

Хмельницький національний університет
Факультет інженерії, транспорту та архітектури
Кафедра трибології, автомобілів та матеріалознавства

Пояснювальна записка до дипломної роботи бакалавра

Галузь знань: 13 «Механічна інженерія»

Спеціальність: 132 «Матеріалознавство»

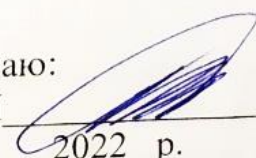
Освітньо-професійна програма: «Відновлення та технічний сервіс автомобілів»

на тему: «Дослідження зносостійкості відновленої півосі заднього мосту
автобуса Ikarus-415»

Шифр: ДРМТВА 22.19070.000. ПЗ

Виконав: студент 3 курсу, група МТВАс -19-2  В.В. Корзун

Керівник  к.т.н., доц. О.Ю. Рудик

До захисту допускаю:
Зав. кафедри ТАМ  Диха О.В.

1 06 2022_р.

Хмельницький, 2022 р.

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерної механіки
Кафедра трибології, автомобілів та матеріалознавства

Освітньо-кваліфікаційний рівень: спеціаліст
Галузь знань: 13 «Механічна інженерія»
Спеціальність: 132 «Матеріалознавство»
Спеціалізація: «Відновлення та технічний сервіс автомобілів»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав.кафедрою ТАМ


Диха О.В. _____

"_20_" квітня 2022 р. _____

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Корзуну Вадиму Вікторовичу

1. Тема проекту:

«Дослідження зносостійкості відновленої півосі заднього мосту автобуса Ikarus-415»

керівник проекту: Рудик Олександр Юхимович, к.т.н., доц.

Затверджено наказом університету від 1 березня 2022р. № 18

2. Строк подання студентом проекту на кафедру: 10.06.2022 р.

3. Вихідні дані до проекту:

- 1) *Технічні умови на технологію відновлення півосі заднього мосту автобуса Ikarus-415.*
- 2) *Річна програма відновлення півосі.*
- 3) *Результати літературного огляду і патентного пошуку.*

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. *Автобуси Ikarus. Технічний опис*
2. *Ремонт мостів і півосей*
3. *Матеріал півосі, аналіз її конструкції та умов роботи*
4. *Організація робочого місця для технічного забезпечення технологічного процесу*
5. *ТП залізнення шийки під сальник півосі*
6. *Відновлення шліців півосі по ширині накочуванням роликками*
7. *Дослідження зносостійкості півосі*

5. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

6. Дата видачі завдання: 20 квітня 2022р.


КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітки
1	Огляд літературних джерел	01.05.2022	
2	Автобуси Ikarus. Технічний опис. Ремонт мостів і півосей	05.05.2022	
3	Матеріал півосі, аналіз її конструкції та умов роботи	10.05.2022	
4	Організація робочого місця для технічного забезпечення технологічного процесу	15.05.2022	
5	ТП залізнення шийки під сальник півосі. Відновлення шліців півосі по ширині накочуванням роликками	22.05.2022	
6	Дослідження зносостійкості півосі	30.05.2022	
7	Оформлення презентаційних матеріалів	05.06.2022	

Студент


Корзун В.В.

Керівник роботи


Рудик О.Ю.

РЕФЕРАТ

Обсяг пояснювальної записки – 95 сторінок, кількість рисунків – 19, таблиць – 6, додатків – 1, кількість джерел згідно із переліком посилань – 25.
Студент гр. МТВАс-19-2 Корзун В.В.

Тема «Дослідження зносостійкості відновленої півосі заднього мосту автобуса Ikarus-415»

Дана бакалаврська дипломна робота присвячена дослідженню зносостійкості відновленої півосі заднього мосту автобуса Ikarus-415 з розробкою відповідного технологічного процесу.

В дипломній роботі вирішувались наступні завдання:

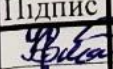
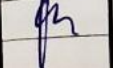


1. Навести параметри сталі 38ХГСА. Проаналізувати конструкцію півосі та умови її роботи. Розробити карту дефектації, маршрут, технологічний процес та нормування операцій для відновлення півосі.
2. Здійснити організацію робочого місця для технічного забезпечення технологічного процесу: визначити норми витрат матеріалів на відновлення півосі та спроектувати відповідну дільницю.
3. Дослідити зносостійкість зразків зі сталі 38ХГСА до і після її електролітичного натирання.

Перелік ключових слів: автобус Ikarus-415, задній міст, піввісь, сталь 38ХГСА, накочуванням роликками, електролітичне натирання, зносостійкість.

Зміст

Вступ.....	6
1 Автобуси Ikarus. Технічний опис	7
1.1 Створення та історія моделі Ikarus.....	7
1.2 Технічні характеристики автобуса Ikarus-415	8
1.3 Трансмісія та обслуговування.....	9
1.3.1 Диференціал: призначення, вимоги, класифікація і короткий аналіз	11
1.3.2 Півосі: призначення.....	11
2 Ремонт мостів і півосей.....	13
2.1 Знімання та заміна півосей.....	13
2.2 Ремонт і заміна колісного редуктора	16
2.3 Знімання та установка коронної шестірні та її опори.....	18
3 Матеріал півосі, аналіз її конструкції та умов роботи.....	20
3.1 Параметри сталі 38ХГСА	20
3.2 Аналіз конструкції півосі та умов її роботи	22
3.3 Розробка маршрутів відновлення півосі	23
3.4 Нормування технологічних операцій.....	23
4 Організація робочого місця для технічного забезпечення технологічного процесу (ТП).....	30

ДРМТВА 22.19070.000. ПЗ

Зм.	Арк.	Недокум.	Підпис	Дата	Літера	Аркуш	Аркуші
Виконав		Корзун В.В.			У	4	95
Перевір.		Рудик					
Н.контр.		Бабак					
Затвер.		Диха					

Дослідження зносостійкості
відновленої півосі заднього
мосту автобуса Ikarus-415

ХНУГр.МТВАс-19-2

4.1	Норми витрат матеріалів на відновлення півосі
4.2	Організація дільниці для відновлення півосі
5	ТП залізнення шийки під сальник півосі
5.1	Сутність процесу нанесення гальванічних покриттів
5.2	ТП нанесення гальванічних покриттів.....
5.3	Електролітичне натирання
5.4	Обладнання для електролітичного натирання
5.5	Організація робочих місць і техніка безпеки
6	Відновлення шліців півосі по ширині накочуванням роликami
7	Дослідження зносостійкості півосі
7.1	Методи вимірювання зносу деталей і спряжень
7.2	Машини тертя
7.3	Радіальна сила притиску сальника до півосі
7.4	Розрахунок частоти обертання півосі
7.5	Методика проведення випробувань, результати.....
	Висновки по роботі.....
	Список літератури.....
	Додатки.....

					ДРМТВА 22.19070.000. ПЗ			
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата	Дослідження зносостійкості відновленої півосі заднього мосту автобуса Ikarus-415	Літера	Аркуш	Аркушів
Виконав	Корзун В.В.						4	
Перевір.	Рудик					ХНУгр.МТВАс-19-2		
Н.контр.	Бабак							
Затвер.	Диха							

Вступ

Актуальність теми. Автобус Ikarus – один з найбільш задіяних транспортних засобів масових пасажирських перевезень. Його працездатність залежить від стану багатьох вузлів і деталей, у тому числі й від півосі заднього мосту, яка служить для передачі крутного моменту від диференціала до привідних коліс. Тому дана робота присвячена розробці технологічного процесу відновлення півосі та дослідженню її зносостійкості.

Новизна роботи. Проаналізована конструкція півосі та умови її роботи. Розроблені карта дефектації, маршрут, технологічний процес та нормування операцій для відновлення півосі. Описані методи вимірювання зносу деталей і спряжень, для випробування на зношування розглянута машина тертя MI-1. Наведені відповідні схеми і проведені розрахунки радіальної сили притиску сальника до півосі, частоти її обертання. Досліджена зносостійкість зразків зі сталі 38ХГСА до і після відновлення півосі. Встановлено, що електролітичне натирання півосі підвищує її зносостійкість у 1,22 рази.

Можливість використання висновків і рекомендацій у наукових дослідженнях та на практиці: запропонований технологічний процес відновлення півосі та досліджена її зносостійкість:

- для відновлення зношених шийок під сальник півосі застосоване гальванічне нарощування – електролітичне натирання;
- відновлення шліців по ширині проводиться накочуванням роликами.

					ДРМТВА 22.19070.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

1 Автобуси Ikarus. Технічний опис

1.1 Створення та історія моделі Ikarus

Основною сферою діяльності автобусного транспорту загального користування є маршрутні перевезення пасажирів, які становлять від загального обсягу перевезень і від загального пасажирообороту, виконуваного в країні, відповідно 88 і 83 % [1].

У загальному парку автобусів відчувається потреба в автобусах особливо великого класу, вкрай необхідних для міських і приміських перевезень, а також автобусів для міжміських перевезень [1].

Автобус Ikarus як засіб масових перевезень по автомобільних дорогах внаслідок своєї високої адаптивної здатності придатний для виконання численних і різноманітних транспортних задач. Область його використання досить велика – він є одним з найбільше широко використовуваних транспортних засобів масових пасажирських перевезень по автомобільних дорогах [1].

Ikarus-415 — міський автобус виробництва угорської компанії IKARUSBUS Kft. Натхнений успіхом сімейства 200, в 1970 р. автомобільний завод IKARUSBUS почав розробку нової серії міських і приміських автобусів 400-ї серії. Після декількох років експериментів шість дослідних зразків були випробувані паралельно [2].

Перший екземпляр був випущений в 1979 р. Нарешті, в 1982 р. публіка змогла познайомитися з новою моделлю – 410. Прототип автобуса прибув у Печ, але був списаний у результаті пожежі. Інші прототипи були розкидані по усій Угорщині [2].

Перше відносно велике замовлення зробила «Будапештська Транспортна Компанія» – вона придбала дві партії (30 екземплярів) Ikarus-415 в 1987 і 1988 р.р.. Перші автобуси прибули з двигуном D12, але через проблеми з головкою циліндрів більшість автобусів були оснащена двигуном Raba D11, розробленим разом з австрійським LIST [2].

Автобуси перетерпіли значні зміни після прибуття другої серії, коли оригінальні двигуни були поступово замінені на DAF, а замість прازьких

						ДРМТВА 22.19070.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата			

трансмисій були встановлені трансмісії ZF і Voith, задній міст, відомий як Ikarus-200, був замінено на ZF [2].

Автобуси для більшої поінформованості пасажирів отримали дисплей FOK-Guett усередині й зовні, замість старих сидінь вони одержали місця, які стали потім звичними для 400-ї серії. На практиці також можна сказати, що автобуси, які були придбані пізніше, були уніфіковані, але від самих пізніх серій їх все-таки можна відрізнити за передньою панеллю й широким заднім дверям. Цікаво відзначити, що номер модифікації також був змінений і на заводській табличці позначався як 415.14 або 415.15 (залежно від трансмісії), але початкове позначення типу залишилося у номері шасі [2].

Друга серія 415-х почала вироблятися у 1992 р. на замовлення «Будапештської Транспортної Компанії». У 1992 р. у Будапешт було поставлено 30 автобусів, у 1993 р. — 1993 автобусів, в 1994 р. — 1994 підтипів 415.14 і 415.15. Порівняно з першою серією, в автобусів з'явилося роздвоєне вітрове скло, оновлений ніс, вужчі задні двері й традиційні система посадки. В 1999 і 2000 р.р. було відремонтовано 50 автобусів, які отримали інформаційну систему для пасажирів FOK-Guett, зелені поручні, плюшеву обробку сидінь та електронні пристрої для продажу квитків [2].

Автобуси даної комплектації, крім Угорщини, поставлялися в Польщу (64 екземпляра), Німеччину, Фінляндію і Словаччину (50 екземплярів) [2].

Третя серія 415-х вироблялася з 1997 р. й виявилася навіть успішнішою, ніж повністю низькопідлоговий Ikarus-412. На Франкфуртському автосалоні в 1999 р. Ikarus представив автобуси 400-ї серії з новими передніми панелями. Також, в 1997-2002 р.р. випускався тролейбус Ikarus-415T [2].

1.2 Технічні характеристики автобуса Ikarus-415

Ikarus-415 — це двоосьовий автобус з несучим кузовом, концептуально заснований на його попереднику, Ikarus-260. Задня вісь — ведуча, двигун і коробка передач розташовані під підлогою в передній частині автобуса [2]. Кабіна водія відділена від салону перегородкою (рис. 1.1).

					ДРМТВА 22.19070.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 1.1 – Ikarus-415

Кузов несучий підвищеної корозійної стійкості. Гальма пневматичні барабанні. Мости конструктивно пристосовані для монтажу антиблокувальної та протибуксувальної систем гальм. Підвіска залежна, пневматична із клапанами, що регулюють положення кузова відносно дороги. Салон опалюється повітрям від системи охолодження двигуна, також є незалежний нагрівник. Порівняно з 200-ю серією в Ikarus-415 сучасніше компонування, що дозволило понизити підлогу до рівня 740 мм [2].

Деякі автобуси були обладнані інформаційною системою для пасажирів (FOK-Gyem), яка включає номер рейсу й пункт призначення на передній і бічній стороні транспортного засобу, точний час у салоні, номер рейсу, дану й наступну зупинку, а також невеликий дисплей на задній частині автобуса [2].

1.3 Трансмсія та обслуговування

Спочатку автобуси комплектувалися 5-ступінчастою механічною коробкою передач ZF з кулісним приводом і синхронізатором інерційного типу. З 1980 року їй на зміну прийшла більш досконала 6-ступінчаста КПП. Коробка може бути встановлена на автобус як окремо від двигуна, так і в одному блоці з двигуном у горизонтальному положенні [3].

Задній міст ведучий, складається з одинарного центрального редуктора, півосей і двох колісних редукторів. Прийнята конструкція й кінематична схема передачі крутного моменту дозволяють розділити момент у центральному редукторі й направити до колісних редукторів, тим самим розвантаживши диференціал і півосі від збільшеного моменту, який передається при

						ДРМТВА 22.19070.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата			

двоступінчастій схемі головної передачі заднього мосту. Застосування колісної передачі дозволяє шляхом зміни кількості зубів циліндричних шестірень колісного редуктора одержати ряд різних передаточних чисел, що робить задній міст придатним для використання на різних модифікаціях автобусів [3].

Автобуси дуже зручні в обслуговуванні. Уздовж бортів, у задній частині кузова, передбачені відсіки для акумуляторних батарей, повітряного фільтра, автономного підігрівника й іншого обладнання [3].

При різких температурних перепадах і в умовах підвищеної вологості корозійна стійкість панелей кузова виявляється не на висоті. Але, незважаючи на це, автобуси справно служать десятиліттями! Звичайно, не обходиться без дрібних зварювальних робіт і що дуже важливо при експлуатації в наших умовах: арки коліс і днище оброблені спеціальним поліуретановим складом, який також служить додатковою шумоізоляцією [3].

Згідно із правилами експлуатації, ТО-1 автобусів Ikarus потрібно проводити через кожні 2600 км пробігу, ТО-2 – через 13000, СО – два рази в рік. Капітальні ремонти автобусів Ikarus проводять автопідприємства й автомайстерні самостійно [3].

За час виробництва було створено більше 30 модифікацій, які мали зовсім незначні зміни у конструкції, здебільшого це були удосконалення моделі, технічна характеристика лишилася незмінною [4].

Силова передача (трансмсія) служить для передачі крутного моменту від колінчастого вала двигуна до ведучих коліс автомобіля. Вона складається з коробки передач, механізму зчеплення, карданної передачі, головної передачі, диференціала і півосей, з'єднаних з маточинами ведучих коліс [5].

Головною передачею називають шестерінчастий механізм, який підвищує передаточне число трансмісії автомобіля [6].

Головна передача з диференціалом і півосями здійснює привод до ведучих коліс. Схема привода залежить від типу напрямного пристрою підвіски [6, 7].

1.3.1 Диференціал: призначення, вимоги, класифікація і короткий аналіз

					ДРМТВА 22.19070.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Диференціал – механізм трансмісії автомобіля, який розподіляє підведений до нього обертовий момент між вихідними валами і забезпечує їх обертання з різними кутовими швидкостями [5, 7].

До конструкції диференціала висуваються такі вимоги [5, 7]:

- здійснення пропорційного розподілу обертових моментів між осями; для підвищення прохідності автомобіля розподіл моментів по окремих колесах і мостах має здійснюватися пропорційно їх вертикальним реакціям;
- забезпечення різної частоти обертання ведучих коліс при повороті автомобіля, русі його по нерівній дорозі та в інших випадках;
- невеликі габарити (дотримання габаритних розмірів має особливе значення, оскільки диференціали монтуються переважно в середині головної передачі або роздавальної коробки).

1.3.2 Півосі: призначення

Служать для передачі крутного моменту від диференціала до привідних коліс. Крім того, піввісь може сприймати згинаюче навантаження від сил, діючих на колесо. Таке навантаження створюють передавана на піввісь частина маси автомобіля, а також сили, які з'являються внаслідок [5]:

- реакції дороги;
- поштовхів, що викликаються нерівностями дороги;
- відцентрових сил при поворотах;
- бічного ухилу дорожнього полотна.

Залежно від способу установки розрізняють піврозвантажені і розвантажені півосі. На всіх легкових автомобілях застосовуються піврозвантажені, а на вантажних автомобілях та автобусах – розвантажені напівосі. У піврозвантаженої півосі підшипник встановлюють між піввіссю та її кожухом. У разі повністю розвантаженої півосі всі згинаючі моменти сприймаються підшипниками, встановленими між маточиною колеса і кожухом півосі, а піввісь передає лише крутний момент [5].

					ДРМТВА 22.19070.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

2 Ремонт мостів і півосей

2.1 Знімання та заміна півосей

1. До початку зняття автобус потрібно поставити на рівну горизонтальну поверхню й ретельно очистити робочий майданчик. Зняття півосей можна виконувати й без вивіщування коліс. Ця операція виконується у випадку їх зношування або ушкодження. Кожне зауваження, яке дозволяє зробити висновок про ушкодження або зношування півосей, повинне бути ретельно перевірене [8].

2. Повернути колесо у таке положення, щоб пробка 27 (рис. 2.1) опинилася у нижньому положенні. Відкрутити пробку й спустити мастило з маточини колеса. При цьому вжити заходів, щоб мастило не потрапило на шини [8].

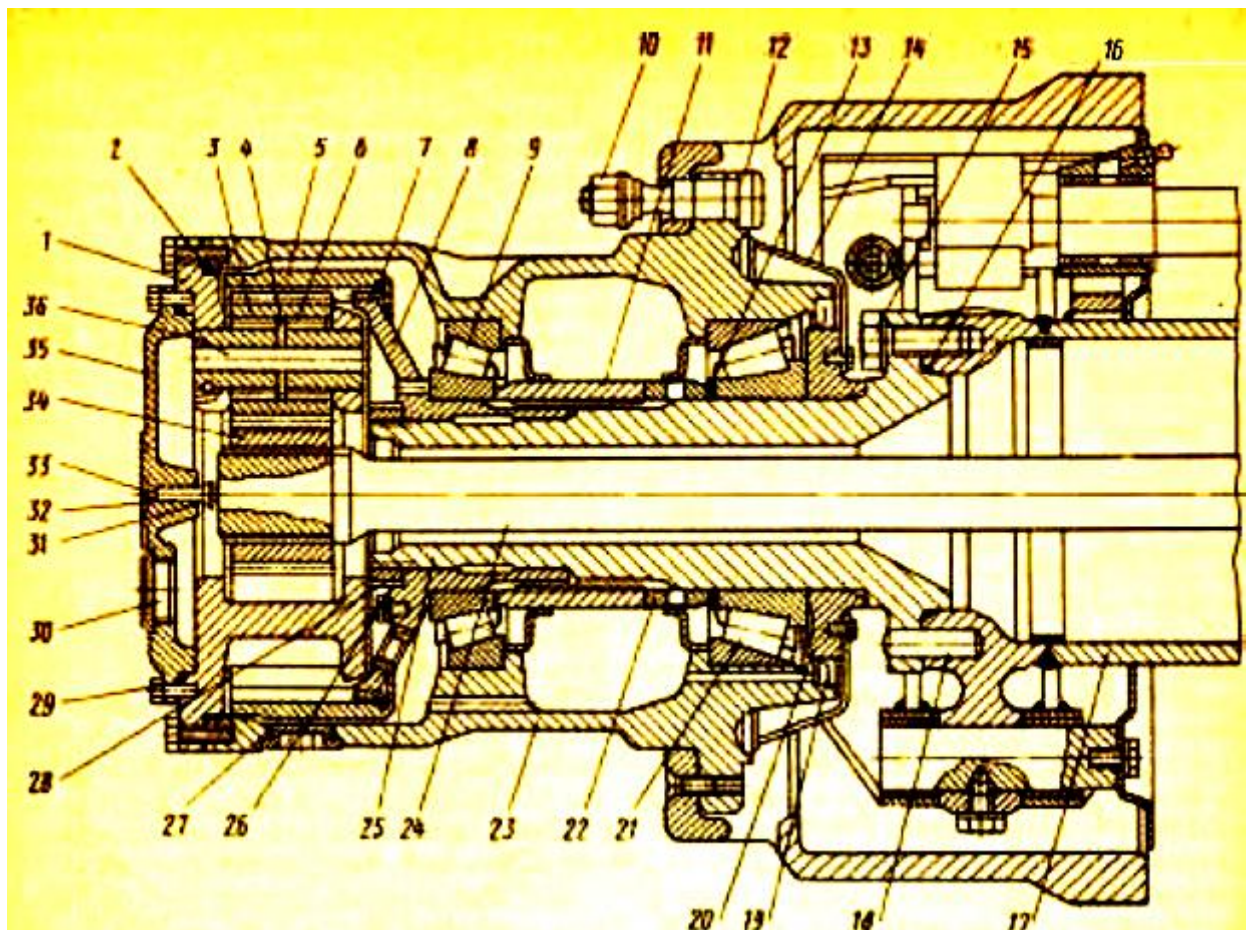
3. Викрутити болти кріплення кришки 35 і зняти її. За допомогою пристосування (сталевого дроту, вигнутого монтажної лопатки тощо), прикладеного до опорного пальця на конусі півосі 24, витягнути її разом із сонячною шестірнею [8].

4. Якщо опорний палець вийшов з отвору півосі, підібрати болт М12 відповідної довжини, вкрутити його у різьбовий отвір і спробувати витягнути піввісь [8].

5. Якщо описаний спосіб не дав результату, операцію потрібно виконати з використанням знімача, як це наведено на рис. 2.2. У комплект пристосування входить додатковий болт М12, який укручують в отвір півосі. Потім на нього накладають муфту, що складається з двох частин; затягують рифлену втулку й, повертаючи ходовий гвинт вправо й уліво, витягають піввісь [8].

6. Зняту піввісь разом із сонячною шестірнею оглянути. Якщо піввісь необхідно замінити, зняти сонячну шестірню й установити її на нову піввісь, ввести опорні пальці в отвори на обох кінцях півосі. При цьому необхідно стежити за тим, щоб під час забивання опорного пальця з головкою між нею й кінцем півосі залишався зазор 3 мм (тільки при цій умові можливо демонтувати піввісь за допомогою знімача [8]).

						ДРМТВА 22.19070.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата			



1 — водило; 2 — ущільнення; 3 — сателіт; 4 — розділювальне кільце; 5 — корончата шестірня; 6 — роликовий циліндричний підшипник; 7 — стопорне кільце; 8 — опора корончатої шестірні; 9, 21 — конічні роликові підшипники; 10 — гайка колісного болта; 11 — розпірна шліцьова втулка; 12 — болт колісного диска; 13 — регулювальні прокладки; 14 — обойма сальника; 15 — болт із шестигранною головкою; 16 — ущільнення; 17 — балка мосту; 18 — посадковий штифт; 19 — пружинний сальник; 20 — упорне кільце; 22 — проставка; 23 — маточина колеса; 24 — піввісь; 25 — цапфа; 26 — стопорна пластина; 27 — пробка мастилозливного отвору; 28 — гайка опори корончатої шестірні; 29 — ущільнення; 30 — пробка мастилозливного отвору; 31 — головка опорного пальця; 32 — опорний палець; 33 — опорна планка; 34 — сонячна шестірня; 35 — кришка колісного редуктора; 36 — вісь сателіта

Рисунок 2.1 – Маточина колеса й колісний редуктор

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

ДРМТВА 22.19070.000. ПЗ

Арк.

У процесі установки на місце кришки необхідно відрегулювати зазор між опорним пальцем, установленим наприкінці півосі, і пальцем у кришці. Величина зазору становить 0,5-1,0 мм (рис. 2.3) – [8].

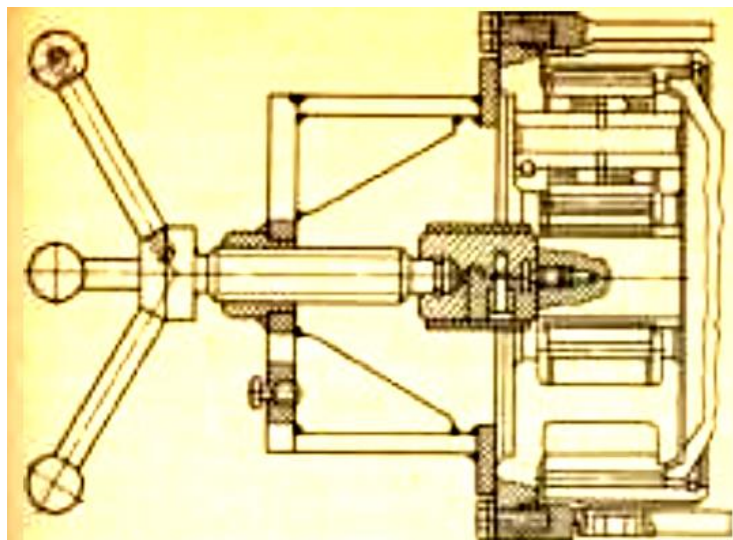


Рисунок 2.2 – Знімання півосі

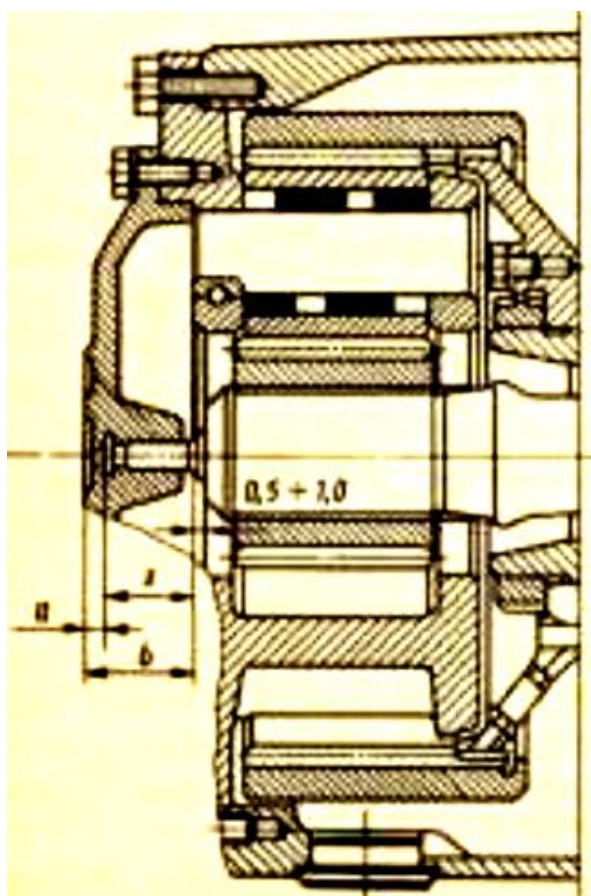


Рисунок 2.3 – Установка півосі

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

ДРМТВА 22.19070.000. ПЗ

Арк.

Якщо встановлюють стару кришку, через наявний у ній отвір $\varnothing 7$ мм потрібно перевірити глибину отвору. Цей параметр буде необхідний при регулюванні (розмір a) – [8].

Потім, використовуючи вибивач $\varnothing 6$ мм, вилучити опорний палець разом з регулювальними пластинами. Установити кришку на водило без гумового ущільнення кільця й опорного пальця й заміряти відстань b між піввіссю й кришкою (після цього можна визначити розмір x за формулою $x = b - a$).

Регулювальні пластини потрібно підбирати так, щоб їх сумарна товщина й розмір опорного пальця були на 0,5-1,0 мм менше значення x .

Після цього регулювальні пластини й опорний палець установити в кришку, вставити ущільнювальне кільце й закріпити болтами кришку на водилі сателіта [8].

2.2 Ремонт і заміна колісного редуктора

При зніманні колісного редуктора спочатку необхідно виконати операції, розглянуті раніше, а саме – зняти піввісь. Потім, вилучивши кріпильні болти, зняти водило з використанням двох болтів М12, укручених у виконанні для цієї мети отвори [8].

Оглянути зняте водило. Його потрібно розбирати тільки у тому випадку, якщо виявлені ознаки виходу з ладу якої-небудь деталі:

- при ушкодженні зубів шестірень;
- їх зношенні;
- надмірному люфті шестірень на планетарній осі;
- невірним їхнім обертанні тощо.

Якщо потрібно перевірити стан підшипників сателіта, то варто обережно постукувати по планетарній осі доти, поки з роликового підшипника не з'явиться поверхня осі [8].

Якщо в заміні деталей необхідності немає, вісь сателіта потрібно установити на місце без розбирання, оскільки не викликане необхідністю розбирання планетарного механізму скорочує його довговічність.

					ДРМТВА 22.19070.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Якщо потрібно виконати повне розбирання знятого планетарного механізму, діяти необхідно так [8]:

- уклавши водило на торець пристосування випресувати осі сателітів (див. рис. 2.1) убік фіксаторної кульки;
- витягнути з водила сателіти 3 разом з роликівими підшипниками 6, дистанційним і розділовим кільцями 4;
- не рекомендується перемішувати сателіти й деталі до них; зняті з одного місця деталі повинні бути позначені, щоб при складанні вони потрапили на колишні місця.

Після ретельного очищення потрібно окремо перевірити осі сателітів, підшипники, отвори шестірень та їх поверхні. При виявленні задирів, надмірного зношування або тріщин необхідно дефектну деталь замінити [8].

У випадку заміни роликівих підшипників необхідно мати на увазі наступне:

- завод-виготовлювач при складанні вузлів і поставках запасних частин застосовує підшипники виробництва двох фірм;
- підшипники обидві випускаючі фірми підрозділяють на три групи залежно від допусків роликів;
- в одній фірмі сепаратори роликів мають маркування А, В і С, в іншій вони різняться по червоній, синій або білій смузі на обгортковій фользі;
- у заводських умовах при складанні одного мосту в нього встановлюють підшипники, що мають ідентичне маркування; при ремонті допускається використання підшипників з будь-якими позначеннями, але всі підшипники на одній стороні планетарного механізму повинні мати те саме позначення. Тільки при цій умові планетарний механізм буде працювати бездоганно [8].

При ремонті й зберіганні запасних підшипників необхідно уважно стежити за тим, щоб підшипники з різними позначеннями та їх ролики не перемішувалися [8].

Рекомендується наступний порядок складання [8]:

- змастивши ролики тонким шаром консистентного мастила, помістити їх у сепаратори, а потім два підшипники і розділове кільце 4 між ними (рис. 2.1) вставити в отвір шестірні сателіта;

– установити у водило шестірню сателіта в зборі, а потім дистанційні кільця по обидва боки;

– в отвір водила й шестірні сателіта вставити центруючу оправку, яка направить вісь сателіта й перешкодить зсуву дистанційних кілець у процесі напрусування, що могло б унеможливити установку осі сателіта.

При запресовуванні осі сателіта необхідно стежити за тим, щоб гніздо кульки фіксатора осі перебувало на одній лінії з таким самим гніздом на водилі. Коли нижній край гнізда, що знаходиться на осі сателіта, досягне водила, у нього (гніздо) потрібно помістити кульку-фіксатор, а потім запресувати вісь до упору[8].

2.3 Знімання та установка коронної шестірні та її опори

Зняти коронну шестірню 5 і опору 8 (рис. 2.1) можна тільки після видалення підшипників маточини колеса. Операція повинна виконуватись у наступному порядку [8]:

- вивісити міст, інші колеса застопорити в обох напрямках;
- зняти колеса й диски маточин коліс;
- викрутити колісні гайки;
- описаним вище способом вилучити піввісь 24 і водило 1 (рис. 2.1);
- зняти стопорну пластину 26 (рис. 2.1) гайки опори коронної шестірні й спеціальним ключем викрутити цю гайку.

Зняття опори 8 й одночасно коронної шестірні 5 (рис. 2.1) виконувати в такий спосіб [8]:

– в отвір цапфи 25 (рис. 2.1) установити випресувальну плиту, потім кільце знімача двома болтами M10 кріплять до опори коронної шестірні й знімають її обертанням ходового гвинта;

– коронна шестірня після зняття стопорного кільця 7 (рис. 2.1) легко відділяється від маточини;

– зняті деталі після ретельного промивання й очищення повинні бути оглянуті при доброму освітленні. При виявленні надмірного зношування, ознак заїдань або тріщин деталі потрібно замінити.

Збирання й установлення виконуються у послідовності, зворотній розбиранню [8]:

– на опорі коронної шестірні спеціальною оправкою напресовують внутрішню обойму конічного роликowego підшипника;

– на опорі встановлюють коронну шестірню й у канавку вставляють стопорне кільце;

– зібрану в такий спосіб опору насадити на цапфу 25 (рис. 2.1) та, обережно постукуючи гумовим молотком, подати її вперед до упору в розпірну втулку.

При установленні опори коронної шестірні стежити, щоб мастилозливний отвір після установлення мосту опинився у нижньому положенні [8].

Потім оправку пристосування через отвір в опорі запровадити в цапфу, щоб хитна шайба виявилася в горизонтальному положенні (його доцільно відмітити на ходовому гвинті), а потім після повороту ходового гвинта на 180° хитна шайба під дією власної ваги прийме колишнє положення [8].

Ходовий гвинт застопорити під ключ в отворі, який знаходиться наприкінці, та, обертаючи подовжену гайку, випресувати опору коронної шестірні на першу припасувальну поверхню (приблизно 25 мм). Потім знову легко просувати маточину по цапфі, здійснюючи при цьому легкі обертові рухи. Це дозволить привести опору й шліцьову розпірну втулку 11 у таке положення, при якому стає можливою подальше напресування (рис. 2.1 – [8]).

Після посадки опори гайку відпустити, ходовий гвинт пристосування повернути на 180° , подати його внутрішній кінець нагору й витягти пристосування. Потім накрутити гайку 28 (рис. 2.1) опори й динамометричним ключем затягти її моментом 900-1200 Нм і ретельно застопорити (опорну плиту необхідно використовувати й при затягуванні осьової гайки – [8]).

					ДРМТВА 22.19070.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

3 Матеріал півосі, аналіз її конструкції та умов роботи

Шліцьові кінці півосі автобуса Ikarus-415 передають крутний момент від головного диференціалу до планетарної передачі. Крутний момент знакозмінний: деталь працює в умовах високих циклічних навантажень. Матеріал півосі – сталь 38ХГСА.

3.1 Параметри сталі 38ХГСА

Сталь 38ХГСА (легована конструкційна високоякісна хромокремніємарганцева) застосовується для виготовлення фланців, кулачків, пальців, валиків, важелів, осей, деталей зварних конструкцій та інших поліпшених деталей складної конфігурації, які працюють в умовах знакозмінних навантажень [9] – див. табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Стандарт сталі 38ХГСА

Назва	Код	Стандарти
Сортовий і фасонний прокат	В32	ТУ 14-1-184-72

Маркування сталі 38ХГСА: число, яке знаходиться на першому місці, показує виражений у сотих частках відсоток вмісту вуглецю. У цьому випадку він складає 0,38 %, тобто відповідає нормі для класу середньолегованих сталей (до 0,25% — низьколегована, від 0,25 до 1,0% — середньолегована, від 1,0% — високолегована). Літери «Х», «Г» і «С» вказують на вміст у сталі легуючих елементів – хрому, марганцю й кремнію. Так як після літерних позначень легуючих елементів немає чисел, то їхній процентний вміст приблизно рівний 1%. Літера «А» на кінці маркування показує, що сталь 38ХГСА належить до категорії високоякісних сталей.

Фізичні характеристики сталі 38ХГСА наведені у табл. 3.2.

					ДРМТВА 22.19070.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.2 – Фізичні характеристики сталі 38ХГСА

Температура	E, ГПа	G, ГПа	ρ , кг/м ³	λ , Вт/(м · °С)	R, НОМ · м	α , 10 ⁻⁶ 1/°С	C, Дж/(кг · °С)
0	215	84	7850	38	210	-	-
20	215	83	7850	38	210	-	-
100	210	82	7830	38	-	118	495
200	204	79	7800	37	-	123	505
300	195	75	7760	37	-	129	512
400	186	70	7730	36	-	134	535
500	175	66	7700	34	-	137	586
600	166	61	7670	32	-	140	620

Опис фізичних позначень сталі 38ХГСА наведений у табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Опис фізичних позначень

Назва	Опис
E	Модуль нормальної пружності
G	Модуль пружності при зсуві крученням
ρ	Щільність
λ	Коефіцієнт теплопровідності
R	Питомий електроопір
α	Коефіцієнт лінійного розширення
C	Питома теплоємність

Технологічні властивості сталі 38ХГСА наведені у табл. 3.4.

Таблиця 3.4 – Технологічні властивості

Назва	Значення
Зварюваність	Обмежено зварювана. Способи зварювання: РДС, АДС під флюсом і газовим захистом, АрДС. Рекомендується підігрів і потрібна подальша термообробка, КТС без обмежень.
Температура кування	Початку – 1250 °С, кінця – 860 °С. Перерізи до 100 мм охолоджуються на повітрі, 101-200 мм – у мульди, 201-300 мм – з піччю.
Флокеночутливість	Чутлива.
Оброблюваність різанням	У гарячекатаному стані при НВ 207-217, 710 МПа, K_n тб.спл. = 0,85, K_n б.ст. = 0,75.

3.2 Аналіз конструкції півосі та умов її роботи

						ДРМТВА 22.19070.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата			

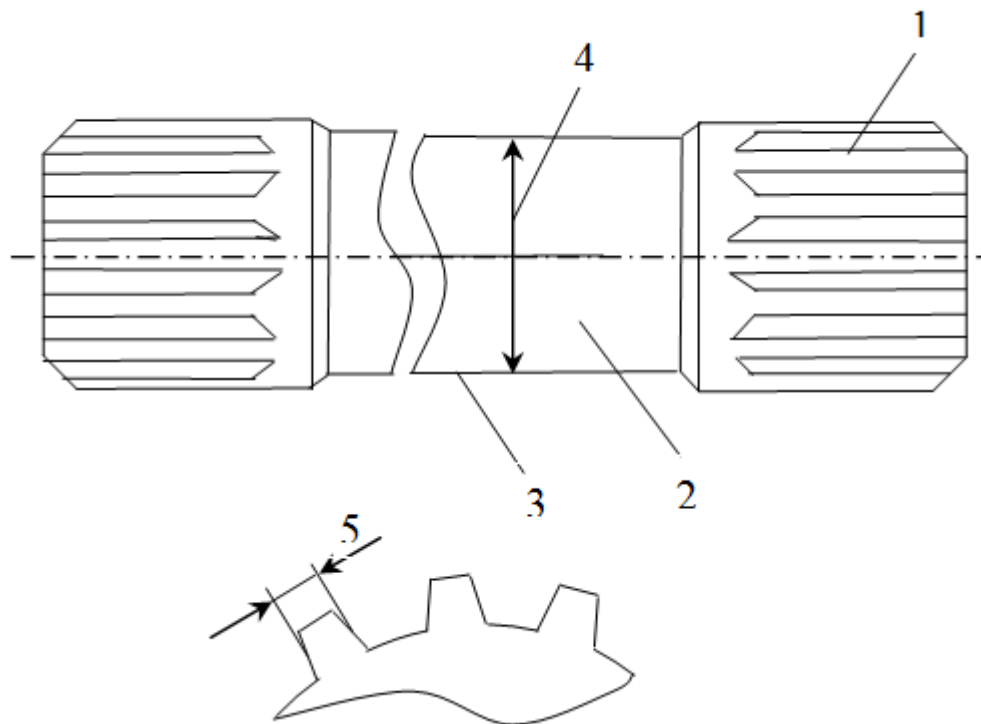
Основні робочі поверхні – шийка під сальник і поверхні шліців (48-56 HRC) – [5, 7].

Характер зносу поверхонь півосі:

- шліци мають знос по бічних поверхнях;
- зовнішній діаметр шліцевого кінця не зношується.

Перевантаження півосі, в тому її металу та порушення змащення тертьових поверхонь призводять до нагрівання й деформації деталі, задирів й захоплювання на поверхні тертя під сальник.

В тому матеріалу півосі є причиною її скручування, поломки, тріщин й обломів. При таких піввісь вибраковується. Аналіз дефектів з можливими методами відновлення наведений у карті дефектації (див. Додаток А). Ескіз деталі представлений на рис. 3.1 [5, 7].



1 – тріщини або обломи; 2 – скручування; 3 – погнутість; 4 – зношування або задир шийки під сальник; 5 – зношування шліців по ширині

Рисунок 3.1 – Ескіз деталі

3.3 Розробка маршрутів відновлення півосі

					ДРМТВА 22.19070.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

З урахуванням кожного дефекту можливі наступні маршрути відновлення:

- 1) зношування шийки під сальник півосі, її погнутість, знос шліців по ширині;
- 2) зношування шийки під сальник півосі, її погнутість;
- 3) зношування шліців півосі по ширині, її погнутість;
- 4) зношування шліців по ширині, зношування шийки під сальник;

Розробимо технологічний процес (ТП) на маршрут № 1, який містить відновлення усіх дефектів:

- погнутість відновлюється виправленням;
- знос шийки під сальник півосі можна відновити гальванічним нарощуванням;
- знос шліців по ширині проводять поздовжнім підфлюсовим наплавленням (але воно викликає нагрівання півосі, тому пропонують відновлення накочуванням роликами).

3.4 Нормування технологічних операцій

Технічне нормування праці є системою встановлення технічно обґрунтованих норм часу (необхідних витрат часу) на виконання деякої роботи [15].

Головне завдання технічного нормування – забезпечення вищих темпів зросту ефективності праці. Реалізацію даної задачі здійснюють розробкою заходів, які спрямовані на [15]:

- виявлення та використання резервів зростання продуктивності праці, що є на кожному виробництві через наявність явних і прихованих втрат робочого часу;
- зростання продуктивності праці;
- розробку та упровадження технічно обґрунтованих норм часу на різноманітні роботи з урахуванням повного та ефективного застосування певної техніки.

Методи технічного нормування прості для застосування на будь-якому виробництві. Вони включають [15]:

					ДРМТВА 22.19070.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

- спостереження за роботою на місці її виконання;
- обробку та аналіз побаченого та зафіксувати його.

Норма часу на операцію – це міра праці, необхідна для виготовлення (ремонту) даного виробу.

Штучний час на виконання технологічних операцій включає [10-13]:

- основний час T_o ;
- допоміжний час T_δ (на установку та зняття деталі та час, зв'язаний з переходом);
- час на обслуговування робочого місця $T_{обсл.}$ (1):

$$T_{шт} = T_o + T_\delta + T_{обсл.} \quad (3.1)$$

Операція 005. Пресова

Основний час на виправлення погнутості півосі з урахуванням десятикратного прикладення навантаження з витримкою 1,4-2,1 хв.: $T_o = 21$ хв.

Додатковий час $T_\delta = 0,37$ хв.

Час на обслуговування робочого місця:

$$T_{орм} = \frac{c}{100} \cdot T_{он} = \frac{c}{100} \cdot (T_o + T_\delta) \quad (3.2)$$

де c – час на обслуговування робочого місця (знаходиться у відсотках від оперативного); для верстатних і слюсарних робіт $c = 6\%$ [10-13]:

$$T_{орм} = \frac{6}{100} (21 + 0,37) = 1,3 \text{ хв.}$$

Штучний час на виконання пресової операції:

$$T_{шт} = 21 + 0,37 + 1,3 = 22,67 \text{ хв.}$$

Операція 010. Гальванічна (залізнення) – знос шийки під сальник.

Час на установку та знімання деталі: $T_\delta = 0,50$ хв. [10-13].

					ДРМТВА 22.19070.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Час на електролітичне обезжирювання: $T_{об} = 0,48$ хв.

Промивання у гарячій та холодній воді: $T_{пром} = 0,80$ хв.

Анодне травлення: $T_{тр} = 0,12$ хв.

Час осадження металу:

$$T_{ос} = \frac{60 \cdot 100 \cdot h \cdot \gamma}{D_k \cdot c \cdot \eta} \quad (3.3)$$

де h – товщина шару покриття, мм;

γ – щільність шару покриття, г/см³;

D_k – катодна щільність струму, А/дм²;

c – електролітичний еквівалент, г/Агод.;

η – вихід по струму, %.

$$T_{ос} = \frac{60 \cdot 100 \cdot 0,5 \cdot 7,8}{250 \cdot 1,042 \cdot 95} = 9,2 \text{ хв.}$$

Промивання у холодній та гарячій воді: $T_{пром} = 0,80$ хв.

Час на сушіння: $T_c = 4,80$ хв.

Штучний час:

$$T_{шт} = 0,50 + 0,48 + 0,8 + 0,12 + 9,2 + 0,8 + 4,8 = 16,03 \text{ хв.}$$

Операція 015. Шліфувальна

Основний час при зовнішньому круглому шліфуванні:

$$T_m = \frac{\pi \cdot D \cdot h}{1000 \cdot v_3 \cdot t} \cdot f \quad (3.4)$$

де D – діаметр оброблюваної поверхні, мм;

h – припуск на обробку, мм;

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

ДРМТВА 22.19070.000. ПЗ

Арк.

v_3 – швидкість різання, м/хв.;

t – глибина різання, мм/об;

f – коефіцієнт, який враховує число проходів без поперечної подачі.

З урахуванням рекомендацій [10-13]:

$$T_m = \frac{3,14 \cdot 50 \cdot 0,15}{1000 \cdot 20 \cdot 0,15} \cdot 1,25 = 0,132 \text{ хв.}$$

Додатковий час: $T_d = 0,02$ хв. [10-13].

Час на обслуговування робочого місця:

$$T_{orm} = 0,060 (0,132 + 0,02) = 0,007 \text{ хв.}$$

Штучний час на шліфувальну операцію:

$$T_{шт} = 0,132 + 0,02 + 0,008 = 0,11 \text{ хв.}$$

Операція 020. Термічна

Основний час з урахуванням обробки з двох сторін: $T_o = 0,35$ хв.

Додатковий час: $T_d = 0,60$ хв.

Штучний час:

$$T_{шт} = 0,35 + 0,06 = 0,95 \text{ хв.}$$

Операція 025. Слюсарна

Машинний час на накочування роликками:

$$T_m = \frac{\pi \cdot D \cdot l}{1000 \cdot v \cdot S} \cdot N \quad (3.5)$$

де D – діаметр оброблюваної поверхні, мм;

l – довжина обробки, мм;

v – швидкість різання, м/хв.;

					ДРМТВА 22.19070.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

S – подача, мм/об;

N – число шліців.

$$T_{\text{м}} = \frac{3,14 \cdot 48 \cdot 150}{1000 \cdot 100 \cdot 0,3} \cdot 18 = 13,4 \text{ хв.}$$

Додатковий час на установку та перехід: $T_{\delta} = 0,70$ хв. [10-13].

Час на обслуговування робочого місця:

$$T_{\text{орм}} = 0,060 (13,4 + 0,7) = 0,65 \text{ хв.}$$

Штучний час:

$$T_{\text{ит}} = 13,4 + 0,8 + 0,65 = 13,85 \text{ хв.}$$

Операція 030. Токарна

Машинний час на обточування:

$$T_{\text{м}} = \frac{\pi \cdot D \cdot l}{1000 \cdot v \cdot S} = \frac{3,14 \cdot 47 \cdot 150 \cdot 2}{1000 \cdot 105 \cdot 0,25} = 1,7 \text{ хв.}$$

Додатковий час: $T_{\delta} = 0,43$ хв. [10-13].

Час на обслуговування робочого місця:

$$T_{\text{орм}} = 0,060 (1,7 + 0,43) = 0,09 \text{ хв.}$$

Штучний час:

$$T_{\text{ит}} = 1,7 + 0,43 + 0,09 = 2,24 \text{ хв.}$$

Операція 035. Шліцефрезерна

Машинний час при фрезеруванні шліців:

					ДРМТВА 22.19070.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

$$T_m = \frac{\pi \cdot D_\phi \cdot l \cdot N}{1000 \cdot v_\phi \cdot S_o} \quad (3.6)$$

де D_ϕ – діаметр фрези, мм;

l – довжина обробки, мм;

N – число шліців;

v_ϕ – швидкість різання, м/хв.;

S_o – подача, мм/об;

$$T_m = \frac{3,14 \cdot 100 \cdot 150 \cdot 18}{1000 \cdot 30 \cdot 1,2} = 23,6 \text{ хв.}$$

Додатковий час: $T_d = 0,70$ хв.

Час на обслуговування робочого місця:

$$T_{орм} = 0,060 (23,60 + 0,7) = 1,34 \text{ хв.}$$

Штучний час:

$$T_{шт} = 23,60 + 0,7 + 1,34 = 25,64 \text{ хв.}$$

Операція 040. Термічна

Основний час с урахуванням обробки з двох сторін: $T_o = 0,30$ хв.

Додатковий час: $T_d = 0,60$ хв.

Штучний час:

$$T_{шт} = 0,30 + 0,60 = 0,90 \text{ хв.}$$

Гартування СВЧ.

Відпустка 575-600 °С.

Охолодження на повітрі.

					ДРМТВА 22.19070.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Операція 045. Шліцешліфувальна

Машинний час при шліфуванні шліців:

$$T_m = \frac{h \cdot f \cdot l \cdot N}{1000 \cdot v_{cm} \cdot t} \quad (3.6)$$

де h – припуск на обробку, мм;

f – коефіцієнт, який враховує число проходів без поперечної подачі.

l – довжина обробки, мм;

N – число шліців;

v – швидкість столу, м/хв..

$$T_m = \frac{0,08 \cdot 1,5 \cdot 150 \cdot 18}{1000 \cdot 8 \cdot 0,009} = 4,5 \text{ хв.}$$

Додатковий час: $T_d = 0,02$ хв. [10-13].

Час на обслуговування робочого місця:

$$T_{орм} = 0,060 (4,5 + 0,02) = 0,24 \text{ хв.}$$

Штучний час:

$$T_{шт} = 4,5 + 0,02 + 0,24 = 4,76 \text{ хв.}$$

Операція 050. Контрольна

Штучний час: $T_{шт} = 1,65$ хв.

Сумарний штучний час на відновлення півосі Ikarus-415 складає
 $T_{шт} = 63,16$ хв.

					ДРМТВА 22.19070.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

4 Організація робочого місця для технічного забезпечення технологічного процесу (ТП)

До складу ремонтного підприємства входять [16]:

- основне виробництво;
- допоміжне виробництво;
- складське господарство;
- транспорт;
- лабораторії;
- заводоуправління.

Основне виробництво – цехи і виробничі дільниці, зайняті випуском готової продукції та виконанням ТП ремонту.

Допоміжне виробництво – інструментальне господарство та відділ головного механіка (ВГМ). Його функції:

- обслуговування та ремонт устаткування, будівельних споруд та інженерних мереж;
- виготовлення, ремонт та заточування інструменту;
- виготовлення пристосувань тощо [16].

Складське господарство – склади готової продукції, ремонтного фонду, матеріалів, запасних частин, металу, хімікатів, газів, брухту тощо.

Транспорт ремонтних підприємств ділять на зовнішній та внутрішньозаводський. Щоб організувати та здійснити зовнішні перевезення в складі заводоуправління створюють транспортний відділ. Внутрішньозаводський транспорт має дільниці зберігання, ремонту, зарядки акумуляторів [16].

Лабораторії ремонтних підприємств: центральні, вимірювальні, надійності. Центральна лабораторія включає наступні відділення: хімічне, металографічне, фотографічне.

Заводоуправління містить посадових осіб та відділи, функція яких залежить від розмірів і спеціалізації підприємства.

Основне і допоміжне виробництва можна організувати по безцеховій і цеховій структурам. Виробничу дільницю очолює майстер. При безцеховій структурі майстри дільниць основних виробництв підпорядковуються

						ДРМТВА 22.19070.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата			

головному інженеру цеха, а допоміжного виробництва – головному механіку. Безцехову структуру рекомендують для ремонтних відділень, де число робітників менше 500 чол. При цеховій структурі дільниці об'єднують в цехи, а майстри цих дільниць підпорядковуються начальникам цехів. В цеху працюють більше 125 чол. [16].

4.1 Норми витрат матеріалів на відновлення півосі

Норми витрат встановлюються у натуральному вираженні (на 1000 км пробігу) за видами технічного впливу – ЕО, ТО-1, ТО -2, ТР [17].

В основу розрахунків норми витрат закладені діючі:

- нормативи трудомісткості на ТО і ремонт (передбачено "Положенням про ТО і ремонт рухомого складу";
- галузеві норми витрати на запасні частини та експлуатаційні матеріали для автомобілів.

4.2 Організація дільниці для відновлення півосі

Розрахунки виробничої програми ведуться за підготовчою операцією:

$$N = \frac{\Phi_{po} \cdot K_{zo} \cdot 60}{t}; \quad (4.1)$$

де Φ_{po} – річний фонд роботи обладнання; приймаємо $\Phi_{po} = 4032$ год.;

K_{zo} – коефіцієнт завантаження обладнання; приймаємо $K_{zo} = 0,75$;

t – штучний час на виконання операції, хв.

$$N = \frac{4032 \cdot 0,75 \cdot 60}{73,6} = 2465 \text{ штук.}$$

Приймаємо $N = 2500$ шт.

Кількість обладнання на дільниці:

$$X_{об} = \frac{t \cdot N}{\Phi_{до} \cdot 60 \cdot K_{зо}} \quad (4.2)$$

					ДРМТВА 22.19070.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Кількість гідравлічних пресів:

$$X_{np} = \frac{20 \cdot 2500}{4032 \cdot 60 \cdot 0,75} = 0,28.$$

Приймаємо один прес.

Кількість установок для електролітичного натирання:

$$X_{нат} = \frac{9,5 \cdot 2500}{4032 \cdot 60 \cdot 0,75} = 0,13.$$

Приймаємо одну установку.

Кількість установок для накочування:

$$X_{нак} = \frac{13,4 \cdot 2500}{4032 \cdot 60 \cdot 0,75} = 0,18.$$

Приймаємо одну установку.

Кількість шліцефрезерних верстатів:

$$X_{шл-фрез} = \frac{23,6 \cdot 2500}{4032 \cdot 60 \cdot 0,75} = 0,33.$$

Приймаємо один верстат.

Кількість шліцешліфувальних верстатів:

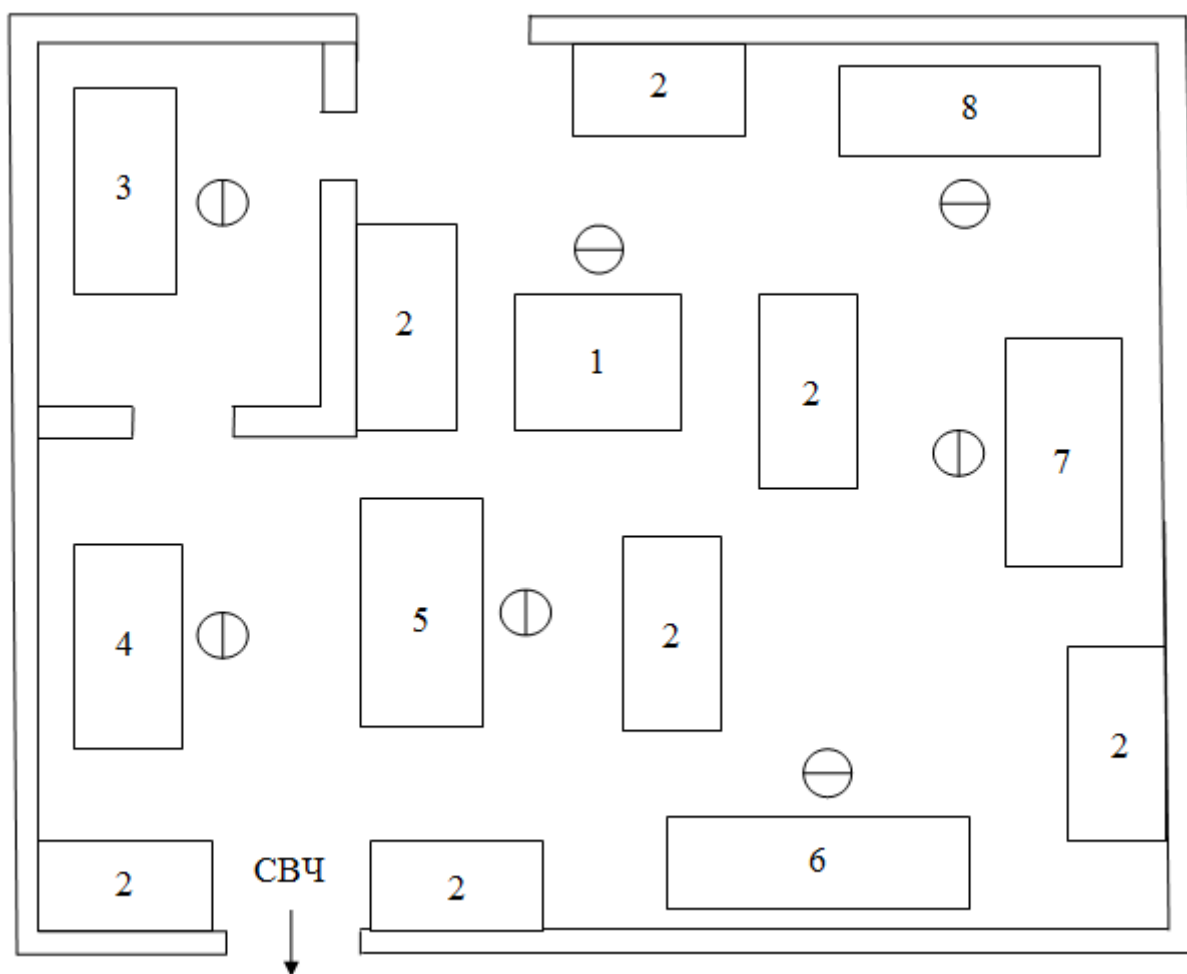
$$X_{шл-шлиф} = \frac{4,5 \cdot 2500}{4032 \cdot 60 \cdot 0,75} = 0,06.$$

Приймаємо один верстат.

					ДРМТВА 22.19070.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Через малу виробничу програму для забезпечення ТП відновлення встановлюємо токарно-гвинторізний верстат 16К20 і круглошліфувальний верстат 3В423. Теплові роботи планується виконувати на термічній дільниці. Необхідну кількість стелажів приймаємо технологічно (див. Додаток А, рис. А2).

Схема організації робочого місця наведена на рис. 4.1.



1 – прес гідравлічний; 2 – стелаж; 3 – установка для електронатирання; 4 – круглошліфувальний верстат; 5 – установка для накочування; 6 – токарно-гвинторізний верстат; 7 – шліцефрезерний верстат; 8 – шліцешліфувальний верстат

Рисунок 4.1 – Дільниця відновлення півосі

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

5 ТП залізнення шийки під сальник півосі

5.1 Сутність процесу нанесення гальванічних покриттів

При ремонті та відновленні деталей автомобілів широко застосовуються гальванічні та хімічні процеси:

- 1) для компенсації зношування робочих поверхонь виробів;
- 2) при нанесенні на вироби захисно-декоративних і протикорозійних покриттів [14].

З гальванічних процесів найширше застосовують хромування та залізнення, а також цинкування, нікелювання та міднення. Застосовують також хімічні процеси – нікелювання, фосфатування, оксидування [14].

Гальванічні покриття отримуються з електролітів – водні розчини солей тих металів, якими потрібно покривати вироби.

Катодами при гальванічних осадженнях металів з електролітів служать відновлювані деталі; при цьому анодами – металеві пластини. Застосовуються два види анодів: розчинні та нерозчинні. Розчинні виготовляють з металу, що осідає на вироби, а нерозчинні – зі свинцю.

Під час проходження постійного струму через електроліти на катодах розряджають позитивно заряджені іони, тому виділяють метал і водень. На аноді під час процесу відбувається розряд негативно заряджених іонів з виділенням O_2 . Метал аноду розчиняють і він переходить у розчин (іони металу) – катоді [14].

Товщина гальванічного покриття на поверхні виробу нерівномірна через незадовільну розсіюючу здатність електроліту, під якою розуміють її властивість забезпечувати рівномірні за товщиною покриття на виробах. Чим вище розсіююча здатність електролітів, тим рівномірніші за товщиною отримуються покриття на виробах [14].

Розсіюючу здатність електролітів можна підвищити зміною їх складу. Електроліти з малою концентрацією основних солей мають вищу розсіюючу здатність. Рівномірніші за товщиною покриття можна отримати наступним чином:

- застосовуючи фігурні аноди, що копіюють форму виробу;

					ДРМТВА 22.19070.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

- за рахунок раціональних розміщень анодів відносно катодів;
- простановкою додаткових катодів з струмонепровідними екранами [14].

Металеве покриття, отримане у гальванічній ванні, має кристалічну будову. Але його кристалічна ґратка перекручена через велике внутрішнє напруження і запровадження водню, який виділяється на катоді.

На величину внутрішнього напруження та інші властивості покриттів також впливають їх режим нанесення і склад електролітів. Тому при зміні режиму електролізу і складу електроліту можна керувати якістю гальванічного покриття [14].

5.2 ТП нанесення гальванічних покриттів

Нанесення покриття на вироби має 3 групи операцій – підготовку до нанесення покриття, його нанесення, наступну обробку [14].

Підготовка до нанесення покриття залучає такі операції:

- механічна обробка поверхонь, які потрібно наростити;
- очистка поверхонь від окислів і попереднє їх знежирення;
- монтаж виробів на підвісні пристосування;
- ізоляція поверхонь, які не покриваються;
- знежирення виробів і наступне промивання водою;
- анодна обробка (активація).

Механічна обробка (попередня) виробів потрібна для надання відновлюваним поверхням правильної геометричної форми. Її проводять згідно рекомендацій з механічної обробки відповідного металу [14].

Очищення виробів від окислів проводять обробкою шліфувальною шкуркою чи полірувальною пастою. Попереднє знежирення виробів проводять промивкою у розчинниках (дихлоретан, уайт-спірит, бензин тощо).

Остаточне знежирення проводять електрохімічною обробкою у лужних розчинах наступного складу: їдкий натрій – 10 кг/м³, сода кальцинована – 25 кг/м³, тринатрійфосфат – 25 кг/м³, емульгатор ОП-7 – 3-5 кг/м³. Режим знежирення наступний: температура розчину – 70-80 °С; щільність струму – 5-10 А/дм; тривалість процесу – 1-2 хв. [14].

						ДРМТВА 22.19070.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата			

Після знежирення виробів вони промиваються гарячою, а потім в холодною водою. Плівка без розривів води на знежиреної поверхні є свідченням гарною якістю вилучення жирів. Активацію (анодну обробку) проводять для видалення тонких окисних плівок з поверхні виробу і забезпечення міцнішого зчеплення гальванічного покриття з виробом.

При залізненні активація проводиться анодною обробкою виробів у спеціальній ванні з 30%-ним водним розчином сірчаної кислоти протягом 2-3 хв. при $t = 18-24\text{ }^{\circ}\text{C}$ та наступній анодній щільності струму: для сталевих деталей $60-72\text{ A/дм}^2$, для чавунних $10-15\text{ A/дм}^2$ і для деталей з алюмінієвих сплавів $100-120\text{ A/дм}^2$ [14].

Після завершенні активації вироби, які потрібно залізнити, промиваються холодною і гарячій водою при $t = 55-65\text{ }^{\circ}\text{C}$, де вони підігріваються до t , близької до t електроліту для залізнення. Підігріті вироби завантажуються у ванну для залізнення і після витримки протягом 10-20 с включається струм. Спочатку нарощування покриття проводять протягом 2-5 хв. при катодній щільності струму $1-5\text{ A/дм}^2$. Потім протягом 2-10 хв. підвищують щільність струму до потрібної за режимом величини.

Після залізнення вироби промиваються гарячою водою, піддаються нейтралізації в 10%-ому розчині каустичної соди від залишків електроліту ($t = 70-80\text{ }^{\circ}\text{C}$) протягом 5-10 хв. Після цього знову промиваються гарячою водою і демонтуються з підвісних пристосувань [14].

Залізненням називається процес отримання твердих зносостійких залізних покриттів з гарячих хлористих електролітів [14].

Електролітом при залізненні служить водний розчин хлористого заліза ($\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$), який містить невелику кількість соляної кислоти (HCl), і деякі інші компоненти, що вводять для підвищення міцності зчеплення покриття з виробом (хлористий марганець $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) чи для покращення зносостійкості (хлористий нікель $\text{NiCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$).

Концентрацію хлористого заліза в електроліті можна змінювати у межах $200-700\text{ кг/м}^3$. Електроліт, який має пониженою концентрацію хлористого заліза ($200-220\text{ кг/м}^3$) забезпечує отримання покриттів малої товщини (до $0,3-0,4\text{ мм}$), але високої твердості. Електроліт підвищеної концентрації ($650-700\text{ кг/м}^3$)

						ДРМТВА 22.19070.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата			

забезпечує отримання покриття товщиною більше 0,8-1,0 мм, але з меншої твердості.

Вміст соляної кислоти в електроліті повинен бути у межах 1,2-3 кг/м³. При нижчому її вмісті понижується вихід металу за струмом (в електроліті створюється гідроокис заліза; він при потраплянні у покриття знижує його якість). При підвищенні кислотності електроліту якість покриття не погіршується, але знижується вихід металу за струмом.

Найраціональніший – електроліт середньої концентрації, який містить (400 + 200) кг/м³ хлористого заліза FeCl₂*4H₂O, (2 + 0,2) кг/м³ соляної кислоти HCl і (10 + 2) кг/м³ хлористого марганцю MnCl*4H₂O. Цей електроліт:

- стабільний у роботі;
- не потрібне коригування його складу по вмісту основної солі;
- забезпечує отримання рівномірного покриття з потрібною товщиною і твердістю;
- має високий вихід металу за струмом;
- підвищує міцність з'єднання покриття з поверхнею виробу через наявність хлористого марганцю.

Нанесення покриття при залізненні проводять у сталевих ваннах з футеруванням внутрішньої поверхні кислотостійким матеріалом.

Для футерування ванн через підвищену агресивність хлористих електролітів застосовуються графітові плити, які просочені смолою. Їх висока теплопровідність дозволяє нагрівати електроліт у таких ваннах через водяну сорочку.

Ванни для залізнення виготовляються з фаоліту, який має підвищену кислотостійкість. Але через понижену теплопровідність нагрівання електроліту до необхідної *t* проводять нагрівачами, які поміщені в електроліт.

Електролізна установка для залізнення:

- плита верхня;
- прокладки ущільнювачів;
- анод;
- плита нижня;
- півосі.

						ДРМТВА 22.19070.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата			

5.3 Електролітичне натирання

Електролітичне натирання застосовують при відновленні поверхонь виробів з невеликим зносом. Піввісь (відновлюваний виріб – катод), установлюють в патроні свердлувального верстата, який забезпечує її обертання зі швидкістю 10-20 м/хв. Анод – графітовий стрижень, покритий адсорбуючим матеріалом (сукно, скляне волокно, бавовняна тканина тощо). На анод безперервно подається електроліт, який просочує (адсорбує) матеріал. Операцію здійснюють за рахунок відносного переміщення катода й анода. [14].

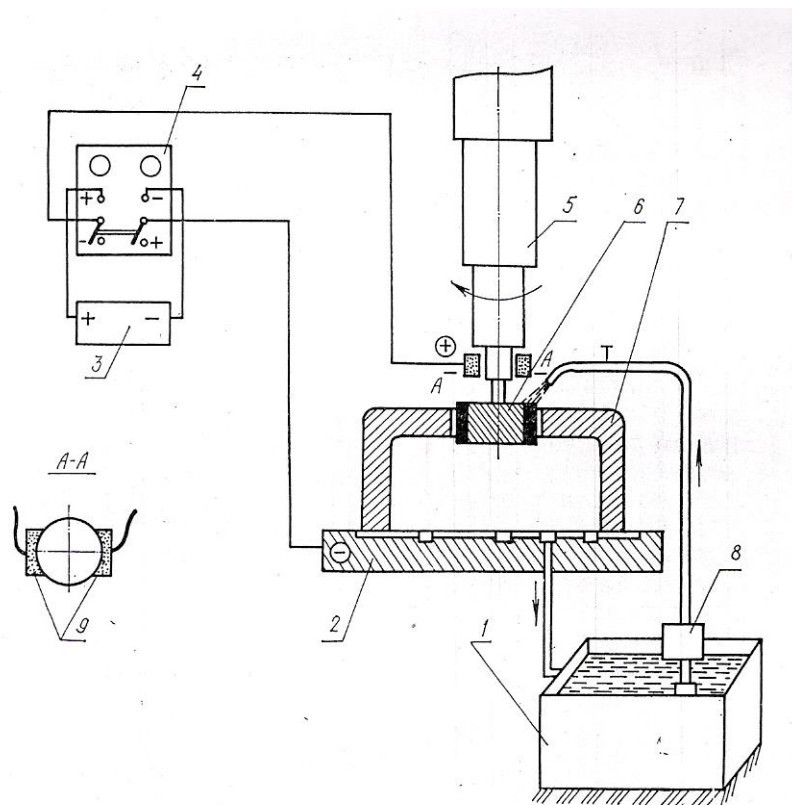
5.4 Обладнання для електролітичного натирання

Сутність процесу електролітичного натирання полягає у тому, що електрод, обмотаний адсорбуючим електроліт матеріалом, приводять у контакт із деталлю й включають у ланцюг постійного струму. Деталь, яка підлягає натиранню (піввісь), з'єднується з негативним полюсом, а електрод – з позитивним. Адсорбуючий матеріал, насичений електролітом, служить електролітичною ванною й при включенні струму в ньому відбувається процес електролізу. На поверхні деталі відбувається нарощування металу, іони якого знаходилися у розчині. Принципова схема установки для відновлення півосі гальванічним натиранням наведена на рис. 5.1 [14].

Установка для електронатирання «0113-006 Ремдеталь» містить у собі:

- збірний електрод;
- деталь, яка підлягає відновленню (піввісь);
- ванну для приготування електроліту, знежирення й залізнення;
- електричну шафу;
- насосний агрегат Х2/40;
- випрямний агрегат ВАКР-630-12УЧ.

					ДРМТВА 22.19070.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		



1 – бак з електролітом; 2 – стіл верстата; 3 – випрямний агрегат ВАКР-630-12УЧ; 4 – щит керування; 5 – шпиндель свердлувального верстата; 6 – деталь, яка підлягає відновленню (піввісь); 7 – збірний електрод; 8 – насосний агрегат Х2/40 для подачі електроліту; 9 – струмопідвідні щитки

Рисунок 5.1 – Принципова схема установки для відновлення півосі гальванічним натиранням

Продуктивність нанесення покриття при товщині шару 1 мм становить більше 0,1 м²/год.

Технологічний процес електролітичного натирання містить у собі:

- попередню механічну обробку;
- знежирення;
- промивання гарячою й холодною водою;
- травлення (декапіювання) з наступним промиванням водою;
- нанесення покриття.

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

ДРМТВА 22.19070.000. ПЗ

Арк.

Знежирення й травлення проводять натиранням з використанням спеціальних тампонотримачів й розчинів. Для електролітичного знежирення використовують електроліт наступного складу:

- 20 г/л їдконого натру NaOH ;
- 30 г/л карбонату натрію $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$;
- 10 г/л тринатрійфосфату $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$.

Час обезжирювання 25-30 с при $D_k = 15-25 \text{ кА/м}^2$ [14].

Анодне травлення проводять протягом 3-6 с розчином соляної кислоти HCl (30-40 г/л) або сірчаної кислоти H_2SO_4 (100-130 г/л) при $D_a = 10-15 \text{ кА/м}^2$.

Для поліпшення міцності зчеплення у початковий період осадження металу потрібно підтримувати щільність струму не більше 3-4 кА/м^2 , потім поступово її підвищувати до 15-25 кА/м^2 [14].

Великими перевагами цього способу є щільність і достатня твердість покриттів, стабільність процесу. Спосіб забезпечує меншу витрату ресурсів, нанесення покриттів у розмір або виключенням їх механічної обробки.

Зниження трудомісткості процесу, зменшення споживання енергії, хімікатів і води можливе за рахунок скорочення числа підготовчих і заключних операцій [14].

5.5 Організація робочих місць і техніка безпеки

Основне обладнання дільниці гальванічних покриттів складається з:

- ванн для нанесення покриттів;
- допоміжних ванн для знежирення, травлення і промивання деталей.

Ванни встановлюють у відповідності з ТП. Так як в авторемонтному виробництві застосовується декілька процесів нанесення покриттів, то для економії площі рекомендують основні ванни встановлювати біля стін дільниці, а допоміжні – посередині [14].

Якщо джерелом живлення є випрямлячі, то їх встановлюють поблизу ванн – споживачів струму. Для завантаження і вивантаження виробів, транспортування від однієї ванни до іншої застосовують електротельфери [14].

Найшкідливішими на гальванічних дільницях є електроліти. Більшість лужних і кислотних електролітів дуже токсичні та негативно впливають на

						ДРМТВА 22.19070.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата			

дихальні шляхи та шкірну робітників. Гальванічні процеси протікають з виділенням кисню та водню. Ці гази захоплюють з собою найдрібніші частки електроліту і ,таким чином, повітря в приміщенні насичується шкідливими парами.

Тому на гальванічних дільницях особлива увага приділяється їх вентиляції:

– загальна припливно-витяжна вентиляція з 8-10-кратним обміном повітря на год.;

– кожна ванна з шкідливими виділеннями наділена двостороннім бортовим відсмоктувачем повітря; їх потужність визначається залежно від з об'єму повітря, яке забирають з 1 м² поверхні ванни на год.. Для ванн залізнення цей показник має бути 4800 м³/год., для електролітичного знежирення – 3000 м³/год. [14].

Під час роботи на гальванічних дільницях застосовують гумові рукавички, взуття, фартухи. У приміщенні встановлюють фонтани з водою для промивання шкіри, на яку може випадково потрапити електроліт. Підлоги та стіни гальванічного дільниці покривають керамічною плиткою і щодня промивають.

Для охорони навколишнього середовища стічні води після промивання виробів перед спусканням у каналізацію пропускають через очисні споруди [14].

						ДРМТВА 22.19070.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата			

6 Відновлення шліців півосі по ширині накочуванням роликами

Шліцьові з'єднання застосовують для посадок з натягом або зазором деталей різного призначення (зубчастих коліс, втулок, шківів тощо) на валу (півосі). Порівняно зі шпонковими шліцьові з'єднання мають ряд переваг: деталі на шліцьових валах краще центруються й направляються при переміщенні уздовж валу; напруження зминання на гранях шліців менше, ніж на поверхнях шпонок; міцність шліцьових валів при динамічних навантаженнях вище, ніж валів зі шпонками [18, 19].

Накочування шліців півосі без нагрівання здійснюють роликами, які мають профіль, відповідний до форми поперечного перерізу шліців. Ролики, які обертаються на осях (діаметр до 100 мм) по одному на кожний шліц розташовані радіально в сегментах 4 масивного корпусу 1 накатної головки (рис. 6.1, а). При пересуванні головки по деталі 3 ролики 2, які вільно обертаються, вдавлюючись у поверхню півосі, утворюють на ній шліци, які відповідають за формою профілю ролика 2. Усі шліци накочуються одночасно без обертання деталі.

На спеціальних верстатах для накочування шліців (рис. 6.1, б) накатна головка 1 розміщується на полозку, для якого напрямними служать вали 2 і 5, які з'єднують дві масивні стійки. Полозок переміщається приводом від гідравлічного циліндра, розташованого у задній стійці. У передній стійці знаходиться гідравлічний затискний патрон 4, у якому закріплюють оброблювану деталь 3. Кожний ролик незалежно регулюється на необхідну висоту. Головка як самостійний вузол знімається з верстата, не порушуючи розташування роликів. На зміну роликів затрачається 5-10 хв., на налагодження роликів по висоті – близько 30 хв.. На таких верстатах найбільше число шліців, що накочуються, – до 18, а найменше – 6 (на валах діаметром 16 мм). Поздовжня подача складає 0,5–0,9 мм/хв. при великій подачі в зону обробки сульфозфрезолу або мастила індустріального И-20А. Одержувана точність шліців по кроку 0,04 мм, відхилення від прямолінійності не перевищує 0,04 мм на 100 мм довжини [18, 19].

					ДРМТВА 22.19070.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

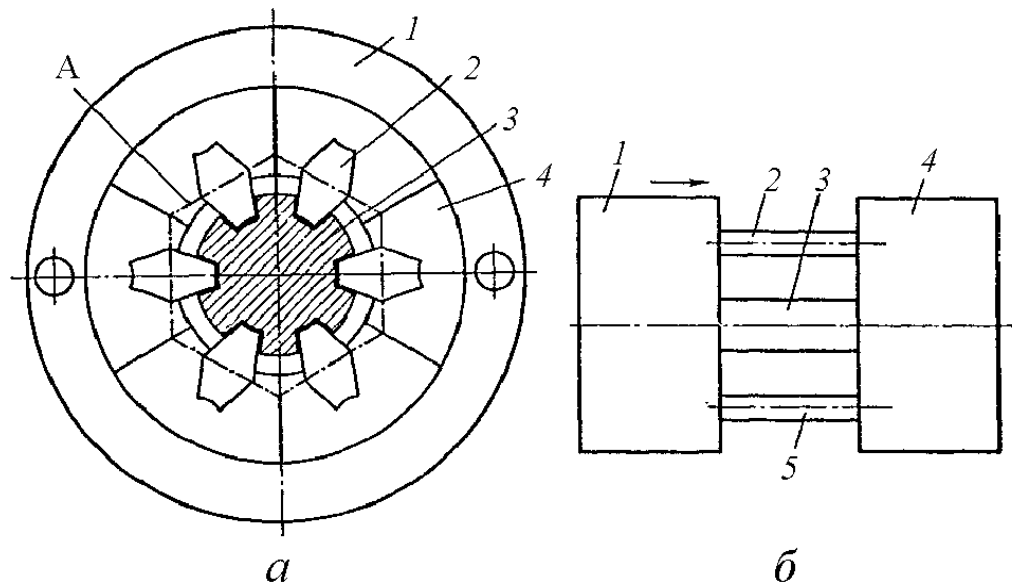


Рисунок 6.1 – Накочування шліців півосі роликками [18, 19]:
 а – накатна головка; б – розташування накатної головки, затискного патрона й оброблюваної деталі на шліценакатному верстаті

Процес накочування досить продуктивний, тому що всі шліці накочуються одночасно, при малих витратах часу, з **досить** високою точністю.

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

7 Дослідження зносостійкості півосі

До основних видів відмов (вихід з ладу) шліцевих з'єднань відносять зношування й змінання робочих поверхонь, можливі втомні руйнування, а також зріз зубів [20].

Розрахунок шліцевих з'єднань на зношування проводиться для періоду після приробляння. Розрахунковим навантаженням у цьому випадку є найбільший з довгостроково діючих обертових моментів.

При роботі шліцевих з'єднань відбувається зношування й змінання поверхонь. Збільшення зношування неминуче приводить до підвищених зазорів у шліцевому зачепленні, і, як наслідок, до ударних навантажень у реверсивних механізмах. Тому зношування шліцевих з'єднань допускається в обмежених границях. Найчастіше зношування шліців допускається від 0,1 до 0,2 мм.

Зношуванням називають процес руйнування й відділення матеріалу з поверхні твердого тіла й нагромадження його залишкової деформації при терті, що проявляється у поступовій зміні розмірів і форми тіла. Основними кількісними характеристиками зношування є знос, швидкість та його інтенсивність [21].

Знос – результат зношування, обумовлений у встановлених одиницях. Знос (абсолютний або відносний) характеризує зміну геометричних розмірів (лінійне зношування), маси (вагове зношування) або об'єму (об'ємне зношування) деталі внаслідок зношування й вимірюється у відповідних одиницях.

Розрізняють граничне й допустиме зношування. Граничним називають зношування, відповідне до граничного стану деталі або його складової частини. Припустимим називають зношування, при якому деталь зберігає працездатність. Припустиме зношування завжди за абсолютною величиною менше граничного й відповідає граничному стану об'єкту.

Властивість матеріалу чинити опір зношуванню в певних умовах тертя характеризується зносостійкістю – величиною, зворотною швидкості або інтенсивності зношування у відповідних одиницях.

					ДРМТВА 22.19070.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

У процесі роботи вузла тертя показники зношування деталей і спряжень не зберігають постійних значень. У початковий період роботи (період припрацювання) спостерігається досить швидке зношування деталей (рис. 7.1, ділянка I). Тривалість цього періоду зумовлюється якістю поверхонь і режимом роботи механізму й складає 1,5-2% ресурсу вузла тертя. Після припрацювання настає період усталеного режиму зношування (рис. 7.1, ділянка II), який визначає довговічність спряжень. Третій період – катастрофічне зношування (рис. 7.1, ділянка III) – характеризує граничний стан вузла тертя й обмежує його ресурс. Згідно наведених на рис. 7.1 графіків, процес зношування чинить визначний вплив на відмови та несправності вузлів тертя машин. Зміна показників надійності в часі ідентична зміні показників зношування. Вища крутість кривих $m = \varphi(\tau)$ і $C = \varphi(\tau)$ на ділянці II пояснюється тим, що з наробітком виникають відмови, викликані, крім зношування, втомним та корозійним руйнуванням або пластичними деформаціями.

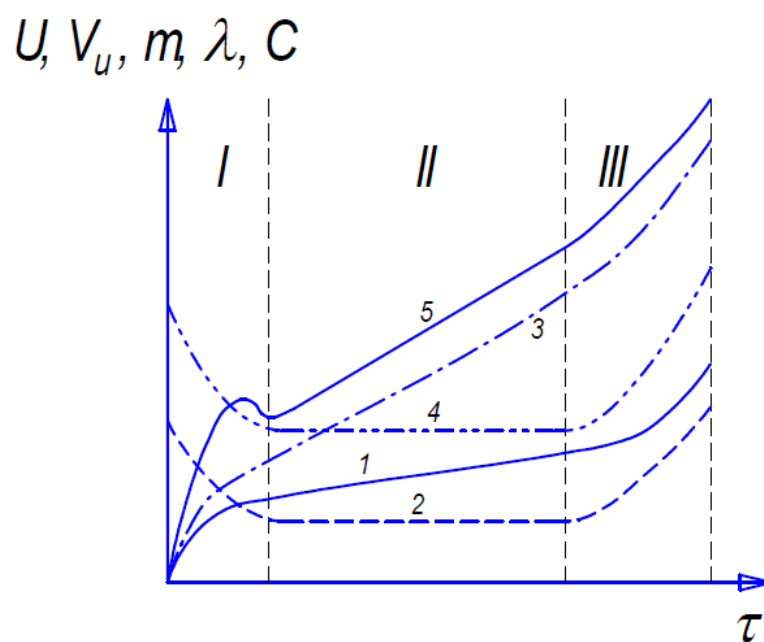


Рисунок 7.1 – Зміна параметрів спряження у процесі роботи:

1 – зношування U ; 2 – швидкості зношування V_u ; 3 – частоти відмов m ; 4 – інтенсивності відмов λ ; 5 – витрат на підтримку працездатності C

Припрацювання – процес зміни геометрії поверхонь тертя й фізико-хімічних властивостей поверхневих шарів матеріалу в початковий період тертя (проявляється при постійних зовнішніх умовах у зменшенні сили тертя, температури й інтенсивності зношування). Процес припрацювання характеризується інтенсивним відділенням з поверхонь тертя продуктів зношування, підвищеним тепловиділенням і зміною мікрогеометрії поверхонь.

Підвищення температури поверхонь тертя викликає зміну фізико-хімічних властивостей поверхневих шарів матеріалу. Зміна структури й властивостей металів у поверхневих шарах деталей відбувається також внаслідок наклепу, викликаного пластичними деформаціями мікрооб'ємів матеріалу робочої поверхні в процесі припрацювання. Інтенсивне руйнування виступів, які мають найменшу міцність, утворення нових нерівностей, відмінних за формою й розмірам від вихідних, а також зміна форми інших нерівностей у процесі припрацювання призводить до зміни мікрогеометрії поверхні.

7.1 Методи вимірювання зносу деталей і спряжень

Існуючі методи вимірювання зносу деталей і складальних одиниць розділяють на інтегральні та диференціальні. Інтегральними методами можна визначити загальне сумарне зношування деталей спряження або складальної одиниці в цілому. Диференціальні методи використовують, коли необхідно визначити зношування певної ділянки робочої поверхні деталі. Ці методи дозволяють знайти характер розподілу зносу по робочій поверхні деталі, співвідношення зношування деталей сполучення та ін. Крім того, існують методи періодичного (дискретного) і безперервного вимірювання зносу в процесі роботи машини.

Періодичне вимірювання зносу здійснюють при оцінці технічного стану, надійності елементів машини. При дослідженні закономірностей зношування елементів машин з метою прогнозування їх надійності перевагу віддають методам безперервного вимірювання зносу. Вони складні й тому, використовуючи їх при дослідженні вузлів тертя, необхідно застосовувати спеціальну апаратуру й пристосування.

7.2 Машини тертя

					ДРМТВА 22.19070.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

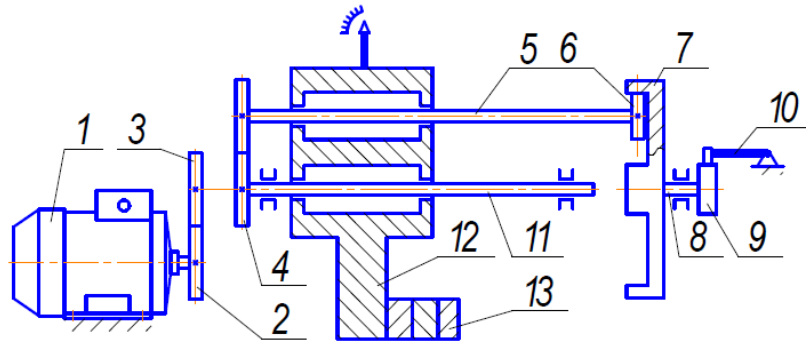
Машина тертя — це пристрій для відтворення трибологічного процесу в контрольованих умовах, що забезпечує контроль вхідних і вихідних параметрів. Трибологічний процес здійснюється між зразками з досліджуваних матеріалів заданої форми [23].

У лабораторній практиці для випробування на зношування велике поширення одержала універсальна машина МІ-1 (установка Амслера рис. 7.2, 7.3), на якій можна випробовувати зразки металу при терті першого роду (ковзання), другого роду (кочення) і при терті кочення з проковзуванням. Випробування можуть проводитися при участі змащення або без нього [24].



Рисунок 7.2 – Машина тертя МІ-1

					ДРМТВА 22.19070.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		



1 – електродвигун ; 2, 3, 4, 6, 7 – система передач ; 5 – вал; 8 – шпиндель; 9 – зразок; 10 – контртіло; 11 – вал; 12 – маятник; 13 – вантажі

Рисунок 7.3 – Схема машини тертя МІ-1

7.3 Радіальна сила притиску сальника до півосі

Відповідно до принципу незалежності дії сил радіальна сила [25]:

$$Q_{rad} = Q_n + Q_n + Q_c, \quad (7.1)$$

Q_n – сила натягу сальника на вал;

Q_n – сила, яка виникає від дії на сальник спіральної кільцевої пружини;

Q_c – сила, яка виникає під час дії на сальник середовища ущільнення.

Щоб визначити Q_n , частина сальника розділяється на кільце і ніжку. Тому

Q_n – це сум двох сил:

– від притиску валу кільцем Q_k ;

– від згинання ніжки Q_z .

Сила Q_k (рис. 7.4):

$$Q_k = \frac{\pi \delta l E}{\frac{1 + (r/R)^2}{1 - (r/R)^2} + \mu}, \quad (7.2)$$

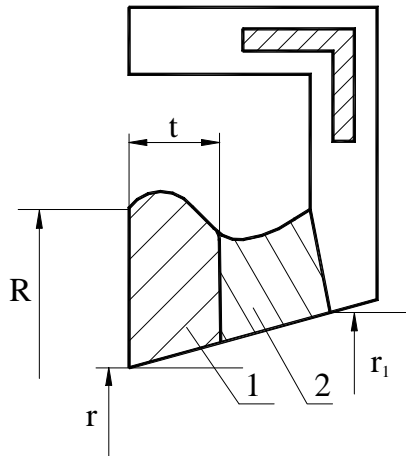


Рисунок 7.4 – Для визначення Q_n

де δ – діаметральний натяг сальника на вал;

l – товщина кільця;

E – модуль пружності гуми;

μ – коефіцієнт Пуассона (для гуми $\mu = 0,5$);

r, R , – внутрішній та зовнішній радіуси кільця.

Силу Q_3 розраховують, представляючи вусову частину сальника консоллю зі змінним перерізом, яка навантажена зосередженим зусиллям з ділянками h_1 і h_2 (рис. 7.5).

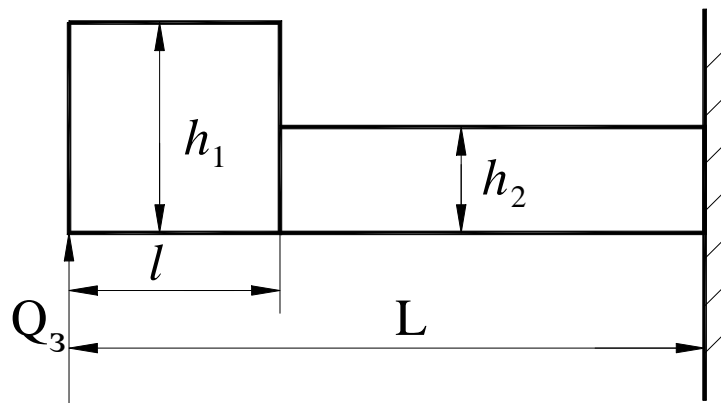


Рисунок 7.5 – До визначення Q_3

Згідно теорії пружності:

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

$$Q_3 = \frac{\delta}{2 \left[\frac{L^3}{3EI_1} - \frac{l^3}{3E} \left(\frac{1}{I_1} - \frac{1}{I_2} \right) + \frac{h_1^2}{8GI_1} (L-l) + \frac{h_2^2 l}{8GI_2} \right]}, \quad (7.3)$$

де I_1, I_2 – моменти інерції;

G – модуль зсуву мастилостійкої гуми (нітрил – Buna-N): $G \approx \frac{1}{3} E$ (рис. 7.6).

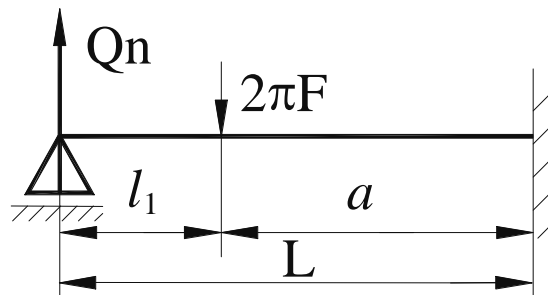


Рисунок 7.6 – До визначення Q_n

Щоб визначити силу від пружини вусову частину сальника аналізують як балку, яку закріпили консольно і яка опирається на вал вільним кінцем (навантажена силою Q_n). Тоді:

$$Q_n = \frac{2\pi F a^3}{L^3} \left(1 + \frac{3l_1}{2a} \right). \quad (7.4)$$

де F – осьова сила розтягу пружини при заданій деформації.

Сила від тиску середовища:

$$Q_c = 0,625 \pi p R L, \quad (7.5)$$

де p – тиск середовища, яке ущільнюється.

7.4 Розрахунок частоти обертання півосі

						ДРМТВА 22.19070.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата			

Так як радіус колеса автобуса $R = 508$ мм [24], а швидкість руху автобуса прийнято 120 км/год., то частота обертання півосі:

$$n = \frac{V * 60 * 1000}{\pi * 2R} = \frac{120 * 60 * 1000}{3,14 * 2 * 508} = 2257 \text{ хв}^{-1} \quad (7.6)$$

7.5 Методика проведення випробувань, результати

Тертя зразків здійснювалося за схемою Амслера: обертовий ролик (сталь 38ХГСА до і після відновлення) діаметром 50 мм (відповідно діаметру півосі у місці контакту з сальником) шириною 10 мм по нерухомому зразку – плоскій колодці розмірами 10х10х23 мм, виготовленій з нітрилу (Vuna-N) – матеріалу сальника.

Випробування проводили без змащення при постійному навантаженні протягом 1 год. до стабільного значення моменту тертя, проводячи заміри через кожні 10 хв.

Визначення зношування зразка.

- зваження зразка, попередньо промивши його в розчиннику (бензині);
- установлення зразка на шпindelь машини тертя й проведення випробування протягом 60 хв. при навантаженні 40 Н;
- після випробування повторне зваження зразка, попередньо його промивши в розчиннику;
- обчислення зношування зразка U , мг:

$$U = m_1 - m_2 . \quad (7.7)$$

де m_1 – маса зразка до експерименту, мг;

m_2 – маса, зразка після експерименту, мг.

Результати випробувань на знос зразків занесені у табл. 7.1, 7.2, 7.3.

Таблиця 7.1 – Результати випробувань на знос зразка зі сталі 38ХГСА до відновлення півосі

					ДРМТВА 22.19070.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

№ досліду	Тривалість випробувань t , хв.	Знос зразка U , мг
1	10	0,141
2	20	0,212
3	30	0,253
4	40	0,286
5	50	0,314
6	60	0,342

Залежність зносу зразка зі сталі 38ХГСА від тривалості випробувань до відновлення півосі наведена на рис. 7.7.

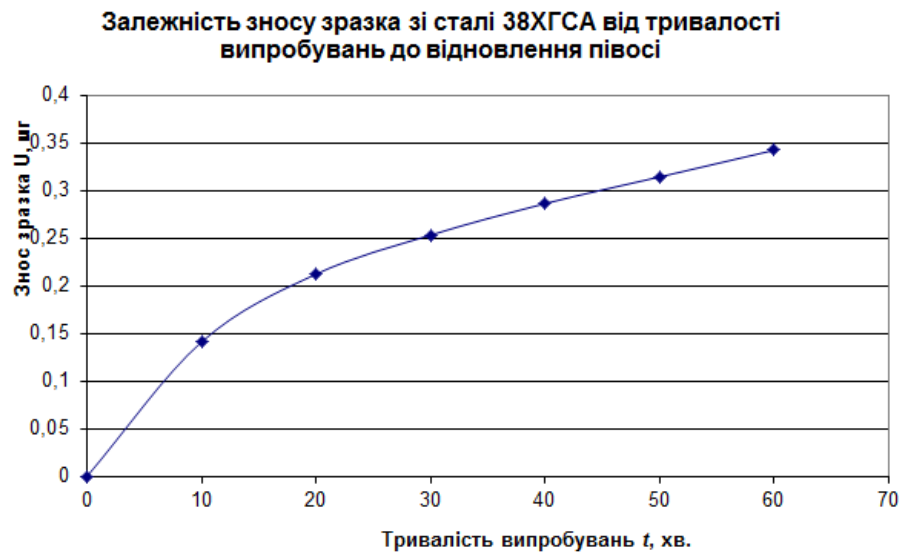


Рисунок 7.7 – Залежність зносу зразка зі сталі 38ХГСА від тривалості випробувань до відновлення півосі

Таблиця 7.2 – Результати випробувань на знос зразка зі сталі 38ХГСА після відновлення півосі

№ досліду	Тривалість випробувань t , хв.	Знос зразка U , мг
1	10	0,134
2	20	0,198
3	30	0,245
4	40	0,273
5	50	0,297
6	60	0,318

Залежність зносу зразка зі сталі 38ХГСА від тривалості випробувань після відновлення (електролітичне натирання) півосі наведена на рис. 7.8.

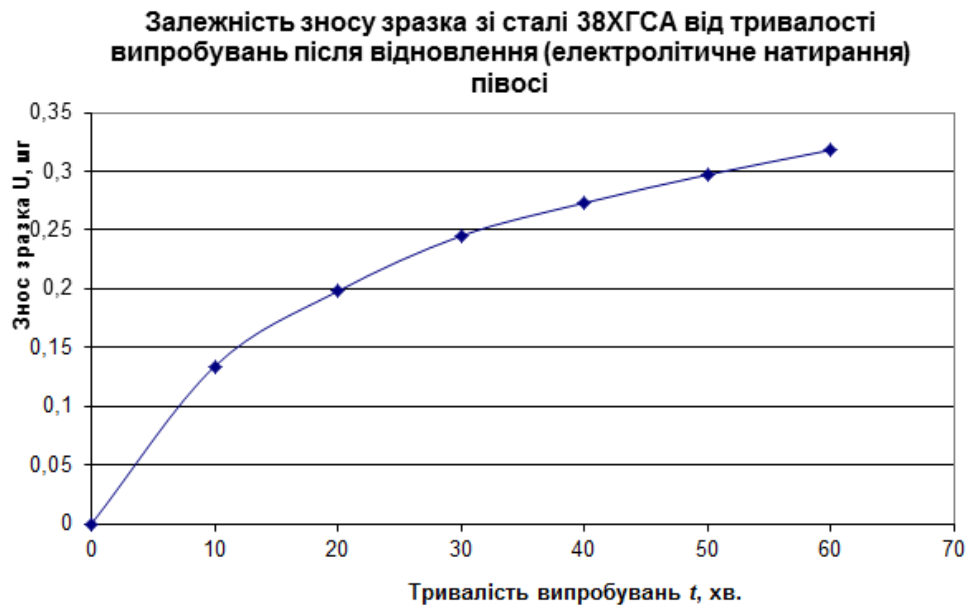


Рисунок 7.8 – Залежність зносу зразка зі сталі 38ХГСА від тривалості випробувань після відновлення (електролітичне натирання) півосі
Для порівняння зносу зразків сумістимо рис. 7.7 і 7.8 в рис. 7.9.

Порівняння залежностей зносу зразка зі сталі 38ХГСА від тривалості випробувань до і після відновлення півосі

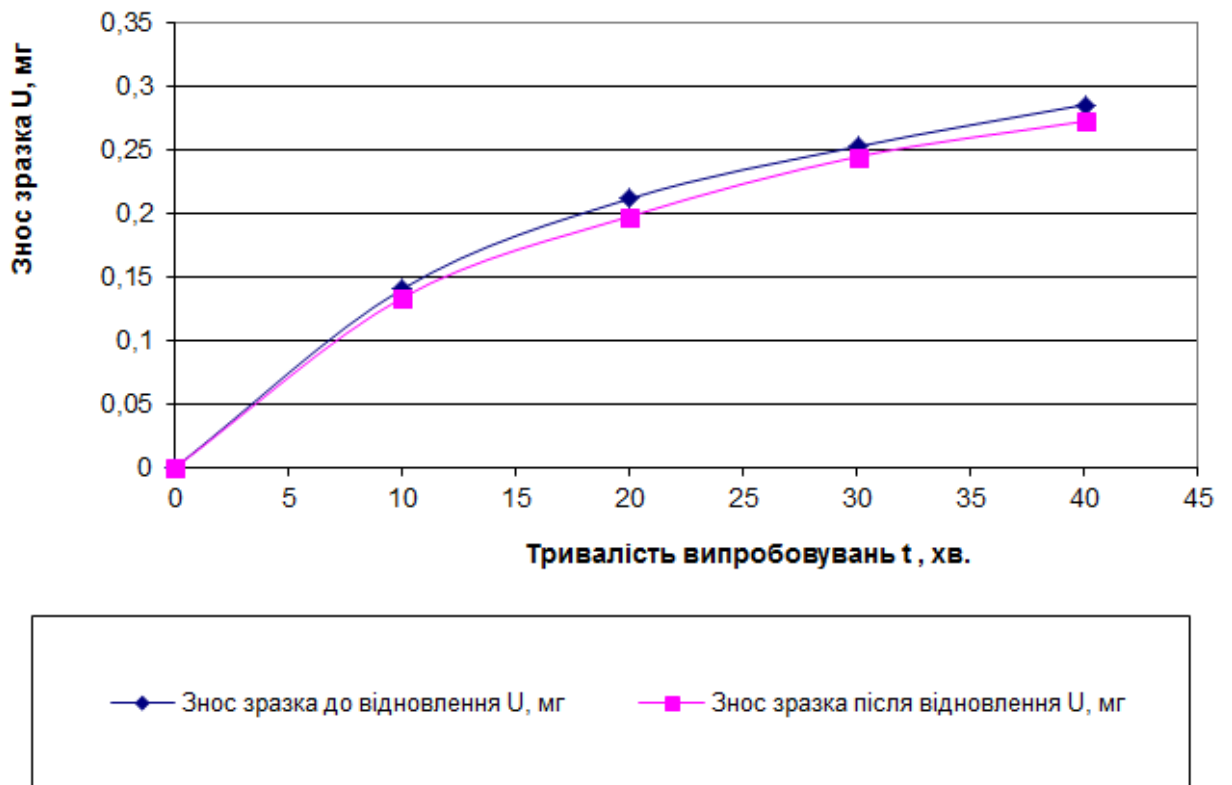


Рисунок 7.5 – Порівняння залежностей зносу зразків зі сталі 38ХГСА від тривалості випробувань до і після електролітичного натирання півосі

Для зразка зі сталі 38ХГСА до відновлення півосі інтенсивність зношування:

$$\begin{aligned}
 I_{\text{до відновлення}} &= (U_8 - U_5) / (t_8 - t_5) = \\
 &= (0,342 - 0,253) / (60 - 30) = \\
 &= 0,89 / 30 = \\
 &= 0,297 \text{ мг/хв.}
 \end{aligned}$$

Для зразка зі сталі 38ХГСА після відновлення (електролітичне натирання) півосі інтенсивність зношування:

$$\begin{aligned}
 I_{\text{після відновлення}} &= (U_8 - U_5) / (t_8 - t_5) = \\
 &= (0,318 - 0,245) / (60 - 30) = \\
 &= 0,89 / 30 = \\
 &= 0,243 \text{ мг/хв.}
 \end{aligned}$$

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата
-----	------	---------	--------	------

Таким чином, підвищення зносостійкості становить:

$$I_{\text{до відновлення}} / I_{\text{після відновлення}} = 0,297 / 0,243 = 1,22 \text{ рази.}$$

					ДРМТВА 22.19070.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Висновки по роботі

Досліджені технічні характеристики автобуса Ikarus-415. Проаналізована будова його трансмісії та наведений порядок обслуговування. Описано призначення, вимоги, класифікація і короткий аналіз диференціалу та півосі.

У розділі «Ремонт мостів та півосей» розроблені методики знімання, заміни та установки півосей, колісного редуктора, коронної шестерні та її опори.

Наведені параметри сталі 38ХГСА. Проаналізована конструкція півосі та умови її роботи. Розроблені карта дефектації, маршрут, технологічний процес та нормування операцій для відновлення півосі.

Здійснена організація робочого місця для технічного забезпечення технологічного процесу (ТП): визначені норми витрат матеріалів на відновлення півосі та спроектована відповідна дільниця.

Погнутість півосі відновлюється виправленням.

Шийка під сальник півосі відновлюється гальванічним нарощуванням – електролітичним натиранням:

– піввісь (катод) установлюють в патроні свердлувального верстата, який забезпечує її обертання зі швидкістю 10-20 м/хв.;

– анод (графітовий стержень) покривають адсорбуючим матеріалом (сукном, скляним волокном, бавовняною тканиною тощо);

– на анод безперервно подають електроліт, який просочує (адсорбує) матеріал;

– операцію здійснюють за рахунок відносного переміщення катода й анода.

Нанесення покриття при залізненні проводять у сталевих ваннах з футеруванням внутрішньої поверхні кислотостійким матеріалом (фаоліт).

Складові електроліту:

– водний розчин хлористого заліза ($\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) – (400 + 200) кг/м³;

– соляна кислота (HCl) – (2 + 0,2) кг/м³;

– хлористий марганець ($\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) – (10 + 2) кг/м³ – вводять для підвищення міцності зчеплення покриття з виробом.

Сутність процесу електролітичного натирання полягає у тому, що електрод, обмотаний адсорбуючим електроліт матеріалом, приводять у контакт із деталлю й включають у ланцюг постійного струму. Деталь, яка підлягає

					ДРМТВА 22.19070.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

натиранню (піввісь), з'єднується з негативним полюсом, а електрод – з позитивним. Адсорбуючий матеріал, насичений електролітом, служить електролітичною ванною й при включенні струму в ньому відбувається процес електролізу. На поверхні деталі відбувається нарощування металу, іони якого знаходилися у розчині.

Технологічний процес електролітичного натирання містить у собі:

- попередню механічну обробку;
- знежирення;
- промивання гарячою й холодною водою;
- травлення (декапіювання) з наступним промиванням водою;
- нанесення покриття.

Знежирення й травлення проводять натиранням з використанням спеціальних тампонотримачів й розчинів. Для електролітичного знежирення використовують електроліт наступного складу:

- 20 г/л їдкого натру NaOH;
- 30 г/л карбонату натрію $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$;
- 10 г/л тринатрійфосфату $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$.

Час обезжирювання 25-30 с при $D_k = 15-25 \text{ кА/м}^2$ [14].

Анодне травлення проводять протягом 3-6 с розчином соляної кислоти HCl (30-40 г/л) або сірчаної кислоти H_2SO_4 (100-130 г/л) при $D_a = 10-15 \text{ кА/м}^2$.

Для поліпшення міцності зчеплення у початковий період осадження металу потрібно підтримувати щільність струму не більше 3-4 кА/м^2 , потім поступово її підвищувати до 15-25 кА/м^2 .

Відновлення шліців по ширині проводять накочуванням роликками:

- на зміну роликів затрачається 5-10 хв.;
- на налагодження роликів по висоті – близько 30 хв.;
- поздовжня подача складає 0,5-0,9 мм/хв.;
- одержувана точність шліців по кроку становить 0,04 мм;
- відхилення від прямолінійності не перевищує 0,04 мм на 100 мм довжини.

Описані методи вимірювання зносу деталей і спряжень, для випробування на зношування розглянута машина тертя МІ-1. Наведені відповідні схеми і проведені розрахунки радіальної сили притиску сальника до півосі, частоти її

						ДРМТВА 22.19070.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата			

обертання. Досліджена зносостійкість зразків зі сталі 38ХГСА до і після її відновлення. Встановлено, що електролітичне натирання півосі підвищує її зносостійкість у 1,22 рази.

					ДРМТВА 22.19070.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Список літератури

1. Експлуатація та ремонт автобусів «Ікарус»: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://allautoinfo.org/service-manual/17339-ekspluataciya-i-remont-avtobusov-ikarus.html>
2. Ікарус 415 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://ru.wikipedia.org/wiki/Ikarus_415
3. Автобуси Ікарус. Технічний опис [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://gortransport.kharkov.ua/bus/ps/ikarus250/technical_specification/index.html
4. Ікарус 260 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Ikarus_260
5. Конспект лекцій з дисципліни «Автомобілі» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня зі спеціальності 274 «Автомобільний транспорт». Частина 1. Будова автомобіля / Укладач. к.т.н., доцент Сасов О. О. – Кам'янське, ДДТУ, 2018 р. – 150 с. – Режим доступу: <http://www.dstu.dp.ua/Portal/Data/1/4/1-4-kl32.pdf>
6. Левкович М. Г. Конспект лекцій з дисципліни «Автомобілі. Аналіз конструкцій, робочі процеси та основи розрахунку автомобілів» для студентів всіх форм навчання за напрямком підготовки 6.070106 «Автомобільний транспорт» / М. Г. Левкович, Ю. І. Пиндус, В. О. Тесля, П. В. Босюк // Тернопіль. – 2016. – Режим доступу: <https://docplayer.net/68112413-Konspekt-lekciy-z-disciplini.html>
7. Ікарус головний диференціал [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://sci.ldubgd.edu.ua/bitstream/123456789/3672/1/Konstr%20Avto.pdf>
8. Кертес Ф. Експлуатація та ремонт автобусів Ікарус [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.twirpx.com/file/60154/>
9. Сталь 38ХГСА (38ХГС) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://evk.com.ua/materials/stal-38hgса-38hgс.html>

					ДРМТВА 22.19070.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

10. Сологуб М. А. Технологія конструкційних матеріалів / М. А. Сологуб, І. О. Рожнецький, О. І. Некоз. – Підручник – 2-ге вид., перероб. і допов. – К.: Вища шк., 2002. – 374 с.

11. Основи обробки металів різанням [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

http://moodle2.snu.edu.ua/pluginfile.php/118811/mod_resource/content/1/%D0%9B%D0%B5%D0%BA%D1%86%D1%96%D1%97.pdf

12. Основи технологій обробки поверхонь деталей машин: підручник / В. А. Кирилович, П. П. Мельничук, В. А. Яновський; за ред. В.А. Кириловича. – Житомир: Видавець О. О. Євенок, 2017. – 266 с.

13. Горбатюк С. О. ехнологія машинобудування: Навчальний посібник / С. О. Горбатюк, М. П. Мазур, А. С. Зенкін, В. Д. Каразей. – Львів: «Новий світ – 2000», 2009. – 358 с.

14. Відновлення деталей гальванічним покриттям [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://um.co.ua/1/1-1/1-17777.html>

15. Методи технічного нормування праці [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://um.co.ua/1/1-1/1-17783.html>

16. Основи проектування виробничих ділянок авторемонтних підприємств [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://um.co.ua/1/1-1/1-17784.html>

17. Норми витрати матеріалів і запасних частин на ТО і ремонт автомобілів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://um.co.ua/1/1-1/1-17785.html>

18. Обробка шліцьових поверхонь [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://studfile.net/preview/2652147/page:12/>

19. Технологія обробки типових деталей і складання машин: конспект лекцій / укл. С. В. Ковалевський, С. Г. Онищук, Ю. Б. Борисенко. – Краматорськ: ДГМА, 2015. – 119 с.

20. Шліцеві з'єднання — Знос [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://mash-xxl.info/info/222339/>

					ДРМТВА 22.19070.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

21. Закалов О. В. Основи тертя і зношування в машинах: Навчальний посібник / О. В. Закалов І. О. Закалов. – Тернопіль: Видавництво ТНТУ ім. І. Пулюя, 2011. – 322 с.

22. Машин тертя [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://studref.com/366838/stroitelstvo/mashiny_treniya

23. Машина МИ для випробування на знос [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://mash-xxl.info/info/596515/>

24. Автобус міського типу великого класу Ikarus-415 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.beltransport.by/ps/bus/ik415.html>

25. Диха О.В. Вузли тертя та мащення машин. Конспект лекцій з курсу для студентів спеціальності «Технологія і устаткування відновлення та підвищення зносостійкості машин і конструкцій» – Хмельницький: ТУП, 2003. – 75 с.

					ДРМТВА 22.19070.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

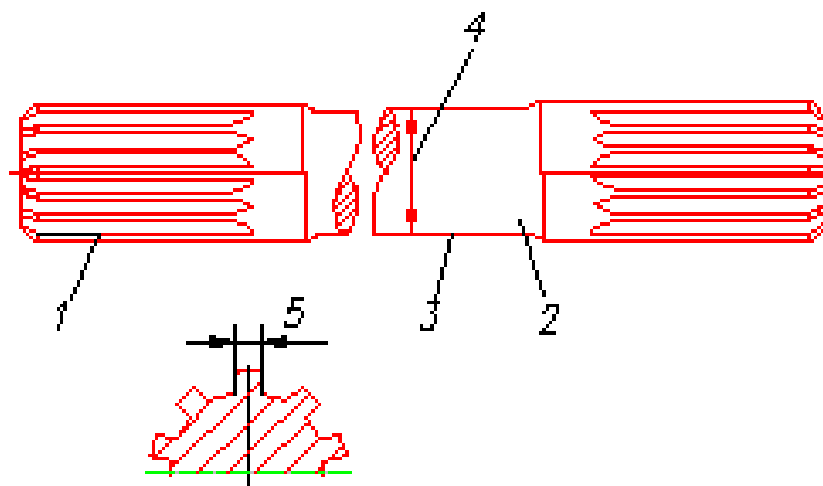
Додатки

					ДРМТВА 22.19070.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Графічне забезпечення дипломної роботи бакалавра

					ДРМТВА 22.19070.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Деталь (складальна одиниця): піввісь



Матеріал (складальні одиниці)

Матеріал

Сталь 38ХГСА

Твердість

HRC 48-56

Поз. на карті	Назва дефекту	Спосіб уст. слаблен-ня дефекту / засоби контролю	Розміри, мм		Запобігання
			по робочому профілю	допустимий без ремонту	
1	Тріщини чи абрази будь-якого характеру	Огляд лупа	-	-	Бракувати
2	Скручування	Огляд	-	-	Бракувати
3	Погнутість осі	Перевірка биття по шийці. Центріндикатор	-	биття не більше 1,2 мм у середній частині	Ремонтувати Правка
4	Знос або задіри шийки між	Мікрометр	50 _{±0,1}	49,85	Ремонтувати

Продовження карти 1

Деталь (складальна одиниця):

Код по №1-7	Назва деталі	Спосіб устаткування ремонту / засоби контролю	Розміри мм		Заключення
			на робочому стані	ремонтовано	
	сальник				Електролітичне натирання
5	Знос шліфів по ширині	Ролики 55,493±0,001 мікрометр	Діаметр по роликом 56,23	56	Ремонтувати Обробка тиском

Рисунок А1 – Карта дефектації (Comras-3D)

Технологічний процес відновлення

Найменування деталі – піввісь заднього мосту;

Матеріал деталі – сталь 38ХГСА;

Твердість робочих поверхонь – HRC 48-56;

Сумарна тривалість відновлення – 63,16 хв.

Найменування дефектів та ескіз	№ операції	Найменування та зміст операції	Обладнання (тип, модель)	Технологічна оснастка	Ріжучий та вимірний інструмент	Професійний розряд	Т _м , хв.
1. Погнутість півосі. 2. Знос шийки під сальник. 3. Знос шліців по ширині.	005	Пресова. Правити до усунення згину, витримуючи биття не більше 1,0 мм у середній частині	Прес ГАРО типу 2135	Лещата з призмами ДСТ 21168-79	Індикатор ДСТ 9696-79	Слюсар 2	22,67
	010	Гальванічна. Залізнити	Установка для електронатирання 0113-006 Ремдеталь	Центри ДСТ 13212-79	Мікрометр 25-50 ДСТ 6507-78	Слюсар 2	16,03
	015	Шліфувальна. Шліфувати до розміру не менше Ø50 _{-0,1} "начисто"	Станок круглошліфувальний 3В423	Захват ПС-107	Коло ПП900Х350Х63 ЕБ40СТ27К5 ДСТ 2424-83, мікрометр 25-50 ДСТ 6507-78	Зварювальник, 4	0,11
	020	Термічна Нагріти шліцьову частину півосі СВЧ до 700°C на кожному кінці (рис. 2).	Установка СВЧ	Індуктор ПЩ-135, Центри ДСТ 13212-79	Твердомір Роквелла 20-70 HRC ДСТ 23677-79	Терміст, 3	0,95
	025	Слюсарна. Накатати роликами торець шліців з роздаванням бокової поверхні не менше 0,1 мм на сторону на кожному кінці (рис. 3).	Установка для переміщення валу між роликами	Головка розкатна	Штангенциркуль ПЩ-1-125 ДСТ 166-80	Слюсар, 3	13,85
	030	Токарна. Проточити зовнішню поверхню до Ø47 _{-0,34} . Зняти фаску на торцевій поверхні півосі 5х30° на кожному кінці.	Верстат токарногвинторізний 16К62	Патрон трикулачковий ДСТ 2675-80	Різець прохідний з пластинкою Т16К20 ДСТ 18866-95, мікрометр 25-50 ДСТ 2675-80	Токар, 3	2,24
	035	Шліцефрезерна. Фрезерувати шліці на кожному кінці до внутрішнього діаметра Ø44 _{-0,17} мм	Верстат шліцефрезерний 5350	Оправка ДСТ 16212-79, центри ДСТ 13212-79	Фреза черв'ячна однозахідна Ø90 мм ДСТ 18866-95, мікрометр 25-50 ДСТ 6507-78	Фрезерувальник, 4	25,64
	040	Термічна. Загартувати СВЧ шліцьову частину півосі по усій довжині. Відпустити при 575-600°C з охолодженням на повітрі (рис. 2).	Установка СВЧ	Індуктор ПЩ-135, центри ДСТ 13212-79	Твердомір Роквелла 20-70 HRC ДСТ 23677-79	Терміст, 3	0,90
	045	Шліцешліфувальна. Шліфувати шліці до діаметра по роликам 56,23 мм	Верстат шліцешліфувальний 3451	Пристрій дільний	Коло ПП900х350х63 ЕБ40СТ27К5 ДСТ 2424-83, ролики Ø5,493±0,001 мм, мікрометр 25-50 ДСТ 6507-78	Шліфувальник, 4	4,76
	050	Контрольна. Контролювати: – биття у середній частині не більше 1,2 мм; – діаметр під сальник не менше Ø5 _{-0,1} мм; – діаметр шліців по роликам Ø56,23 мм	Стіл контролера	Підставка, центри ДСТ 13212-79	Індикатор ДСТ 9696-79, мікрометр 25-50 ДСТ 6507-78, ролики Ø5,493±0,001 мм	Контролер, 3	1,65

ДРМТВА 22.19070.000. ПЗ

Арк.

Зм. Арк. №докум. Підпис Дата

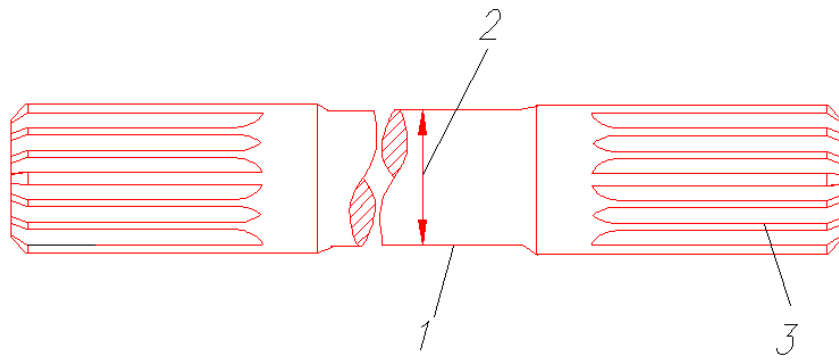


Рис.1

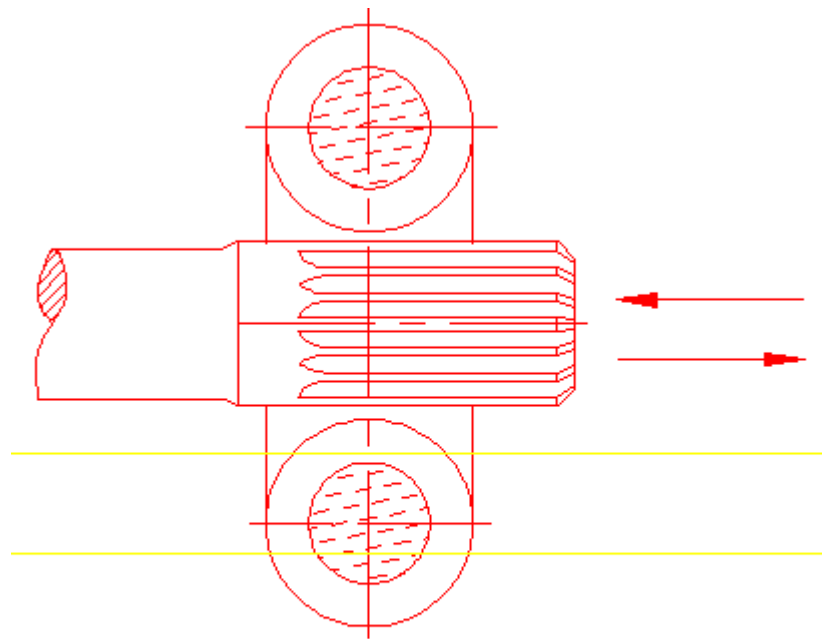


Рис.2

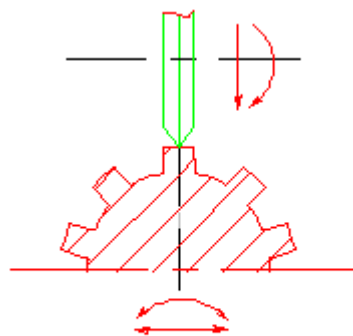


Рис.3

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

ДРМТВА 22.19070.000. ПЗ

Арк.

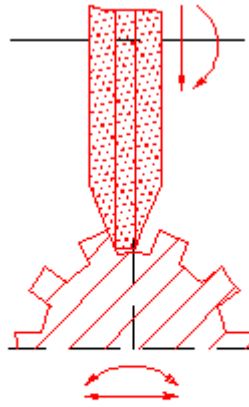


Рис.4

Рисунок А2 – Технологічний процес відновлення півосі заднього мосту

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

ДРМТВА 22.19070.000. ПЗ

Арк.