи стіни слід фарбувати в яскраві кольори (помаранчевий). При роботах, які потребують нервового напруження для фарбування повинні використовуватись спокійні відтінки (зелений). При інших різних умовах слід надавати перевагу більш світлим відтінкам фарб. Фарбування обладнання повинно забезпечувати контрастність предметів праці і фонду, на якому вони знаходяться [18].

Рухомі частини машин необхідно виділяти по відношенню до нерухомих деталей фарбою більш яскравого відтінку. Рубильники, вимикачі повинні бути пофарбовані в червоний колір. [16]

В системі заходів по покращенню естетичних умов праці велика роль належить виробничому одягу. Виробничий одяг повинен відповідати вимогам техніки безпеки і виробничій санітарії, забезпечуючи сприятливі умови праці, усунення причин нещасних випадків, аварій і захворювання, разом з тим повинна бути максимально зручною, гарною і сучасною [17].

Всі ці заходи дозволяють значно полегшити працю і підвищити продуктивність праці.

|      |      |          |        |      |                               |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <i>КРБ.605.11.00.00.000ПЗ</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                               | 46   |

## 3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

### 3.1 Початкові дані і порядок проектування пристосування

Проектування пристосувань здійснюється в дві стадії:

- розробка принципової схеми базування і закріплення деталі, визначення кількості одночасно оброблюваних деталей і вибір верстата - здійснюється технологом;

- оформлення конструкції і загального компоновання пристосування і всіх його елементів - здійснюється конструктором [17].

Для розробки конструкції пристосування потрібні наступні початкові дані:

- робочі креслення заготовки і готової деталі;
- технологічний процес обробки з операційними ескізами попередніх і виконуваних операцій із схемами базування і кріплення деталі, даними про обладнання, інструмент, режими обробки;

- річна програма випуску;

- діючі на підприємстві нормалі на деталі і вузли пристосувань, альбоми типових вузлів і конструкцій пристосувань;

- паспорти верстатів з вказівкою розмірів столів, шпинделів, розмірів і розташування кріпильних пазів і отворів.

Крім того, конструктор повинен знати можливості цеху, в якому виготовлятимуться пристосування, і наявність нормалізованих вузлів, підшипників і т. д. [16].

Конструювання пристосування починають з уточнення схеми установки деталі. Конструктор визначає тип і розмір настановних елементів, їх кількість і взаємне положення. Це повинно ув'язуватися з необхідною точністю обробки на цій операції. Конструктор повинен визначити необхідне зусилля затиску. Зусилля затиску в першому наближенні визначається з умови рівноваги заготовки під дією прикладених до неї зовнішніх сил. Знаючи час, необхідний для закріплення і відкріплення заготовки, величину зусилля затиску,

|      |      |          |        |      |                        |      |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|      |      |          |        |      | КРБ.605.11.00.00.000ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        | 47   |

конструктор вибирає тип затискного пристрою і визначає його основні розміри. Потім конструктор встановлює тип і розмір елементів для напряму різального інструменту і контролю його положення, виявляє, які вимагаються допоміжні елементи і пристрої. При виборі конструкцій основних і допоміжних елементів пристосування слід використовувати наявні нормалі і стандарти [15].

Розробку загального вигляду пристосування починають з нанесення на аркуш контура заготовки в двох-трьох проекціях, які розташовують на такій відстані, щоб навколо них залишилося досить місця для викреслювання всіх елементів пристосування. Спочатку викреслюють настановні деталі (опори), потім затискні пристрої деталі для напряму інструменту і допоміжні елементи. Потім визначають контури корпусу пристосування з врахуванням можливості використання стандартних заготовок; одночасно роблять всі необхідні перерізи і розрізи і умовно наносять контури посадочних місць верстата [15].

На кресленні загального вигляду пристосування вказують його загальні розміри і розміри, які треба витримати при складанні і відладці пристосування, дають нумерацію деталей і їх специфікацію з вказівкою використаних нормалей, ДСТУ і ГОСТів. На полі креслення вказують технічні вимоги. Потім виконують деталювання спеціальних деталей пристосування. На сьогоднішній день стандартизовано і нормалізовано більше 200 найменувань деталей пристосувань (настановні і затискні деталі, кондукторні втулки, руків'я і т. д.) і понад 400 типів допоміжних інструментів. Нормалізовано також більшість часто вживаних вузлів (прихвати, фіксатори) і пристосувань (кулачкові і цангові патрони, лещата, поворотні стійки і столи, скальчаті кондуктори, пневматичні циліндри, пневмокамери і пневмоапаратура). Нормалізовані деталі і вузли складають 40-90% від усієї кількості деталей, з яких складаються пристосування, і в 50-60% випадків можливе застосування корпусів із стандартизованих заготовок. Це дозволяє скоротити цикл підготовки виробництва і понизити собівартість виготовлення оснащення на 20-30%. [15].

### 3.2 Розрахунок рентабельності застосування пристосувань

|      |      |          |        |      |                        |      |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|      |      |          |        |      | КРБ.605.11.00.00.000ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        | 48   |

Забезпечення заданої точності деталей може бути досягнуте при застосуванні пристосувань, рівноцінних за точністю, але таких, що відрізняються за вартістю, продуктивністю і, що по-різному полегшують умови праці робітника. Тому при виборі конструкції необхідно проводити розрахунок економічної ефективності використання пристосувань, ґрунтуючись на зіставленні витрат і економії при його використанні, віднесених до обробки річної програми. Пристосування вважається рентабельним, якщо економія, що отримується від його застосування, більше витрат на його виготовлення і експлуатацію [14].

При розрахунку рентабельності застосування пристосування враховуються наступні витрати:

- вартість пристосувань;
- витрати, пов'язаної з ремонтом і експлуатацією пристосувань (15-25% вартості пристосування);
- заробітна плата робітника, віднесена до обробки однієї деталі;
- цехові накладні витрати у відсотках до заробітної плати. Слід враховувати також термін служби пристосувань.

Якщо не враховувати витрати на амортизацію верстата, різальний інструмент, електроенергію, які в більшості випадків не залежать від конструкції пристосування, собівартості  $C_a$  і  $C_b$ , при використанні пристосувань варіантів "а" і "б" можна визначити за формулами:

$$\begin{aligned} C_a &= Z_a \left(1 + \frac{H}{100}\right) + \frac{S_a}{\Pi} \left(\frac{1}{A} + \frac{q}{100}\right) + \frac{S'_a}{\Pi'} \\ C_b &= Z_b \left(1 + \frac{H}{100}\right) + \frac{S_b}{\Pi} \left(\frac{1}{A} + \frac{q}{100}\right) + \frac{S'_b}{\Pi'} \end{aligned} \quad (3.1)$$

де  $Z_a$  і  $Z_b$  - заробітна плата за обробку однієї деталі при використанні пристосувань варіантів "а" і "б" в грн. [13]

$H$  - відсоток цехових накладних витрат на заробітну плату;

|      |      |          |        |      |                        |      |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|      |      |          |        |      | КРБ.605.11.00.00.000ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        | 49   |

$S_a$  і  $S_b$  - собівартість пристосування в металі по варіантах "а" і "б" в грн.;

П - річна програма випуску деталей в шт.;

А - термін амортизації пристосування в роках;

q - витрати, пов'язані із застосуванням пристосувань (ремонт, утримання, регулювання) у відсотках до вартості пристосування;

$S'_a$  і  $S'_b$  - витрати на проектування і налаштування пристосування по варіантах "а" і "б"

П' - кількість деталей, що обробляються в пристосуванні за період освоєння продукції, що випускається.

Зіставляючи величини  $S_a$  і  $S_b$ , можна судити про рентабельність пристосувань.

Собівартість виготовлення пристосувань для розрахунку визначається по цініниках, що розробляються підприємствами, виходячи з конкретних умов виробництва [14].

Для наближеного визначення собівартості виготовлення пристосувань, грн., користуються формулою:

$$S = C \cdot N, \quad (3.2)$$

де N - кількість деталей в пристосуванні в шт.;

C - постійна, залежна від складності пристосувань.

Для простих пристосувань приймають  $C = 1,5 - 2,0$ . для пристосувань середньої складності  $C = 3,0 - 4,0$  і для складних пристосувань  $C = 4,5 - 6,0$ .

Термін амортизації А приймається для простих пристосувань рівним 1 року, для пристосувань середньої складності 2-3 рокам і для складних пристосувань 4-5 рокам [13].

### 3.3 Будова, принцип дії і застосування пристосування

|      |      |          |        |      |                        |      |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|      |      |          |        |      | КРБ.605.11.00.00.000ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        | 50   |

Пристосування представлене в дипломному проекті (див. рисунок 3.1) являється верстатним і служить для шліфування центрів хрестовини. Шліфування центрів хрестовин - це одна з перших операцій при відновленні хрестовин. Це пристосування значно полегшує процес відновлення, оскільки здійснює закріплення хрестовини на токарно-гвинторізному верстаті, а так само обертання хрестовини навколо осі фасок, а також поворот на 90° для наступної обробки поверхонь без зняття хрестовини з верстата внаслідок без втрати часу і праці робітників [12].

Робота пристосування полягає в наступному:

- кріплення пристосування до верстата;
- встановлення хрестовини на пристосування;
- закріплення її за допомогою спеціального гвинта.

Для повороту хрестовини є поворотний диск і гвинт кріплення.

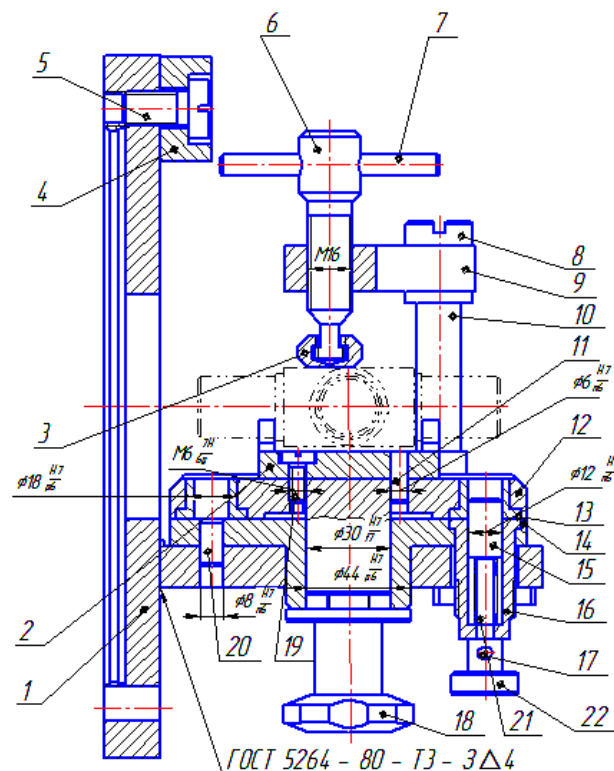


Рисунок 3.1 – Пристосування для шліфування центрів хрестовини:

1- план-шайба; 2 – накладка; 3 – притиск; 4 – кільце упорне; 5 – гвинт кріпильний; 6 – гвинт силовий; 7 – руків'я; 8 – гвинт прямого стрижня;

9 – планка; 10 – стрижень напрямний; 11 – штифт центруючий; 12 – диск; 13 – втулка внутрішня; 14 – втулка зовнішня; 15 – вісь фіксатора; 16 – корпус фіксатора; 17 – штифт фіксатора; 18 – гвинт спеціальний; 19 – гвинт кріплення накладки; 20 – фіксатор внутрішній; 21 - стрижень пружинний; 21 - головка фіксатора зовнішнього [12].

### 3.4 Проектний розрахунок з'єднання гвинт-гайка

Гвинт (М16, сталь 45), гайка (М16, сталь 5, Н=17 мм).

Найбільш навантажуваним з'єднанням пристосування є з'єднання гвинт - гайка кріплення хрестовини. Перевірочний розрахунок з'єднання проводиться згідно методики проведення розрахунків, вказаних в літературі [17].

Початкові дані:

- діюче навантаження -  $F_a = 1000 \text{ Н}$ ;
- діаметр гвинта - М16;
- матеріал гвинта - сталь 45;
- висота гайки – Н=17 мм;
- матеріал гайки - сталь Ст. 5.

Робочий тиск на робочі поверхні різьби згідно [8. с. 138]:

$$p = \frac{F_a}{\pi \cdot v \cdot d \cdot d_2} \leq [p], \quad (3.3)$$

де  $v$  - коефіцієнт робочої висоти профілю різьби - для метричної різьби згідно [8, с. 138]:

$$v = 0,541$$

$$d = \frac{H}{d_2} = \frac{17}{14,701} = 1,16, \quad (3.4)$$

де  $d_2 = 14,701 \text{ мм}$  [8, т. 30];

$[p]$  - допустимий тиск на робочі поверхні різьби згідно [8, т. 32];

|      |      |          |        |      |                        |      |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|      |      |          |        |      | КРБ.605.11.00.00.000ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        | 52   |

$$[p] = 7 \text{ МПа}$$

$$p = \frac{1000}{3,14 \cdot 0,541 \cdot 1,16 \cdot 14,701^2} = 2,35 \text{ (МПа)}.$$

Оскільки  $p = 2,35 \text{ МПа} < [p] = 7 \text{ МПа}$ , то довговічність з'єднання достатня.

### 3.5 Розрахунок деталей пристрою на міцність

Для матеріалу болта знаходимо границю текучості

$$\sigma = 200...240 \text{ (МПа);} \quad (2.1)$$

Силу затягування болта приймаємо рівною  $F_z=120 \text{ Н}$  при довжині рукоятки ключа:

$$L = 15 \cdot d, \quad (2.2)$$

де  $d$  – зовнішній діаметр болта, мм.

$$d = 12 \text{ мм};$$

$$L = 15 \cdot 12 = 180 \text{ (мм)}.$$

Для зовнішнього діаметра різьби  $d=12 \text{ мм.}$ , внутрішній діаметр  $d_1=10,106 \text{ мм.}$  (ГОСТ 24705-81) [10].

Міцність болта визначають по еквівалентному напруженню:

$$\sigma_{\text{екв.}} = \sqrt{\sigma^2 + 4 \cdot \tau^2} \leq [\sigma_p], \quad (2.3)$$

|      |      |          |        |      |                        |      |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|      |      |          |        |      | КРБ.605.11.00.00.000ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        | 53   |

Нормальне напруження:

$$\sigma = \frac{4 \cdot F_z}{\pi \cdot d^2}, \quad (2.4)$$

$$\sigma = \frac{4 \cdot 120}{3,14 \cdot 10,106^2} = 1,49 \text{ (МПа)}$$

$$[\sigma_p] = \frac{\sigma_m}{n} \text{ (МПа)}$$

де n – коефіцієнт запасу міцності, при контрольованому зтягуванні;  
n = 1,2...1,5

$$[\sigma_p] = \frac{220}{1,5} = 133,3...160,0 \text{ (МПа)}$$

Дотичне напруження:

$$\tau = \frac{T_p}{W_p} = \frac{0,5 \cdot F_z \cdot d \cdot \operatorname{tg}(\beta + \phi')}{0,2 \cdot d_1^3}, \quad (2.5)$$

де d<sub>2</sub> – середній діаметр різьби, мм;

$$d_2 = 0,5 \cdot (d + d_1), \quad (2.6)$$

$$d_2 = 0,5 \cdot (12 + 10,106) = 11,05 \text{ (мм)}$$

де f' – приведений коефіцієнт тертя в різьбі;

|      |      |          |        |      |                        |      |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|      |      |          |        |      | КРБ.605.11.00.00.000ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        | 54   |

$$f' = \frac{f}{\cos \frac{\alpha}{2}}; \quad (2.7)$$

Приймаємо  $f=0,15$

$$f' = \frac{0.15}{\cos 30^\circ} = 0.173 ;$$

Приведений кут тертя в різьбі:

$$\varphi' = \arctg f'; \quad (2.8)$$

$$\varphi' = \arctg 0,173 = 9^\circ 50' ;$$

де  $\beta$  – кут підйому різьби:

$$\beta = \arctg \frac{P}{\pi \cdot d_2}; \quad (2.9)$$

$$\beta = \arctg 0,05 = 2^\circ 50'.$$

Отже,  $\tau = 0,5 \cdot 120 \cdot 11,05 \cdot \tg(2^\circ 50' + 9^\circ 50') = 149,35 \text{ МПа.}$

$$\sigma_{екв} = \sqrt{1,49^2 + 149,35^2} = 149,36 \text{ МПа.}$$

$$\sigma_{екв} = 149,36 \text{ МПа;}$$

$$[\sigma_p] = 133,3 \dots 160 \text{ МПа.}$$

Отже умова міцності виконана :

$$\sigma_{екв} \leq [\sigma_p].$$

Отже, оскільки  $149 < 160 \text{ МПа}$ , то дане з'єднання буде працювати нормально, без граничних навантажень [9, ст.89].

|      |      |          |        |      |                        |      |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|      |      |          |        |      | КРБ.605.11.00.00.000ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        | 55   |

## 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

### 4.1 Характеристика ділянки з точки зору охорони праці і техніки безпеки на ділянці

При ремонті автомобілів, ремонті, монтажі та експлуатації об'єктів на автотранспортних підприємствах широко використовується ручна праця. При її використанні існує значна небезпека травмування робітників. [21, ст.45]

Під час виконання робіт на ділянці виникають фізичні небезпечні і шкідливі виробничі фактори, зокрема, це рухомі машини, механізми, незахищені рухомі частини (елементи) виробничого обладнання, засоби для переміщення заготовки деталі, матеріали, а також хімічні небезпечні фактори, які спричиняють небезпеку травмування робітника. [21, ст.45]

Щоб уникнути або зменшити випадки виникнення травмування, спричинених цими факторами, необхідно дотримуватись основних правил технічної безпеки.

На ділянці основною є техніка безпеки при виконанні розбирально-складальних, мийно-очисних робіт і використання спеціального устаткування, пристроїв та інструментів. [21, ст.45]

При виконанні розбирально - складальних робіт потрібно дотримуватись основних вимог техніки безпеки, які заключаються в наступному.

- ділянка складання-розбирання повинна мати міцні неспалимі стіни;
- підлога повинна бути рівною, гладкою, але не слизькою;
- не можна допускати на ділянці великої кількості агрегатів і деталей, забороняється загромождувати проходи; [21, ст.45]
- агрегати і деталі, які мають масу більше 10 кг необхідно знімати, транспортувати і встановлювати за допомогою підйомно-транспортних засобів;
- розбирати агрегати, які мають пружини, дозволяється тільки на спеціальних стендах або за допомогою пристосувань;

|      |      |          |        |      |                        |      |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|      |      |          |        |      | КРБ.605.11.00.00.000ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        | 56   |

- при випресуванні деталей, які мають нерухому посадку, на пресах останні оснастити захисними решітками; [21, ст.45]

- для забезпечення електробезпеки кожне виробниче приміщення повинно бути огорожене шиною заземлення, розміщеною на 0.5 м від підлоги. Всі корпуси електродвигуна також металеві частини! обладнання замулені або заземлені:

- переносний електроінструмент можна використовувати при умові його справності при напрузі не більше 36 В.

В процесі мийно-очисних робіт потрібно дотримуватись таких умов безпеки. [21, ст.45]

Мити автомобілі, агрегати необхідно в спеціально відведених майданчиках. Двигуни та агрегати перед миттям звільняють від мастила, пального, гальмівної та охолоджувальної рідин. Миття агрегатів та деталей двигунів то працюють на етилованому бензині, потрібно здійснювати тільки після попередньої нейтралізації відкладень тетраетил ос вин цю гасом або іншими нейтралізуючими речовинами з подальшим обов'язковим промиванням гарячою водою. [21, ст.45]

Під час промивання агрегатів необхідно дотримуватись таких вимог:

- при механічному митті місце мийника повинно розташовуватися у водонепроникній кабіні;

- пост відкритого шлангового миття потрібно розміщувати в зоні, яка ізольовані від відкритих струмоведучих провідників та устаткування, що знаходиться під напругою;

- трапи, апарелі та підлоги на постах миття повинні бути шорсткою (рефлексною) поверхнею. [21, ст.56]

В процесі виконання мийно-очисних робіт з використанням лужних розчинів, кислот мийні машини та різні установки для виконання цих робіт пошиті бути обладнані місцевою вентиляцією. Крім місцевих вентиляційних підсосів на ділянці повинно бути замулення і заземлення [21, ст.56].

|      |      |          |        |      |                        |      |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|      |      |          |        |      | КРБ.605.11.00.00.000ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        | 57   |

Для захисту органів дихання шкіри, слизових оболонок очей під час виготовлення розчинів і при їх використанні слід використовувати індивідуальні засоби захисту: окуляри, рукавиці, респіратор. Розпочинаючи роботу, мийник повинен нанести на шкіру захисну пасту АВ-1. Особливу обережність необхідно зберігати при роботі з каустичною содою. [21, ст.56]

Забороняється: застосовувати для миття двигунів і агрегатів бензин та легкозаймисті матеріали; мити та знежирювати деталі без загальної припливовитяжної та місцевої вентиляції у місцях мийки двигунів, агрегатів, мийних ванн. [21, ст.56]

Правила безпеки при використанні спеціального устаткування пристроїв та інструментів. Пересувне та переносне устаткування повинно мати захвати для його переміщення. Конструкція підставок повинна забезпечувати надійність і стійкість при їх застосуванні, а також запобігти сковзанню транспортних засобів, які вставлені на них. На кожній підставці повинно бути вказано граничне допустиме навантаження. Ручні інструменти не повинні мати пошкоджень на робочих поверхнях - відколів, вибоїн; на бокових гранях у місцях затискання їх рукою - задирок та гострих ребер; на дерев'яних поверхнях ручок інструментів - сучків, задирок, тріщин; поверхня повинна бути гладкою. Дерев'яні ручки інструментів повинні мати бандажні кільця. Гайкові ключі повинні відповідати розмірам гайок та головок болтів і не мати тріщин.

Забороняється користуватися пристроями та інструментами без щоденної перевірки їх перед роботою майстром або механіком; використовувати несправні інструмент або використовувати їх не за призначенням. [21, ст.56]

При плануванні виробничих приміщень враховано санітарну характеристику виробничих процесів і дотримано норми корисної площі для працюючих а також нормативів площ для розташування устаткування і ширини проходів.

|      |      |          |        |      |                        |      |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|      |      |          |        |      | КРБ.605.11.00.00.000ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        | 58   |

З метою запобігання травматизму у виробничому приміщенні застосовані попереджувальні пофарбування будівельних конструкцій, устаткування, трубопроводів, електрошин а також знаки безпеки. [21, ст.56]

Для здорових і безпечних умов праці раціонально розташовано основне та допоміжне устаткування, виробничі меблі а також правильно організовано робочі місця. [21, ст.56]

Безпечність виробничого процесу забезпечується: правильним вибором технологічних процесів, робочих операцій та порядку обслуговування виробничого устаткування; вибрано виробниче приміщення; вибрано матеріали; організовано робочі місця; забезпечено вимоги безпеки в нормативно-технічній і технологічній документації. [21, ст.56]

При організації технологічних процесів забезпечено:

- усунення безпосереднього контакту працівників з вихідними матеріалами;
- забезпечено автоматизацію виробничих процесів;
- застосовано засоби колективного захисту;
- забезпечено пожежо та вибухобезпеку.

Вимоги техніки безпеки до виробничого обладнання дільниці:

1. Виробниче устаткування, пристрої та інструменти протягом усього періоду експлуатації повинні відповідати вимогам безпеки. [21, ст.56]
2. Небезпечні місця на дільниці огорожуються.
3. Конструкція устаткування виключає можливість їх падіння, опускання, перекидання та довільного зміщення при усіх передбачених умовах експлуатації і монтажу. [21, ст.56]
4. Кабелі повинні бути захищені від випадкового їх пошкодження.
5. Пристрої для зупинки та пуску устаткування розміщені так, щоб ними було зручно користуватися з робочого місця.
6. Поверхні пристроїв і елементи виробничого устаткування, які служать елементами небезпеки для працюючих, пофарбовані.

|      |      |          |        |      |                        |      |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|      |      |          |        |      | КРБ.605.11.00.00.000ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        | 59   |

7. Устаткування на ділянці в процесі експлуатації не забруднює виробниче середовище викидами шкідливих речовин у кількості більшій гранично допустимих значень.

8. Устаткування, яке є джерелом шуму, ультразвуку, вібрації, повинно відповідати.

9. Контрольно вимірювальні прилади утримуються у справному стані, періодично перевіряти.

10. На несправне обладнання керівник ділянки вивішує таблицю, на якій вказано, що працювати на даному устаткуванні заборонено.

11. Устаткування гідравлічне і пневматичне виконано так, щоб будь-яка небезпека, що викликана цими видами енергії була виключена.

12. Пристрої для зупинки та пуску устаткування розміщені так, щоб ними було зручно користуватися з робочого місця.

13. Електричний інструмент підлягає періодичні перевірки не менше одного разу в 6 місяців.

14. У конструкціях ручного механізованого інструменту є пристрій для його підвішування.

Раціональне розташування основного та допоміжного устаткування, виробничих меблів, а також правильна організація робочих місць мають важливе значення для здорових та безпечних умов праці. Столи, шафи, стелажі та інші виробничі меблі поставлені впритул до конструктивних елементів будівлі. До складу ділянки також ще входять допоміжні приміщення: гардероб, умивальні, туалети, їдальня. [21, ст.56]

Всі робочі місця на ділянці атестовані. Умови праці відносяться до категорії допустимих, тобто не шкодять здоров'ю автомеханіків. Мікроклімат виробничих приміщень відповідає нормам. [21, ст.56]

На ділянці безпека праці включає в себе: безпеку виробничого процесу, безпеку виробничого обладнання та безпеку трудового процесу.

|      |      |          |        |      |                        |      |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|      |      |          |        |      | КРБ.605.11.00.00.000ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        | 60   |

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, відвідує семінарські і практичні заняття, здає іспит і отримує посвідчення про допуск до відповідних видів робіт. [21, ст.56]

Крім того з працівниками проводяться інструктажі:

1. Вступний – проводиться при прийомі на роботу в кабінеті ОП, представником служби ОП з одним або декількома працівниками, робиться запис в журналі з підписами. [21, ст.56]

2. Первинний – проводиться на робочому місці керівником робіт, з одним або групою працюючих, які працюють за одним фахом.

3. Повторний – раз в півроку, 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.

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

5. Позаплановий – якщо стався нещасний випадок або при заміні обладнання і пристосувань, змінах в технологічному процесі, якщо пройшла реконструкція підприємства, а також при змінах законодавства про охорону праці. [21, ст.56]

На дільниці передбачена організована природна вентиляція. Крім того на дільниці застосовується загальнообмінна штучна витяжна вентиляція і спеціальна витяжка для видалення вихлопних газів під час роботи двигуна автомобіля в середині дільниці. Необхідну температуру в холодну пору року забезпечує загальнозаводське водяне опалення низького тиску.

Для нормальних умов праці дільниця, а особливо робоче місце повинно бути добре освітленим. При поганому освітленні людина швидко втомлюється, працює менш-продуктивно, зростає небезпека помилок і недоліків та нещасних випадків. Погане освітлення на робочому місці може привести до професійних

|      |      |          |        |      |                        |      |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|      |      |          |        |      | КРБ.605.11.00.00.000ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        | 61   |

захворювань. Наприклад короткозорості. Праця в першу чергу потребує максимального використання природного освітлення [21, ст.72]

Необхідна освітленість ділянки забезпечується забезпечується використанням суміщеного освітлення, яке складається з природнього бокового двохстороннього і штучного комбінованого. В склад штучного комбінованого освітлення входить загальне, локалізоване ( люмінесцентні лампи з робочою напругою 220 В ) а саме ЛП001 у кількості 6-ти ламп загальною потужністю 480Вт (в кожному світильнику по дві лампи ЛБ-40) і місцеве освітлення ( лампи розжарювання з робочою напругою 36 В ). Освітленість ділянки складає: робоче - 300 лк, аварійне - 2 лк , евакуаційне – 0,5 лк , охоронне – 0,5 лк , чергове – 0,5 лк... [21, ст.72]

Основними джерелами вібрації є вентиляція, електромеханічне обладнання. Джерела вібрацій ізолюються за рахунок встановлення їх на гумових або пружинних ізоляторах , внаслідок чого рівень вібрації не перевищує допустимих норм . [21, ст.72]

Сильні електромагнітні поля на ділянці 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.

#### 4.2 Протипожежна безпека ділянки

Для запобігання виникнення пожеж на ділянці проводиться пожежна профілактика, регламентована. На підприємстві створені спеціальні місця для паління. Там встановлені урни для недопалків, вивішені вогнегасники. Для гасіння пожежі на ділянці є два пожежні гідранти низького тиску, сполучені із заводським водогоном. Крім того передбачені індивідуальні засоби пожежегасіння: вогнегасники ВПП-10 – 2 шт. і ВП 5-02 - 1шт. Також на

|      |      |          |        |      |                        |      |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|      |      |          |        |      | КРБ.605.11.00.00.000ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        | 62   |

дільниці встановлено ящик з піском та два пожежних стенди, на яких розміщений пожежний інвентар: вогнегасники – 3 шт., пожежні відра та пожежний інструмент ( гаки – 3 шт., ломи –2 шт., сокири – 2 шт., совкові лопати – 2 шт.). На дільниці розміщено схему евакуації робітників з дільниці при пожежі . [22, ст.72]

### 4.3 Розрахунок захисного заземлення

Мета розрахунку заземлення – визначити кількість електродів заземлювача і заземлювальних провідників, їхніх розмірів і схеми розміщення в землі, при яких опір заземлюючого пристрою розтіканню струму або напруга дотику замиканні фази на заземлені частини електроустановок не перевищують допустимих значень. [22, ст.72]

Вихідні дані:

1. Захищуваний об'єкт - обладнання дільниці.
  2. Захищуваний об'єкт - стаціонарний.
  3. Напруга мережі - 220В.
  4. Виконання мережі - з глухо заземленою нейтраллю.
  5. Тип заземлювального пристрою - вертикальний .
  6. Розміри вертикальних заземлювачів: довжина  $v$  - 3,2 м; діаметр  $d$  - 0,025м.
  7. Глибина закладання вертикальних заземлювачів  $h_B = 0$ м.
  8. Розташування заземлювачів попередньо приймають за чотирикутним контуром при числі стержнів від 4 до 100 та в один ряд при числі стержнів від 2 до 20.
  9. Ґрунт – супісок склад однорідний, вологість нормальна, агресивність нормальна.
  10. Кліматична зона – II.
- Розв'язок:

|      |      |          |        |      |                        |      |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|      |      |          |        |      | КРБ.605.11.00.00.000ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        | 63   |

1. Визначаємо характеристику навколишнього середовища в опоряджувальному цеху: за пожежною небезпекою згідно з ПУЕ воно відноситься до класу П – 11; за вибухонебезпекою згідно з ПУЕ - до класу В – 1; за ступенем ураження електричним струмом – без підвищеної та особливої небезпеки. [22, ст.72]

2. Визначаємо  $R_d$  - допустиме значення опору розтіканню струму в заземлювальному пристрої  $R_d < 4 \text{ Ом}$ .

3. Визначаємо  $K_{с.в.}$  – приблизне значення питомого опору ґрунту, що рекомендується приймаємо  $\rho_{табл.} = 300 \text{ Ом} \cdot \text{м}$ .

4. Визначаємо  $K_{с.в.}$  - коефіцієнт сезонності для вертикальних заземлювачів, для даної кліматичної зони П. приймаємо  $K_{с.в.} = 1,5$  [22, ст.72]  
Визначаємо значення  $K_{с.г.}$  - коефіцієнт сезонності для горизонтального заземлювача згідно з кліматичною зоною. приймаємо  $K_{с.г.} = 3,5$ .

5. Визначаємо  $\rho_{розр.в.}$  -- розрахунковий питомий опір ґрунту для вертикальних заземлювачів:

$$\rho_{розр.в.} = \rho_{табл.} \cdot K_{с.в.}; \quad (4.1)$$

де  $\rho_{табл.}$  – приблизне значення питомого опору,  $K_{с.в.}$  – коефіцієнт сезонності для вертикальних заземлювачів.

$$\rho_{розр.в.} = 300 \cdot 1,5 = 450 \text{ (Ом.)}$$

6. Визначаємо  $\rho_{розр.г.}$  – розрахунковий питомий опір ґрунту для горизонтальних заземлювачів.

$$\rho_{розр.г.} = \rho_{розр.в.} \cdot K_{с.г.}; \quad (4.2)$$

де  $\rho_{розр.г.}$  – приблизне значення питомого опору;  $K_{с.г.}$  – коефіцієнт сезонності для горизонтального заземлювача;

$$\rho_{розр.г.} = 450 \cdot 3,5 = 1575 \text{ (Ом.)}$$

7. Визначаємо  $R_v$  – опір розтікання струму в одному вертикальному заземлювачі.

$$R_v = \frac{\rho_{р.в.}}{\pi l_B} \left( \ln \frac{2l_B}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t + l_B}{4t - l_B} \right); \quad (4.3)$$

|      |      |          |        |      |                        |      |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|      |      |          |        |      | КРБ.605.11.00.00.000ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        | 64   |

$$R_v = \frac{450}{3,14 \cdot 3,2} \left( \ln \frac{2 \cdot 3,2}{0,025} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 0,5 + 3,2}{4 \cdot 0,5 - 3,2} \right) = 370 \text{ (Ом.)}$$

8. Визначаємо пт.в. теоретична кількість вертикальних заземлювачів без врахування коефіцієнта використання.  $\eta_{в.в.}$ .

$$\text{пт.в.} = \frac{R_v}{R_d \cdot \eta_{в.в.}}; \quad (4.4)$$

де  $R_v$  – опір розтікання струму в вертикальних заземлювачах;

$R_d$  – допустиме значення опору розтікання струму в заземлювальному пристрої.

$$\text{пт.в.} = \frac{370}{4 \cdot 1} = 93 \text{ (шт.)}$$

10. Визначаємо пт.в. – коефіцієнт використання вертикальних заземлювачів при розташуванні їх згідно вихідних даних або за чотирикутним контуром при числі заземлювачів пт.в. = 13 та при відсутності  $L_v/l_v = 1$  приймаємо  $\eta_{т.в.} = 0,41$ . [22, ст.72]

11. Визначаємо  $\eta_{т.в.}$  – необхідна кількість штук вертикальних однакових заземлювачів з врахуванням коефіцієнта використання  $\eta_{в.в.}$ .

$$\text{пн.в.} = \frac{R_v}{R_d \cdot \eta_{т.в.}} \quad (4.5)$$

$$\text{пн.в.} = \frac{370}{4 \cdot 0,41} = 213 \text{ (шт.)}$$

12. Визначаємо  $R_{\text{розр.в.}}$  – розрахунковий опір розтікання струму у вертикальних заземлювачах при пн.в. = 19(шт) без врахування з'єднувальної стрічки

$$R_{\text{розр.в.}} = \frac{R_v}{n_{п.в.} \cdot \eta_{т.в.}}; \quad (4.6)$$

де пн.в. – коефіцієнт використання вертикальних заземлювачів;

$R_v$  – опір розтікання струму в вертикальних заземлювачах;

$$R_{\text{розр.в.}} = \frac{370}{213 \cdot 0,41} = 4 \text{ (Ом)}$$

13. Визначаємо  $L_v$  – відстань між вертикальними заземлювачами за відношенням  $L_v/l_v = 1$ , звідси :

|      |      |          |        |      |                        |      |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|      |      |          |        |      | КРБ.605.11.00.00.000ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        | 65   |

$$L_{\text{в.}} = 1 \cdot \ell_{\text{в.}}; \quad (4.7)$$

де  $\ell_{\text{в.}}$  – довжина вертикального електрода;

$$L_{\text{в.}} = 1 \cdot 3,2 = 3,2 \text{ (м)}$$

14. Визначаємо  $L_{\text{з.с.}}$  – довжина з'єднувальної стрічки горизонтального заземлення. [22, ст.84]

$$L_{\text{з.с.}} = 1,05 \cdot L_{\text{в.}}(n_{\text{н.в.}} - 1); \quad (4.8)$$

де  $n_{\text{н.в.}}$  – необхідна кількість штук вертикальних заземлювачів;  $L_{\text{в.}}$  – відстань між вертикальними заземлювачами;

$$L_{\text{з.с.}} = 1,05 \cdot 3,2(21 - 1) = 71 \text{ (м)}$$

15. Визначаємо  $R_{\text{г.з.с.}}$  – опір розтікання струму в горизонтальному заземлювачі (з'єднувальній стрічці).

$$R_{\text{г}} = \frac{\rho_{\text{р.з.}}}{2\pi L_{\text{з.с.}}} \ln \frac{2L_{\text{з.с.}}}{d \cdot t}; \quad (4.9)$$

$$R_{\text{г}} = \frac{1575}{2 \cdot 3,14 \cdot 712} \ln \frac{2 \cdot 506944}{0,025 \cdot 0,5} = 7 \text{ (Ом)}$$

16. Визначаємо  $\eta_{\text{в.г.}}$  – коефіцієнт використання горизонтальних заземлювачів при розташуванні вертикальних заземлювачів згідно з вихідними значеннями або за чотирикутним контуром при відношенні  $L_{\text{в.}}/\ell_{\text{в.}} = 1$  та необхідної кількості вертикальних заземлювачів  $n_{\text{н.в.}} = 93$  приймаємо  $\eta_{\text{в.г.}} = 0,22$ . При паралельно включених горизонтальних заземлювачах  $\eta_{\text{в.г.}}$  визначають. [22, ст.84]

17. Визначаємо  $R_{\text{розр.г.}}$  – розрахунковий опір розтікання струму в горизонтальних заземлювачах (з'єднуючій стрічці).

$$R_{\text{розр.г.}} = \frac{R_{\text{г.з.с.}}}{N_{\text{г}} \cdot \eta_{\text{в.г.}}}; \quad (4.10)$$

де  $R_{\text{г.з.с.}}$  – опір розтікання струму в горизонтальному заземлювачі;  $\eta_{\text{в.г.}}$  – коефіцієнт використання горизонтальних заземлювачів;

$$R_{\text{розр.г.}} = \frac{7}{1 \cdot 0,22} = 32 \text{ (Ом)}$$

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

|      |      |          |        |      |                        |      |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|      |      |          |        |      | КРБ.605.11.00.00.000ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        | 66   |

$$R_{\text{розр.в.г.}} = \frac{R_{\text{розр.в.}} \cdot R_{\text{розр.г.}}}{R_{\text{розр.в.}} + R_{\text{розр.г.}}} ; \quad (4.11)$$

де  $R_{\text{розр.в.}}$  – розрахунковий опір розтікання струму у вертикальних заземлювачах;

$$R_{\text{розр.в.г.}} = \frac{4 \cdot 32}{4 + 32} = 4 \text{ (Ом)}$$

19. Вибираємо матеріал та поперечний перетин з'єднувальних провідників вибираємо алюмінієві  $S_{\text{м.}} = 6 \text{ мм}^2$  провідники. [22, ст.84]

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

|      |      |          |        |      |                        |      |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|      |      |          |        |      | КРБ.605.11.00.00.000ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        | 67   |

## ВИСНОВОК

При виконанні кваліфікаційної роботи бакалавра я удосконалив ТП ТО і ремонту карданної передачі автомобіля DAF-XF105. В загально-технічному розділі описана технічна характеристика автомобіля DAF-XF105, конструкція та принцип роботи карданної передачі автомобіля DAF-XF105.

В технологічному розділі описано технологічний процес зняття карданного вала з автомобіля, технологічний процес розбирання карданного вала, можливі несправності карданної передачі та методи їх усунення, дефектування деталей карданної передачі і пропозиції щодо способів усунення дефектів. Розроблено технологічний процес складання і балансування карданного валу, технологію встановлення карданного вала на автомобіль, розроблено технологічний процес ремонту проміжної опори карданної передачі автомобілів DAF-XF105. Описано можливі дефекти деталей карданних передач, причини їх виникнення і способи усунення, критерії граничного стану карданної передачі.

В конструкторському розділі проведено аналіз початкових даних і порядок проектування пристосування, розрахунок рентабельності застосування пристосувань, будови, принципу дії і застосування пристосування, проектний розрахунок з'єднання гвинт-гайка.

В розділі охорони праці та безпеки життєдіяльності подана характеристика ділянки з точки зору охорони праці і техніки безпеки на ділянці, протипожежна безпека ділянки та розраховано захисне заземлення.

|      |      |          |        |      |                               |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <i>КРБ.605.11.00.00.000ПЗ</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                               | 68   |

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Венгер М.П., Заверуха Р.Р., Курус В.М. Методичні вказівки до підготовки і виконання кваліфікаційної роботи бакалавра для здобуття освітнього ступеня «бакалавр» за освітньо-професійною програмою «Автомобільний транспорт», спеціальності 274 «Автомобільний транспорт», галузі знань 27 «Транспорт». Тернопіль: ВСП «ТФК ТНТУ», 2023. 48 с.

2. Верещак Ф.П. Абелевич Л.А. Проектування авторемонтних підприємств. Довідник інженера механіка. Київ: Транспорт. 2015. 328с.

3. Колебанов Б.В. Проектування виробничих діляниць авторемонтного підприємства. Київ: Транспорт. 2015. 296с.

4. Власов І.П. Техніко-економічні показники авторемонтних заводів. Київ: Аверс. 2015.

5. Шахнес В.В. Обладнання для ремонту автомобілів. Київ: Транспорт 2018. 341с.

6. Малинович В.А. Довідник технолога авторемонтного підприємства Київ: Транспорт 2017. 407с.

7. Ямпольський М.М. Проектування автомобільних заводів Київ: Машинобудування. 2004. 511с.

8. Апанасенко В.С. Проектування авторемонтних підприємств. Київ: Вища школа. 2018. 238с.

9. Румянцева Т.М. Ремонт автомобілів. Київ: Транспорт 2011. 462с.

10. Закордонець М.М. Довідник металіста. Київ: Аверс. 2014. 547с.

11. Корнелюк Й.А. Методичні вказівки до виконання дипломних проектів з економічних питань. Львів: ДУ «Львівська політехніка». 2016. 56с.

12. Карданні передачі автомобілів DAF-XF105 URL: [https://www.youtube.com/%2Fwatch%3Fv%3D\\_VfdZGlGPow&usg=AOvVaw0iJ8DcB1DMRnNyP7ZXZJTW](https://www.youtube.com/%2Fwatch%3Fv%3D_VfdZGlGPow&usg=AOvVaw0iJ8DcB1DMRnNyP7ZXZJTW) (дата звернення 7.03.2025).

|      |      |          |        |      |                        |      |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|      |      |          |        |      | КРБ.605.11.00.00.000ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        | 69   |

13. Автомобілі вантажних перевезень. URL:<https://www. autoruk.ua%2Fmaz%2Ftransmissiya%2Fkonstruktsiya-i-remont-kardana-maz&usg=AOvVaw1XaloA1Ac-dC3mIF9Jkgpu> (дата звернення 2.03.2025).

14. Карданні передачі вантажних автомобілів. URL:<https://www. maz-auto.info%2Fremont-agregatov-uzlov-i-detalejj-avtomobilya-maz%2Fsnyatie-i-ustanovka-kardannogo-vala%2F&usg=AOvVaw1> (дата звернення 27.05.2025).

15. Ремонт вантажних автомобілів. URL:<https://www.remont-gruzovykh-avtomobiley%2Fmaz%2F&usg=AOvVaw2ydEiyn3TRydr2ESPfaHzO> (дата звернення 22.05.2025).

16. Діагностика неполадок карданних валів URL:[https://www.google.com&cid=CAASERo6QlwlGxxMZPo5ZO0yyhQYW8&sig=AO D64\\_3ONgDEO\\_CmCUr3aNpeKzzYc02m1Q&q&adurl&ved=2ahUKEwj9jazL9qz1AhVPsKQKHbwBAW8Q0Qx6BAgFEAE](https://www.google.com&cid=CAASERo6QlwlGxxMZPo5ZO0yyhQYW8&sig=AO D64_3ONgDEO_CmCUr3aNpeKzzYc02m1Q&q&adurl&ved=2ahUKEwj9jazL9qz1AhVPsKQKHbwBAW8Q0Qx6BAgFEAE) (дата звернення 18.04.2025).

18. Ремонт та технічне обслуговування карданних валів. URL:<https://www.Remont-kardannyh-valov maz.html&usg=AOvVaw27Uuk1a> (дата звернення 13.03.2025).

19. Карданні вали вантажних автомобілів. URL: <https://www.kardannyj-val maz%2F&usg=AOvVaw1elwxint0ZWbamBk> (дата звернення 7.03.2025).

20. Автосервіс вантажних автомобілів URL: [https://www. avservice.by%2Fdirectory%2Fbrest%2Fremont-kardannogo-vala%2Fmaz&usg=AOvVaw11qFFCmiBbj4\\_u4XctLXTt](https://www. avservice.by%2Fdirectory%2Fbrest%2Fremont-kardannogo-vala%2Fmaz&usg=AOvVaw11qFFCmiBbj4_u4XctLXTt) (дата звернення 6.01.2025).

21. Кучерявий В. П. Охорона праці. Львів: Оріяна - Нова, 2017. 360с.

22. Чернявська В.О. Основи безпечної праці. Київ: ТОВ «ПРОПАПІР», 2023. 345с.

|      |      |          |        |      |                        |      |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|      |      |          |        |      | КРБ.605.11.00.00.000ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        | 70   |