

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

(повне найменування вищого навчального закладу)

Інженерії машин, споруд та технологій

(назва факультету)

Автомобілів

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Проект ділянки ремонтного цеху для відновлення кулачкового валу
ПНВТ двигуна ЯМЗ-236, з дослідженням покриттів електrolітичного заліза.

Виконав(ла): студент(ка) 6 курсу, групи МАм-61
спеціальності 274

«Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

_____ Дністрян С.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник _____ Гевко І.Б.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль _____ Левкович М.Г.
(підпис) (прізвище та ініціали)

В.о. зав. кафедри _____ Цьонь О.П.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

м. Тернопіль – 2022

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

Факультет Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)

Кафедра Кафедра автомобілів
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри

Цьонь О.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

«11» листопада 2022 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня магістр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт»
(шифр і назва спеціальності)

студенту Дністряну Станіславу Олександровичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект дільниці ремонтного цеху для відновлення кулачкового валу ПНВТ двигуна ЯМЗ-236, з дослідженням покриттів електролітичного заліза.

Керівник роботи Гевко І.Б., д.т.н., проф.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «11» листопада 2022 року № 4/7-899

2. Термін подання студентом завершеної роботи 12 грудня 2022

3. Вихідні дані до роботи Характеристика підприємства, базовий технологічний процес відновлення.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

1 Загально-технічний розділ. 2 Технологічний розділ. 3 Конструкторський розділ.

4 Науково-дослідний розділ. 5 Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

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

Схема розбирання паливного насосу високого тиску двигуна ЯМЗ-236 – 1А1.

Вал кулачковий ПНВТ двигуна ЯМЗ-236 236-1111172 – 1А1. Стенд для

контролю профілю кулачків кулачкового валу ПНВТ – 1А1. Зміна температури

в контактній зоні тертя – 1А1. Стенд для контролю профілю кулачків

кулачкового валу ПНВТ – 1А1. Зміна зношувальних характеристик

відновлюваної поверхні деталі способом осталювання – 1А1. Припрацьовуваність

відновлюваної деталі – 1А1. Проект дільниці по ремонту паливної апаратури

дизельних двигунів ЯМЗ-236 – 1А1.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	к.т.н. доц. Ткаченко І.Г.		
Безпека в надзвичайних ситуаціях	ст. викл. Клепчик В.М.		

7. Дата видачі завдання 11.11.2022р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Загально-технічний розділ	16.11.2022	
2	Технологічний розділ	21.11.2022	
3	Конструкторський розділ	25.11.2022	
4	Науково-дослідний розділ	02.12.2022	
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	02.12.2022	
6	Оформлення графічної частини	08.12.2022	
7	Захист кваліфікаційної роботи магістра	22.12.2022	

Студент

_____ (підпис)

Дністрян С.О.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Гевко І.Б.

_____ (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

В представленій магістерській роботі розроблені заходи по впровадженню нового технологічного процесу відновлення кулачкового валу ПНВТ двигунів ЯМЗ-236 та впровадженню для відновлення методу електрохімічного остальювання.

Приведена характеристика підприємства, його структура та основні види діяльності. Обґрунтовано вибір теми, мету та задачу магістерської роботи.

Теоретично розглянуто антифрикційність покриттів електролітичного заліза, досліджено взаємозв'язок між параметрами тертя та середньою температурою на поверхні контакту відновлюваних деталей, особливості припрацювання деталей відновлених остальюванням та зношуваність покриттів з електролітичного заліза.

Розроблено стенд для контролю профілю кулачків валу, після їх відновлення.

Розроблена дільниця по ремонту паливної апаратури дизельних двигунів, проведені розрахунки фондів часу, кількості працівників, обладнання також розрахована річна потреба пари, палива.

Розраховано собівартість відновлення кулачкового валу, техніко-економічну ефективність запропонованого технологічного процесу відновлення валів.

Ключові слова: покриття, припуск, відновлення, твердість, двигун.

ЗМІСТ

Вступ	7
1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ	9
1.1 Аналіз причин зношування деталі. Характер, вид та величина зносу.....	10
1.2 Характеристика технологічних особливостей кулачкового валу ПНВТ двигуна ЯМЗ-236.....	10 11
1.3 Висновки та постановка завдання на магістерську роботу.....	12
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	13
2.1 Технологічний процес дефектування деталі.....	13
2.2 Характеристика дефектів, складання технологічного маршруту відновлення деталі.....	15 15
2.3 Технічні умови на відновлення деталі.....	16
2.4 Аналіз базового ТП відновлення деталі.....	17
2.5 Розробка ТП відновлення кулачкового валу ПНВТ.....	18
2.6 Вибір технологічного обладнання та інструменту.....	19
2.7 Розрахунок і вибір режимів виконання технологічних операцій відновлення кулачкових валів ПНВТ.....	20 20
2.8 Норми технологічних операцій ТП відновлення деталі	23
2.9 Розрахунок трудомісткості та об'єму робіт на ділянці ремонту ПНВТ....	31
2.10 Техніко-економічне обґрунтування впроваджуваного технологічного процесу по відновленню деталі.....	32 32
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	36
3.1 Вибір і застосування приспособлення.....	36
3.2 Розрахунок кількості робочих місць, робітників, обладнання та площі проектуємої ділянки.....	37 37
4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ	42
4.1 Антифрикційність покриттів електролітичного заліза.....	42
4.2 Взаємозв'язок між параметрами тертя та середньою температурою на поверхні контакту.....	52 52
4.3 Зношуваність покриття з електролітичного заліза.....	56
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ	

	6
СИТУАЦІЯХ	62
5.1 Система управління охороною праці на підприємстві.....	62
5.2 Предмет, мета і завдання ЦО при загрозі та виникненні надзвичайних ситуацій мирного і воєнного часу.....	64
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	66
БІБЛІОГРАФІЯ	
ДОДАТКИ	

ВСТУП

Встановлення цехів по відновленню певних деталей, ремонту вузлів чи агрегатів, сприятиме надходженню коштів на дане підприємство, за рахунок виконання ремонтних робіт для інших організацій чи установ.

В процесі експлуатації машин, головна увага повинна приділятися технічному обслуговуванню машин та поточному ремонту, так як це дає можливість збільшити міжремонтний цикл і зменшити кількість капітальних ремонтів. На даний час не можна говорити, що питання капітального ремонту машин і агрегатів втратили свою актуальність і не заслуговують уваги.

Велику роль у процесі експлуатації машин відіграє надійність та довговічність.

Відомо, що в будь-якій машині за весь строк її експлуатації проведенням капітальних ремонтів близько 4 – 6 разів повертається втрачена працездатність і, крім того, при проведенні капітального ремонту на машину витрачається лише 25% металу від її загальної ваги, а питання економії металу має велике значення для нашої країни. Не завжди працездатність машини після капітального ремонту рівна працездатності нової машини. Це можна пояснити тим, що обладнання ремонтних підприємств і організація всього ремонтного виробництва знаходиться на відносно невисокому рівні. Внаслідок проведених дослідів, було встановлено, що високої якості капітальних ремонтів, можна досягти шляхом більшої концентрації ремонтного виробництва, його спеціалізації, підвищення якості обладнання і всього оснащення, застосування селективного збирання машин та маршрутної технології під час проведення ремонту деталей і організації всього ремонтного виробництва на більш високому рівні на зразок ремонтних підприємств.

При проведенні капітального ремонту машин і агрегатів велике значення має забезпеченість ремонтних майстерень запасними частинами та агрегатами, а також вирішення питання уніфікації вузлів та агрегатів. До теперішнього часу забезпеченість запасними частинами та агрегатами була недостатньою. Запасні деталі та вузли в значній мірі виготовлялись самими ремонтними

підприємствами, що призводило до їх великої вартості і як наслідок до підвищення вартості капітальних ремонтів машин.

По відношенню уніфікації та взаємозамінності вузлів та агрегатів машин потрібно зробити ще дуже багато як проектно-конструкторським організаціям, так і машинобудівним заводам даної галузі.

Щоб більш ефективно виконувати ремонт машин і застосовувати в широких масштабах агрегатний метод ремонту необхідно в найкоротші терміни досягнути більш широкої уніфікації деталей, вузлів та агрегатів так як це вже досягли інші більш розвинені країни.

Крім того, Українські машинобудівні заводи, та підприємства автомобільної промисловості мають велику потребу у висококваліфікованих універсальних кадрах інженерно-технічних працівників, які б добре знали свою справу, і орієнтувалися не лише у вітчизняній, а і в закордонній техніці (знали будову, могли виявити несправність, якісно виконувати ремонт та відновлення деталей, та вузлів машин).

Для підтримання техніки в робочому стані необхідно проводити цілий ряд заходів: технічні огляди та обслуговування, поточний та капітальний ремонт, та інше. Важливим шляхом зниження собівартості ремонту є розробка високоефективних технологічних процесів відновлення та зміцнення зношених деталей, а також удосконалення з точки зору механізації та економічної ефективності вже існуючих.

Дана проблема поставлена і в запропонованій магістерській роботі, де завдяки вибраним методам відновлення (металізація, з подальшим зміцненням поверхні - осталюванням) та зміцнення для кулачкових валів паливного насосу високого тиску двигуна ЯМЗ-236 ми маємо змогу знизити собівартість відновлення валів в порівнянні з існуючими технологічними процесами, підвищити зносостійкість і довговічність їх роботи.

Процес зміцнення при відновленні кулачкових валів є важливою складовою під час капітального ремонту паливних насосів високого тиску, так як відновлені вали з послідуєчим зміцненням мають меншу вартість в порівнянні з новими і при цьому забезпечують 100% ресурс роботи.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Аналіз причин зношування деталі. Характер, вид та величина зносу

Вплив основних видів зносу деталі на технічний стан спряжень та якість роботи агрегату в цілому

В процесі експлуатації паливної апаратури виникає зміна геометричних та фізико-механічних властивостей поверхонь деталей, що призводить до погіршення роботи паливної апаратури. Розглянемо знос деталей найбільш розповсюдженої паливної апаратури:

Кулачковий вал

У кулачкового валу зношуються кулачки, опорні шийки під підшипники, різьба на хвостовиках, шпонковий паз.

При нормальній експлуатації зношування кулачків валів наростає дуже повільно, досягаючи в середньому 0,2...0,3 мм і максимум 0,5...0,6 мм. Іноді зустрічаються аварійні зношування через невчасне змащування та недостатню точність застосування.

Такі зношування негативно впливають на роботу паливного насоса, де потрібна висока точність обробки та дотримання номінальних розмірів деталей для забезпечення безперервної роботи як паливного насоса високого тиску, так і двигуна в цілому.

В умовах тривалої роботи у кулачка зношуються, головним чином, передня частина його випуклого профілю, а тильна частина – незначно. Місцеве зношування виникає від великих сил тертя між поверхнею ролика штовхача і кулачком у момент нагнітання палива плунжером. Дефекти кулачка приводять до запізнення моменту впорскування палива і зсуву фази впорскування по куту повороту кулачкового валу.

Зношуються також опорні шийки валу, в результаті чого послаблюється посадка підшипників. При значному зношуванні опорних шийок валу і підшипників запізнюється момент впорскування, порушено зачеплення шестерень регулятора, які при цьому швидше зношуються.

Трапляються також аварійні зношування – під час заїдання ролика штовхача, або плунжерної пари. Такі зношування негативно впливають на стан кулачків та валу в цілому.

Крім аварійних спрацювань деталей трапляються також природні спрацювання. Вони з'являються під впливом сил тертя, дії високих температур, корозії металу при дотриманні всіх умов експлуатації і обслуговування механізму та деталей.

1.2 Характеристика технологічних особливостей кулачкового валу ПНВТ двигуна ЯМЗ-236

Кулачковий вал служить для періодичного переміщення плунжерів з нижнього положення у верхнє. Він має опорні шийки, кулачки, ексцентрик приводу підкачувального насосу, посадкові місця для приводу насоса від двигуна регулятора частоти обертання. Шийки вала, кулачки та ексцентрики піддають поверхневому загартуванню, а потім шліфують. За своєю будовою кулачковий вал паливного насоса високого тиску подібний до розподільного валу газорозподільного механізму двигуна. Для кожного циліндра на кулачковому валу є свій кулачок. Кулачковий вал обертається у корпусі ПНВТ на роликівих конічних підшипниках. За час робочого циклу двигуна, тобто за два оберти колінчастого валу кулачковий вал має один раз подати паливо по черзі до всіх форсунок двигуна, зробивши під час цього один оберт. Вал встановлений на кулькових підшипниках. Він має шість кулачків тангенціального профілю і ексцентрик для приведення в дію паливо підкачувального насосу, Вал приводиться в обертання від шестерні, встановленої на фланець. Шестерня з'єднується з валом за допомогою шліцьової втулки, яка насаджена на його конічний хвостовик. На кінці валу з боку регулятора закріплена шестерня, за допомогою якої приводиться в обертання механізм регулятора. Вал виготовляють штампуванням з вуглецевої сталі 18ХГТ ГОСТ 4543-61. Поверхню вала цементують на глибину 0,7-1,2 мм.. Допустиме відхилення профілю кулачка – 0,035 мм..

1.3 Висновки та постановка завдання на магістерську роботу

В процесі експлуатації машин на підприємстві, головна увага повинна приділятися технічному обслуговуванню машин та поточному ремонту, так як це дає можливість збільшити міжремонтний цикл і зменшити кількість капітальних ремонтів. На даний час не можна говорити, що питання капітального ремонту машин і агрегатів втратили свою актуальність і не заслуговують уваги.

Велику роль у процесі експлуатації машин відіграє надійність та довговічність.

Процес зміцнення при відновленні плунжерних пар є важливою складовою під час капітального ремонту паливних насосів високого тиску, так як відновлені плунжерних пар з послідуєчим зміцненням мають меншу вартість в порівнянні з новими і при цьому забезпечують 100% ресурс роботи.

В процесі експлуатації паливної апаратури виникає зміна геометричних та фізико-механічних властивостей поверхонь деталей, що призводить до погіршення роботи паливної апаратури. В даній магістерській роботі, розглянуто найбільш розповсюджений знос деталей паливного насосу.

Плунжер зношується в певних місцях, від чого ці ділянки отримали назву місцевих зносів. Значному зношуванню підлягає головка плунжера, особливо ділянка в її верхній частині, розташована навпроти впускного вікна гільзи. Знос огортає поверхню у вигляді жолобоподібної канавки, яка проходить вздовж плунжера від верхнього торця і дещо нижче середини головки.

У втулки зношується внутрішня поверхня, яка примкнена до впускного та перепускного вікон. Великий знос знаходиться біля впускного вікна, менший – біля перепускного.

Дільниці по ремонту машин та устаткування на підприємствах, які застосовують механізми для виконання певного виду робіт. Це дає змогу у якомога менші строки виконати технічне обслуговування та ремонт машин, які знаходяться на підприємстві, без залучення додаткових виробничих підприємств, та зменшити витрати на ремонт, за рахунок відновлення деталей

власними силами. Крім того, за рахунок утримання даних діляниць, забезпечується збільшення кількості робочих місць, та залучення капіталовкладень у дане виробництво зі сторони, за рахунок додаткових послуг по ремонту деталей, які можливо надавати іншим підприємствам.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Технологічний процес дефектування деталі

Таблиця 2.1. Карта дефектування кулачкового валу ПНВТ двигуна ЯМЗ-236

Позначення по ескізу	Найменування дефектів	Спосіб встановлення дефекту та вимірювальний інструмент	Розміри мм.			Висновок
			Номінальний	Допустимий без ремонту	Допустимий для ремонту	
1	Зношування робочої поверхні кулачків	Індикатор годинникового типу, стенд для перевірки.	-	-	-	Ремонтувати наплавленням
2	Зношування опорних шийок вала, та ексцентрика	Мікрометр, штангенциркуль				Ремонтувати наплавленням
3	Тріщини на валу	Огляд. Лупа десятикратного збільшення.				Бракувати. Заміна деталей на нові.
4	Риски та сліди корозії на поверхнях валу	Огляд. Лупа десятикратного збільшення.				Ремонтувати. Притирання до виведення рисок, з можливим подальшим відновленням
5	Руйнування різьби на кінцях валу	Огляд				Ремонтувати наплавленням з подальшим нарізанням різьби потрібного розміру

6	Руйнування шпонкових пазів на кінцях валу	Огляд, штангенциркуль		Ремонтувати наплавленням з подальшим фрезеруванням до номінальних розмірів
7	Прогин валу	Огляд, мікромметр, плита		Бракування, можлива правка
8	Відколювання частин валу	Огляд		Бракування при неможливості подальшого відновлення

2.2 Характеристика дефектів, складання технологічного маршруту відновлення деталі

Перший дефект – зношування робочої поверхні кулачків. Таке зношування можливо піддати відновленню за допомогою наплавлення металу, або хімічної обробки кулачків з подальшою обробкою.

Другий дефект - зношування опорних шийок вала, та ексцентрика. Даний дефект можливо ліквідувати методами аналогічними з тими, що доведені при ліквідації першого дефекту.

Третій дефект – тріщини на валу ліквіднуються за допомогою механічної або хімічної обробки поверхонь, з подальшою термічною обробкою. При неможливості відновлення деталей дефектується і замінюється на нову.

Четвертий дефект - риси та сліди корозії на поверхнях валу. Ліквідується шліфуванням до повного зняття рисок та корозії у місцях де це неприпустимо, з подальшим (при необхідності) відновленням робочих поверхонь.

П'ятий дефект - руйнування різьби на кінцях валу – усувається наплавленням даної частини валу з подальшим нарізанням різьби потрібного розміру.

Шостий дефект - руйнування шпонкових пазів на кінцях валу. Даний дефект можливо усунути методом наплавлення зношеної частини з подальшим

відновленням шпонкового пазу, а саме, фрезеруванням до номінального розміру.

Сьомий дефект – прогин валу виникає внаслідок декількох чинників: втрачанням валу своїх механічних властивостей а саме внаслідок перегрівання валу через недостатнє змащування; заїдання плунжерних пар або підкачувального насосу, що привело до скручування та прогину валу.

Восьмим дефектом є відколювання частин валу (кулачків та ін.) даний дефект практично неможливо видалити. Лише в окремих випадках, коли відкололась незначна частина матеріалу, його можливо виправити наплавленням нового металу з подальшою хімічною та термічною обробкою.

У даній магістерській роботі запропоновано ремонт кулачкового валу ПНВТ методом металізації з попереднім підготовленням анодно-механічною обробкою, та подальшим загартуванням поверхні з цементациєю.

У даний час найбільш прогресивною технологією ремонту є маршрутна, оскільки в процесі експлуатації деталей не всі дефекти проявляються одночасно, а у тих, що часто проявляються та їх сполучення потребують певного маршруту відновлення.

Одним з сполучень дефектів, що часто зустрічаються, є маршрут №3. В зв'язку з цим вибираємо цей маршрут і для розробки технологічного процесу відновлення деталі (таблиця 2.2).

Таблиця 2.2 – Таблиця маршрутів відновлення кулачкового валу ПНВТ

Найменування дефекту	Номер маршруту		
	I	II	III
1.Зношування робочої поверхні кулачків	+	+	+
2. Зношування опорних шийок вала, та ексцентрика	+	+	+
3. Тріщини на валу	+	-	-
4. Риски та сліди корозії на поверхнях валу	+	-	+
5. Руйнування різьби на кінцях валу	+	-	+
6. Руйнування шпонкових пазів на кінцях валу	+	-	+
7. Прогин валу	+	-	+
8. Відколювання частин валу	+	-	+

2.3 Технічні умови на відновлення деталі

Основні технічні умови:

1. Цементувати. Глибина шару 0,7 – 1,2 мм. На торцях кулачка – 1,2 -16, мм;
на конусах валика – 0,4 – 0,9 мм.. Різьбу, шпонкові канавки, поверхні Н на відстані 2^{+1} мм від поверхні М, та поверхні М від цементациї захистити. Шийки $\varnothing 27,5$ крім Н допускається не цементувати.
2. Загартувати. Відпустити. Твердість поверхні HRC 56-63 (перевіряти на вершині кожного кулачка).
3. Поверхні Н повинні бути співвісними. Биття 0,02 мм не більше.
4. Поверхня И повинна бути концентрична поверхням Н. Биття 0,02 мм не більше.
5. Поверхні К та Н повинні бути концентричні. Биття 0,02 мм не більше.
6. Поверхні М повинні бути перпендикулярними осям поверхонь Н. Відхилення 0,03 мм. не більше на крайніх точках.
7. Осі шпонкових канавок повинні лежати в площині симетрії профілю кулачка. Зміщення 0,05 мм не більше.
8. Зміщення осей шпонкових канавок з діаметральної площини поверхонь К 0,06 мм не більше.
9. Кутове відносне розташування кулачків витримувати з точністю $\pm 30'$.
10. Задня частина кулачка повинна бути концентричною поверхням Н. Биття 0,03 мм. не більше.
11. На ділянці профілю кулачку в межах кута від $\alpha_{x_1}^0 = 25^\circ$ до $\alpha_{x_3}^0 = 45^\circ$ допустиме відхилення контрольних розмірів профілю 0,035 мм. не більше, для усіх кулачків та 0,035 мм для одного кулачка. Для останніх значень кута $\alpha_{x_1}^0$ - 0,05 мм не більше для усіх кулачків та 0,05 не більше для одного кулачка. В інтервалі 1° на ділянці профілю кулачка від $\alpha_{x_1}^0 = 25^\circ$ до $\alpha_{x_3}^0 = 45^\circ$ допустима зміна відхилення контрольних розмірів не більше 0,01 мм.
12. Утворюючі поверхні кулачків повинні бути паралельними осі

поверхонь Н. При перевірці на призмі відхилення 0,005 мм не більше на довжині 12 мм.

13. Перевірку профілю та взаємного розташування кулачків виконувати по інструкції № И-24.

14. Поверхні К перевіряти калібром на краску. Поверхня зіткнення повинна бути 80% не менше.

15. Після термічної обробки вала допускається ширина шпонкового паза розміром $4_{-0,07}$ мм.

16. Деталь перевіряти на магнітному дефектоскопі, тріщини не допускаються.

2.4 Аналіз базового ТП відновлення деталі

Кулачковий вал, що виготовляється зі сталі 18ХГТ загартованими поверхнями кулачків, ексцентрика і опорних шийок, має наступні дефекти:

- знос поверхні кулачків
- знос ексцентрика
- знос посадочних місць під підшипники і сальники
- знос канавки шпонки
- знос різьблення.

Вибраковують кулачковий вал при тріщинах, зламах і аварійному прогині.

Трохи зношені кулачки шліфують до відновлення профілю, але на глибину не більше 0,5 мм. Кулачки з великим зносом, ексцентрик, посадочні поверхні, а також зношене різьблення відновлюють нарощуванням металу, такими ж способами і матеріалами, як при відновленні розподільних валів двигунів, і потімобробляють під номінальні розміри.

Зношену канавку шпонки фрезерують під збільшений розмір, а при зносі не більше 0,2 мм зачищають стінки до виведення слідів зносу. У обох випадках ставлять ступінчасту шпонку. Зсув по довжній осі канавки шпонки щодо діаметральної площини конуса впускається не більше 0,1 мм, а щодо осі симетрії третього кулачка - не більше 0,15 мм..

2.5 Розробка ТП відновлення кулачкового валу ПНВТ

Таблиця 2.3 – Запропонований технологічний процес відновлення та зміцнення кулачкових валів ПНВТ двигуна ЯМЗ-236

№ операції	№ переходу	Зміст операції
005	1	Миття деталі. Очищення від жирів, бруду та ін.
010	1	Надання кулачкам правильної форми за допомогою механічної обробки
015	1	Анодно-механічна обробка для надання шорсткості деталі для металізації
020	1	Захист поверхонь, які не підлягають відновленню
025	1	Миття деталі. Очищення від жирів, бруду та ін.
030	1	Металізація поверхонь, що підлягають відновленню
035	1	Токарна обробка деталі
040	1	Шліфування оброблюваної деталі
045	1	Промивка деталей
050	1	Зачистка нарощуваної поверхні абразивною бумагою
055	1	Встановлення деталей у підвісні пристрої та ізоляція місць, що не підлягають осталуванню
060	1	Знежирювання венським вапном
065	1	Промивання деталей в проточній воді
070	1	Анодне травлення (декапування)
075	1	Промивання деталі гарячою водою
080	1	Осталування
085	1	Промивання деталі гарячою водою
090	1	Промивання у розчині соди
095	1	Промивання деталі гарячою водою
100	1	Розбирання підвісних пристроїв та зняття ізоляції
105	1	Сушіння деталей
110	1	Старіння
115	1	Механічна обробка (шліфування)
120	1	Контроль розмірів

2.6 Вибір технологічного обладнання та інструменту

Таблиця 2.4 – Перелік технологічного обладнання і інструмента, що використовується при відновленні кулачкових валів

Номер і найменування операції	Найменування і марка обладнання	Габарити	Інструмент
005, 025	Піскоструменва камера	1500 x 1150	Скрина для піску
010, 020, 050	Стіл для оброблення деталей	1500 x 1000	Слюсарні інструменти
015	Анодно-механічна установка	3610 x 1695	Струмопровідний чавунний диск, сопло
030	Токарний станок 16К20 Електрометалізатор	3795x1190x1500 -	
035	Токарний станок 16К20	3795x1190x1500	різці
040, 115	Круглошліфувальний станок 3А151	3100 x 2100	Коло шліфувальне ПП150x40x80 Э24СМ1К ГОСТ2424-83
045, 065	Ванна для промивання деталей холодною водою	1160 x 686	Проточна вода
055, 060, 100	Стіл для збирання деталей підвіски	1200 x 800	Прогумована стрічка
070	Ванна для електролітичного (анодного) травлення	1370 x 956	30% електроліт з сірчаної кислоти та залізного купоросу
075, 085, 095	Ванна для промивання деталей гарячою водою	1130 x 686	Гаряча вода
080	Ванна для остальювання	1792 x 1442	електроліт
090	Ванна для розчину соди	1370 x 956	Розчин соди
105	Сушильний шкаф	680 x 550	

110	Стелаж для деталей	1410 x 450	
120	Мікрометр МКО-25, Штангенциркуль ШЦ-II-0-0.05-320	ГОСТ 868-80 ГОСТ 166-83	

2.7 Розрахунок і вибір режимів виконання технологічних операцій відновлення кулачкових валів ПНВТ

005 Миття деталей. Очищення деталей від бруду іржі та ін за допомогою піскоструменевої обробки.

Очищення поверхонь деталей від жирів та бруду виконується після розбирання, а також при оброблюванні деталі піском для надання їй шорсткості. Вона виконується сухими крупнозернистими кварцевими пісками під тиском стисненого повітря.

010 Надання кулачкам правильної форми

Попередня обробка для надання деталям правильної геометричної форми виконується тоді, коли при отриманні шорсткої поверхні геометрична форма не змінюється. В цьому випадку проводиться звичайна механічна обробка на станках. Враховуючи конструктивні особливості кулачкового валу, обробку кулачків виконуємо вручну, а корінні шийки валу оброблюємо на станку.

020. Захист поверхонь, що не підлягають відновленню:

Виконується хомутиками із листової сталі товщиною 1,0 – 1,5 мм. Захистом може слугувати картон. Для захисту масляних отворів та шпонкових канавок в них забивають дерев'яні пробки. При встановленні захисних пристроїв необхідно стежити за тим, щоб не забруднити підготовлену поверхню.

При усіх способах підготовки, перерва між підготовкою поверхні, та металізацією не повинна перевищувати 2 – 3 години.

025 Миття деталей та очищення їх від іржі та бруду.

Виконується у піскоструменевих камерах.

Річний норматив робіт по піскоструменевому очищенню деталей розраховують по формулі:

$$T = \frac{P}{H} \text{ год.}$$

Приймаємо площу річної поверхні деталей рівною:

$$2000 \times 0,046 = 92 \text{ м}^2$$

де: річна кількість відновлених деталей – 2000 шт.

середня площа відновлення однієї деталі – 0,046 м²

Продуктивність одного сопла вибираємо з таблиці приймаючи що площа однієї деталі становить 4,6 дм². Продуктивність одного сопла складає 1,8 м²/год

$$T = \frac{P}{H} = \frac{92}{1,8} = 51,1 \text{ год.}$$

030 Відновлення поверхонь металізацією

Річний об'єм робіт металізаційної ділянки розраховують за формулою:

$$T = \frac{Ph\gamma\beta}{g} \text{ год}$$

$$h = 2,0 \text{ мм.} = 6,6 - 7,0. = 1,59. g = 1,2 - 2,4 \text{ кг / год.}$$

$$T = \frac{Ph\gamma\beta}{g} = \frac{92 \cdot 2 \cdot 6,8 \cdot 1,59}{2} = 994,7 \text{ год.}$$

035 Токарна обробка деталей після відновлення

040 Шліфування оброблюваної деталі визначаємо двома способами. Спочатку визначаємо норми на шліфування корінних шийок валу. А потім визначаємо параметри шліфування кулачків валу.

045, 065 Промивання деталей

Проводиться у ваннах з проточною холодною водою, для видалення слідів обробки та промивання відновлюваних поверхонь деталі перед обробкою або зміцненням.

050 Зачистка нарощуваних поверхонь абразивною бумагою

Виконується на слюсарних столах для надання шорсткості поверхонь перед процесом зміцнення поверхонь деталей.

055, 100 Встановлення та знімання деталей у підвісні пристрої проводиться на слюсарних столах з подальшим їх знежирюванням (060) для запобігання порушення технологічного процесу відновлення.

070 Декапування (Анодне травлення)

Декапування кулачкових валів проводять анодною обробкою у ванні з

електролітом із 30 % - ого розчину сірчаної кислоти та залізного купоросу (10 -15 г/л)є на протязі 0,5-3 хв при щільності струму $D_k=10-60$ а/дм². Деталі завантажують в електроліт в якості аноду; катодом слугують пластини зі свинця. Щільність струму збільшується зі збільшенням в сталі вуглецю та поверхневої твердості. Для сталі 1818ХГТ $D_k = 30$ а/дм². В технологічний процес підготовки деталей до осталювання входить операція «витримка без струму». При здійсненні цієї операції деталь поступово прогрівається приймаючи температуру електроліту. Деталі завантажують на катодну штангу, де їх витримують 1-2 хв. без струму, для того, щоб вони прийняли температуру електроліту. Після цього перекидним рубильником міняють полярність і деталь на протязі 2-3 хв є анодом при щільності струму 25-60а/дм².

075 , 085, 095 Промивання деталей у гарячій воді

Проводиться безпосередньо перед процесом зміцнення деталей та після нього для змивання залишків електроліту після операції декапування та осталювання.

080 Осталювання.

Осталювання проводять в ваннах, виготовлених із різноманітних теплопровідних, або нетеплопровідних матеріалів. Кількість анодів для завіски в ванну визначається так, щоб витримати співвідношення між анодною (S_a) та катодною (S_k) поверхнями у межах $S_a/S_k=1/2$. Вихідними матеріалами для приготування хлористого електроліту являється двоохлористе залізо ($FeCl_2 \cdot 4H_2O$), хлористий натрій (NaCl), та соляна кислота (HCl).

Тривалість нарощування деталей залізом t_k при заданій товщині покриття (h,мм) та заданій щільності струму D_{rk} може бути визначена за формулою:

$$t_k = \frac{1000 \gamma h}{c \alpha_k D_k} = 100 \frac{h}{D_k} = 100 \frac{19,85}{80} = 24,8 \text{ , год}$$

$$= 7,8 \text{ г/см}^2 \text{ с} = 1,042 \text{ г/а} * \text{год} / = 85\%.$$

Необхідна товщина покриття для валів визначається:

$$h = \frac{d_H + d_0 + \delta_1 + \delta_2}{2} \text{ мм. } h = \frac{20 + 19,3 + 0,2 + 0,2}{2} = 19,85 \text{ мм,}$$

090 Промивання деталей у розчині соди проводиться для остаточного

очищення деталей після відновлення.

105 Сушіння деталей після промивання у розчинах та підготовка її до старіння

110 Старіння деталей, або цементация застосовується для зміцнення відновленого шару поверхні.

115 Шліфування оброблюваної поверхні деталі визначаємо двома способами. Спочатку визначаємо норми на шліфування корінних шийок валу. А потім визначаємо параметри шліфування кулачків валу.

120 Контроль розмірів.

При даній операції перевіряють всі розміри деталі, що підлягали відновленню. При дотриманні розмірів, деталь встановлюють у механізм, при розходженнях у розмірах згідно технологічних карт на відновлення деталі, її вибраковують.

2.8 Норми технологічних операцій ТП відновлення деталі

005 Очищення деталей

Визначаємо кількість сопел у піскоструменевій камері. Визначаємо час на піскоструменеве очищення 1 деталі.

$$T_{дет} = \frac{T}{N} = \frac{51,1}{2000} = 0,0255 год = 1,53 хв$$

010 Надання кулачкам правильної форми

Розраховуємо основний час виконання операції за формулою для кулачків:

$$T_{ол} = \frac{Li}{nS_{пр}} \cdot \kappa_3, L = 1 + y$$

$$l = 12 * 6 = 72 \text{ мм. } y = 0,3 \text{ мм.}$$

$$L = 72 + 0,3 = 72,3 \text{ мм;}$$

$$i = 2 \text{ проходів; } \kappa_3 = 1,2 \text{ } 1,7, \kappa_3 = 1,5; n = 1080 \text{ об / хв. } / S_{пр} = 1,19 \text{ мм / об;}$$

$$T_o = \frac{72,3 \cdot 2}{1080 \cdot 1,19} \cdot 1,5 = 0,169 \text{ хв.}$$

Визначаємо допоміжний час виконання операції за таблицями:

$$T_v = T_{v_1} + T_{v_2},$$

$$T_{v_1} = 0,2 \text{ хв};$$

$$T_{v_2} = 1 + 0,169 = 1,169 \text{ хв. } T_v = 0,2 + 1,169 = 1,369 \text{ хв.}$$

Знаходимо оперативний час виконання операції:

$$T_{on} = T_o + T_v = 0,169 + 1,369 = 1,538 \text{ хв.}$$

Розраховуємо додатковий час виконання операції:

$$T_{дод} = (T_{on} \times K) / 100 = (1,538 \times 9) / 100 = 0,138 \text{ хв,}$$

$$K = 9\%$$

Приймаємо підготовчо-заклучний час виконання операції за табл:

$$T_{нз} = 7 \text{ хв.}$$

Розраховуємо норму часу виконання операції:

$$T_n = T_o + T_v + T_{дод} + T_{нз} / n,$$

Розміри партії деталей визначаємо з формули :

$$n = \frac{N}{A},$$

Визначаємо кількість деталей:

$$N = 2000 \cdot 1 = 2000 \text{ шт,}$$

де 2000 – випуск паливних насосів;

$$n = \frac{2000}{51} = 39,2 \text{ шт.} = 40 \text{ шт}$$

$$T_n = 0,169 + 1,369 + 0,138 + 7 / 40 = 1,85 \text{ хв}$$

Розраховуємо основний час виконання операції за формулою:

$$l - 47 * 2 = 94 \text{ мм} / y = 0,3 \text{ мм}$$

$$L = 97 + 0,3 = 97,3 \text{ мм};$$

$$i = 2 \text{ проходів}; \kappa_3 = 1,2 \text{ } 1,7, \kappa_3 = 1,5; n = 1080 \text{ об} / \text{хв. } S_{np} = 1,19 \text{ мм} / \text{об};$$

$$T_o = \frac{97,3 \cdot 2}{1080 \cdot 1,19} \cdot 1,5 = 0,15 \text{ хв.}$$

Визначаємо допоміжний час виконання операції за таблицями:

$$T_{v_1} = 0,2 \text{ хв};$$

$$T_{v_2} = 1 + 0,15 = 1,15 \text{ хв. } T_v = 0,2 + 1,15 = 1,7 \text{ хв.}$$

Знаходимо оперативний час виконання операції:

$$T_{on} = T_o + T_v = 0,15 + 1,7 = 1,85 \text{ хв.}$$

Розраховуємо додатковий час виконання операції:

$$T_{\text{дод}} = (T_{on} \times K) / 100 = (1,85 \times 9) / 100 = 0,17 \text{ хв.}$$

Приймаємо підготовчо-заклучний час виконання операції за табл:

$$T_{nz} = 7 \text{ хв.}$$

Розраховуємо норму часу виконання операції:

Визначаємо кількість деталей:

$$N = 2000 \cdot 1 = 2000 \text{ шт, } n = \frac{2000}{51} = 39,2 \text{ шт.} = 40 \text{ шт}$$

$$T_n = 0,15 + 1,7 + 0,17 + 7 / 40 = 2,2 \text{ хв}$$

Загальний час на обробку валу

$$T_{n\text{заг}} = T_{n\text{кул}} + T_{n\text{ш}} = 1,85 + 2,2 = 4,07 \text{ хв}$$

015 Анодно-механічна обробка

Знаходимо основний час операції за формулою

$$T_o = \frac{365 \cdot 1}{40} = 9,1 \text{ хв.}$$

Приймаємо допоміжний час, пов'язаний з процесом оброблення і з установкою і зняттям деталі, і проходом відповідно:

$$T_{v_1} = 1,0 \text{ хв.}$$

$$T_{v_2} = 0,9 \text{ хв.}$$

Розраховуємо оперативний час виконання операції:

$$T_{on} = T_o + T_v = 9,1 + 1,9 = 11 \text{ хв.}$$

Знаходимо додатковий час виконання операції:

$$T_{\text{дод}} = T_{on} \times K / 100 = 11 \times 9 / 100 = 1 \text{ хв.}$$

Приймаємо підготовчо-заклучний час виконання операції:

$$T_{nz} = 16 \text{ хв.}$$

Визначаємо норму часу виконання операції:

$$T_n = T_o + T_v + T_{\text{дод}} + T_{nz} / n = 11 + 1,9 + 1 + 16 / 40 = 14,3 \text{ хв.}$$

020 Захист поверхонь, що не підлягають відновленню:

Нормування підготовчої операції визначаємо дослідним шляхом.

Приймаємо час виконання операції для одного валу рівним 3 хв.

025 Очищення деталей (Піскоструменева обробка)

Виходячи з вищенаведених розрахунків розраховуємо кількість сопел у піскоструменевій камері. Визначаємо час на піскоструменеве очищення 1 деталі.

$$T_{дет} = \frac{T}{N} = \frac{51,1}{2000} = 0,0255 год = 1,53 хв$$

030 Відновлення поверхонь металізацією

Річний об'єм робіт металізаційної ділянки розраховують за формулою:

$$T = \frac{Ph\gamma\beta}{g} \text{ год}$$

$$h = 2,0 \text{ мм} = 6,6 - 7,0 - 1,59 \cdot g - 1,2 - 2,4 \text{ кг / год.}$$

$$T = \frac{Ph\gamma\beta}{g} = \frac{92 \cdot 2 \cdot 6,8 \cdot 1,59}{2} = 994,7 \text{ год.}$$

Визначаємо норму часу на виконання операції металізації для одного кулачкового валу:

$$T = 994,7 / 2000 = 0,49 \text{ год} = 29,8 \text{ хв}$$

035 Токарна обробка деталей після відновлення

Розраховуємо основний час виконання операції за формулою

$$y = 0,3 \text{ мм}$$

$$L = 166 + 0,3 = 166,3 \text{ мм};$$

$$i = 2 \text{ проходи}; \kappa_3 = 1,5; n = 1080 \text{ об / хв.} S_{np} = 1,19 \text{ мм / об};$$

$$T_o = \frac{166,3 \cdot 2}{1080 \cdot 1,19} \cdot 1,5 = 0,39 \text{ хв.}$$

Визначаємо допоміжний час виконання операції за таблицями:

$$T_{в1} = 0,2 \text{ хв};$$

$$T_{в2} = 1 + 0,39 = 1,39 \text{ хв.}$$

$$T_{в} = 0,2 + 1,39 = 1,59 \text{ хв.}$$

Знаходимо оперативний час виконання операції:

$$T_{он} = T_o + T_{в} = 0,39 + 1,59 = 1,98 \text{ хв.}$$

Розраховуємо додатковий час виконання операції:

$$T_{дод} = (T_{он} \times K) / 100 = (1,98 \times 9) / 100 = 0,18 \text{ хв.},$$

Приймаємо підготовчо-заклучний час виконання операції за табл:

$$T_{nz} = 7 \text{ хв.}$$

Розраховуємо норму часу виконання операції:

Розміри партії деталей визначаємо з формули :

Визначаємо кількість деталей:

$$N = 2000 \cdot 1 = 2000 \text{ шт, } n = \frac{2000}{51} = 40 \text{ шт.}$$

$$T_n = 0,39 + 1,59 + 0,18 + 7/40 = 2,34 \text{ хв}$$

040 Шліфування відновленої поверхні

Розраховуємо основний час виконання операції за формулою:

$$y = 0,02 \text{ мм}$$

$$L = 166 + 0,02 = 166,02 \text{ мм};$$

$$i = 5 \text{ проходи; } \kappa_3 = 1,5; n = 1080 \text{ об / хв. } S_{np} = 16 \text{ мм / об};$$

$$T_o = \frac{166,02 \cdot 5}{1080 \cdot 16} \cdot 1,5 = 0,07 \text{ хв.}$$

Визначаємо допоміжний час виконання операції за таблицями

$$T_{v1} = 0,2 \text{ хв};$$

$$T_{v2} = 1 + 0,07 = 1,07 \text{ хв.}$$

$$T_v = 0,2 + 1,07 = 1,27 \text{ хв.}$$

Знаходимо оперативний час виконання операції:

$$T_{on} = T_o + T_v = 0,07 + 1,27 = 1,34 \text{ хв.}$$

Розраховуємо додатковий час виконання операції:

$$T_{\text{доод}} = (T_{on} \times K) / 100 = (1,34 \times 9) / 100 = 0,12 \text{ хв,}$$

Приймаємо підготовчо-заключний час виконання операції за табл:

$$T_{nz} = 7 \text{ хв.}$$

Розраховуємо норму часу виконання операції:

$$T_n = 0,07 + 1,27 + 0,12 + 7/40 = 1,64 \text{ хв}$$

045 Промивання деталей

Проводиться у ваннах з холодною водою. Враховуючи час завантаження та розвантаження деталей, та промивання їх приймаємо час виконання операції рівним 2 хв.

050 Зачистка нарощуваних поверхонь абразивним папером.

Проводиться на слюсарних столах. Приймаємо час виконання даної

операції для одного валу рівним 5 хв.

055 Встановлення деталей у підвісні пристрої

Проводиться на слюсарному столі. Час на виконання даної операції приймаємо рівним 0,5 хв.

060 Знежирювання венським вапном

Час на виконання даної операції визначається за формулою:

$$T = \frac{P}{t_c H}, \text{ год}$$

$$H = 2 \text{ м}^2$$

$$T = \frac{2000}{8 \cdot 2} = 125 \text{ год} = 7500 \text{ хв},$$

Визначаємо час на виконання даної операції для однієї деталі:

$$T_{дет} = 2000 / 7500 = 0,27 \text{ хв}$$

065 Промивання деталей

Проводиться у ваннах з холодною водою. Враховуючи час завантаження та розвантаження деталей, та промивання їх приймаємо час виконання операції рівним 2 хв.

070 Електролітичне знежирювання (декапування).

Декапування кулачкових валів проводять анодною обробкою у ванні, яка працює на відходах хромового електроліту, на протязі 40-60 сек. Деталі завантажують на катодну штангу, де їх витримують 1-2 хв. без струму, для того, щоб вони прийняли температуру електроліту. Після цього перекидним рубильником міняють полярність і деталь на протязі 2-3 хв є анодом при щільності струму 10-60а/дм².

075 Промивання деталей гарячою водою

Проводиться у ваннах з гарячою водою. Враховуючи час завантаження та розвантаження деталей, та промивання їх приймаємо час виконання операції рівним 2 хв.

080 Осталювання деталей

Основний час гальванічної операції визначається за формулою:

Осталювання проводять в ваннах, виготовлених із різноманітних теплопровідних, або нетеплопровідних матеріалів. Кількість анодів для завіски

в ванну визначається так, щоб витримати співвідношення між анодною (S_a) та катодною (S_k) поверхнями у межах $S_a/S_k=1/2$. Вихідними матеріалами для приготування хлористого електроліту являється двохлористе залізо ($FeCl_2 \cdot 4H_2O$), хлористий натрій (NaCl), та соляна кислота (HCl).

Тривалість нарощування деталей залізом t_k при заданій товщині покриття (h,мм) та заданій щільності струму D_k може бути визначена за формулою:

$$t_k = \frac{1000\gamma h}{c\alpha_k D_k} = 100 \frac{h}{D_k} = 100 \frac{0,9}{80} = 1,13 \text{ год} = 67,8 \text{ хв}$$

$$\gamma = 7,8 \text{ г/см}^2. c = 1,042 \text{ г/л} * \text{год.} = 85\%.$$

085 Промивання деталей гарячою водою

Проводиться у ваннах з гарячою водою. Враховуючи час завантаження та розвантаження деталей, та промивання їх приймаємо час виконання операції рівним 2 хв.

090 Промивання деталей у розчині соди проводиться для остаточного очищення деталей після відновлення. Час на виконання даної операції приймаємо рівним 1,5 хв.

095 Промивання деталей гарячою водою

Проводиться у ваннах з гарячою водою. Враховуючи час завантаження та розвантаження деталей, та промивання їх приймаємо час виконання операції рівним 2 хв.

100 Знімання деталей з підвісних пристроїв

Проводиться на слюсарному столі. Час на виконання даної операції приймаємо рівним 0,5 хв.

105 Сушіння деталей

Проводиться в сушильних шафах. Приймаємо час на виконання операції сушіння деталей рівним 10 хв.

110 Старіння деталей, або цементация проводиться витриманням деталі у природніх умовах протягом деякого часу для доведення стану матеріалу до такого, який потрібен. Час на виконання операції приймаємо рівним 24 год.

115 Шліфувальна операція

Розраховуємо основний час виконання операції за формулою:

$$y = 0,05 \text{ мм}$$

$$L = 166 + 0,02 = 166,02 \text{ мм};$$

$$i = 4 \text{ проходи}; \kappa_3 = 1,5; n = 1080 \text{ об / хв.} \cdot S_{np} = 16 \text{ мм / об};$$

$$T_o = \frac{166,02 \cdot 4}{1080 \cdot 16} \cdot 1,5 = 0,06 \text{ хв.}$$

Визначаємо допоміжний час виконання операції за таблицями:

$$T_{в1} = 0,2 \text{ хв};$$

$$T_{в2} = 1 + 0,06 = 1,06 \text{ хв.}$$

$$T_{в} = 0,2 + 1,06 = 1,26 \text{ хв.}$$

Знаходимо оперативний час виконання операції:

$$T_{on} = T_o + T_{в} = 0,06 + 1,26 = 1,32 \text{ хв.}$$

Розраховуємо додатковий час виконання операції:

$$T_{дод} = (T_{on} \times K) / 100 = (1,32 \times 9) / 100 = 0,12 \text{ хв},$$

Приймаємо підготовчо-заключний час виконання операції за табл:

$$T_{нз} = 7 \text{ хв.}$$

Розраховуємо норму часу виконання операції:

$$T_n = 0,06 + 1,26 + 0,12 + 7 / 40 = 1,62 \text{ хв}$$

120 Контрольна

Норму часу на виконання цієї операції отримують методом хронометрування.

По даним підприємства вона складає $T_n = 5,5 \text{ хв.}$

Дані, отримані при виконанні технічного нормування операцій базового і запропонованого технічного процесу відновлення кулачкових валів зведені в таблицю 2.5.

Таблиця 2.5 – Норма часу на проведення технологічних операцій запропонованого технологічного процесу відновлення кулачкового валу паливного насосу високого тиску двигуна ЯМЗ-236 .

Запропонований технологічний процес		
номер та найменування операції		норма часу,хв
005	Очищення деталей (Піскоструменева обробка)	1,53
010	Надання кулачкам правильної форми	4,07
015	Аодно-механічна обробка	14,3
020	Захист поверхонь, що не підлягають відновленню	3
025	Очищення деталей (Піскоструменева обробка)	1,53
030	Відновлення поверхонь металізацією	29,8
035	Токарна обробка деталей після відновлення	2,34
040	Шліфування відновленої поверхні	1,64
045	Промивання деталей	2
050	Зачистка нарощуваних поверхонь абразивним папером.	5
055	Встановлення деталей у підвісні пристрої	0,5
060	Знежирювання венським вапном	0,27
065	Промивання деталей	2
070	Електролітичне знежирювання (декапування).	6
075	Промивання деталей гарячою водою	2
080	Осталювання деталей	67,8
085	Промивання деталей гарячою водою	2
090	Промивання деталей у розчині соди	1,5
095	Промивання деталей гарячою водою	2
100	Знімання деталей з підвісних пристроїв	0,5
105	Сушіння деталей	10
110	Старіння деталей, або цементация	1440
115	Шліфувальна операція	1,62
120	Контрольна	5,5

Загальний час на відновлення одного кулачкового валу запропонованим способом, складає – 1606,9 хв., - 26,7 люд-год.

2.9 Розрахунок трудомісткості та об'єму робіт на дільниці ремонту ПНВТ

Загальну трудомісткість визначаємо з добутку річної програми випуску насосів та трудомісткості капітального ремонту одного насосу згідно

$$T_{заг} = T_n \cdot N,$$

$$N = 2000 \text{ шт.}$$

$$T_n = (T_{nn} \cdot 1) + 5,85 = (26,7 \cdot 1) + 5,85 = 32,55 \text{ люд-год};$$

$$T_{заг} = 32,55 \cdot 2000 = 65100 \text{ люд.-год.}$$

2.10 Техніко-економічне обґрунтування впроваджуваного технологічного процесу по відновленню деталі

Визначення собівартості відновлення деталей на ремонтній дільниці:

$$C_v = B_m + B_{me} + B_{c.e} + Z_{од} + B_{соц} + P_{уст} + Ц_v$$

Визначення вартості основних і допоміжних матеріалів, які використовуються під час відновлення деталі

$$\alpha_m = ((77,28 \cdot 0,07) + (6,31 \cdot 0,090) + (0,774 \cdot 0,012)) \cdot 1,07 = 6,41 \text{ грн.}$$

$$Ц_{m1} = 70 \text{ грн / кг}; Ц_{m2} = 90 \text{ грн / кг}. \alpha_m = 1,07;$$

Визначення витрат матеріалів на наплавлювальні або зварювальні операції, кг:

$$M = A_m H_{num},$$

$$H_{num} = 1,2 \text{ кг}$$

1) Для операції наплавки:

$$A_m = Sh\gamma / 1000 = (4,6 \cdot 2,7) / 1000 = 0,0644 \text{ кг}$$

$$M = 0,0644 \cdot 1,2 = 0,07728 \text{ кг} = 77,28 \text{ г}$$

2) Для остальювання:

$$M_o = SP_{num} \frac{h}{h_{num}} = 4,6 \cdot 15,25 \frac{0,009}{0,1} = 6,31 \text{ г}$$

$$h_{num} = 0,1.$$

3) Витрати допоміжних матеріалів для остальювання:

$$M_{дон} = K_{num} S \frac{h}{h_{num}} = 4,6 \cdot 1,87 \frac{0,009}{0,1} = 0,774 \text{ г}$$

$$S = 0,046 \text{ м}^2 = 4,6 \text{ дм}^2. h = 0,9 \text{ мм} = 0,009 \text{ дм}. \gamma = 6,6 \text{ г / см}^3 = 0,0066 \text{ г / дм}^3;$$

Визначення витрат на енергію технологічну

$$B_{me} = N_{уст} K_N K_v (t_{ум} / 60) Ц_e,$$

$$N_{yctm} = N_1 + N_2 + N_3 + \dots + N_n = 82,7 \text{ кВт};$$

$$K_N K_e = 0,7 - 0,9; t_{um} = 5 \text{ хв.}; \Pi_e = 0,72;$$

$$B_{me} = 82,7 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \frac{5}{60} \cdot 0,72 = 2,61 \text{ грн},$$

Визначення витрат на енергію силову:

$$B_{ce} = \frac{N_y K_o K_N K_e t_{um}}{\eta_m \eta_c} \Pi_e,$$

$$B_{ce} = \frac{82,7 \cdot 0,79 \cdot 0,77 \cdot 0,45 \cdot 26,7}{0,88 \cdot 0,95} \cdot \frac{26,7}{60} \cdot 0,72 = \frac{22,637}{0,836} \cdot 0,3204 = 8,68 \text{ грн}.$$

Визначення заробітної плати

$$Z_{od} = \sum_{i=1}^m l_{zod} \frac{t_{umi}}{60} (1 + 0,01\alpha)(1 + 0,01\beta),$$

$$\begin{aligned} Z_{od} = & [(5,71 \cdot \frac{1,53}{60}) + (5,71 \cdot \frac{4,07}{60}) + (6,78 \cdot \frac{14,3}{60}) + (4,49 \cdot \frac{3}{60}) + (5,71 \cdot \frac{1,53}{60}) + (6,78 \cdot \frac{29,8}{60}) + \\ & (7,37 \cdot \frac{2,34}{60}) + (7,37 \cdot \frac{1,64}{60}) + (4,49 \cdot \frac{2}{60}) + (4,49 \cdot \frac{5}{60}) + (4,49 \cdot \frac{0,5}{60}) + (5,71 \cdot \frac{0,27}{60}) + (4,49 \cdot \frac{2}{60}) + \\ & (5,71 \cdot \frac{6}{60}) + (4,49 \cdot \frac{2}{60}) + (5,71 \cdot \frac{67,8}{60}) + (4,49 \cdot \frac{2}{60}) + (4,49 \cdot \frac{1,5}{60}) + (4,49 \cdot \frac{2}{60}) + (5,71 \cdot \frac{0,5}{60}) + \\ & (4,49 \cdot \frac{10}{60}) + (4,49 \cdot \frac{1440}{60}) + (7,37 \cdot \frac{1,62}{60}) + (8,08 \cdot \frac{5,5}{60})] \cdot (1 + 0,01 \cdot 23) \cdot (1 + 0,01 \cdot 16) = 177,2 \text{ грн}. \end{aligned}$$

Визначення витрат на соціальні заходи

$$B_{соц} = \frac{K_{соц} Z_{od}}{100}, B_{соц} = \frac{38,918 \cdot 177,2}{100} = 68,96 \text{ грн}.$$

Визначення витрат на утримання і експлуатацію устаткування:

$$\begin{aligned} P_{yctm} = & \frac{\sum_{i=1}^m t_{umi} \cdot C_{zi}}{100 \cdot 60} = \frac{1,53 \cdot 6,3 + 4,07 \cdot 8,7 + 14,3 \cdot 11,3 + 3 \cdot 3,1 + 1,53 \cdot 11,9 + 29,8 \cdot 10,1 + 2,34 \cdot 7,3 + 1,64 \cdot 8,8}{6000} + \\ & \frac{2 \cdot 5 + 5 \cdot 4 + 0,5 \cdot 3 + 0,27 \cdot 4 + 2 \cdot 4 + 67,8 \cdot 9 + 2 \cdot 4 + 1,5 \cdot 5 + 2 \cdot 5 + 0,5 \cdot 3 + 10 \cdot 6 + 1440 \cdot 6 + 1,62 \cdot 9,8}{6000} = \\ & = \frac{5,5 \cdot 6 + 9,639 + 35,409 + 161,59 + 9,3 + 18,207 + 300,98 + 17,08 + 14,43 + 10 + 20 + 1,5 + 1,08 + 8 + 610,2}{6000} + \\ & \frac{8 + 7,5 + 10 + 1,5 + 60 + 8640 + 15,876 + 33}{6000} = \frac{9993,291}{6000} = 1,67 \text{ грн}. \end{aligned}$$

Визначення загально-цехових (загальногосподарських) витрат:

$$\Pi_e = \frac{K_{згв} \cdot Z_{od}}{100} = \frac{60,18 \cdot 177,2}{100} = 106,63 \text{ грн},$$

Відсоток загальногосподарських витрат визначаємо:

$$K_{згв} = \frac{\sum B_{згв} \cdot 100}{\Phi ЗП_{опр} + \sum B_{ye}},$$

Сума загальногосподарських витрат:

$$\sum B_{326} = \sum B_{1..7}^{326} + B_{інш}^{326}.$$

$$\sum B_{1..7}^{326} = \Phi ЗП_{кc} + \Phi ЗП_{ін} + A_{б\ddot{y}д.сн} + A_{інв} + B_{ом} + B_{он} + B_{осв} + B_{зв} + \Phi ЗП_{нр} + B_{б\ddot{y}д.сн.інв} + B_{вдр}$$

$$B_{інш}^{326} = 4...7\% \sum B_{1..7}^{326}$$

$$\Phi ЗП_{кc} = O_{кc} \cdot R_{кc} \cdot M(1 + 0,01K_{соц}) = 1800 \cdot 5 \cdot 11,1 \cdot (1 + 0,38918) = 138779,08 \text{ грн},$$

Витрати на утримання іншого персоналу дільниці:

$$\Phi ЗП_{ін} = 3_{ін} \cdot R_{ін} \cdot M(1 + 0,01K_{соц}) = 750 \cdot 2 \cdot 11,1 \cdot (1 + 0,38918) = 23129,85 \text{ грн},$$

Заробітна плата основна і додаткова з відрахуваннями на соціальні заходи, допоміжних робітників, що зайняті прибиранням приміщень:

$$\Phi ЗП_{нр} = 3_{нр} \cdot R_{нр} \cdot M(1 + 0,01K_c) = 750 \cdot 2 \cdot 11,1 \cdot (1 + 0,38918) = 23129,85 \text{ грн},$$

Витрати на випробування, досліди, раціоналізацію:

$$B_{вдр} = 1...3\% \Phi_o = 1,5 \cdot 55140,4 = 827,11 \text{ грн}.$$

$$\Phi_o = l_{зод}^c R_{сн} \Phi_{др} (1 + 0,01\alpha)(1 + 0,01 + \beta) = 7,61 \cdot 3 \cdot 2013,12(1 + 0,01 \cdot 23)(1 + 0,01 \cdot 17) = 55140,4 \text{ грн}.$$

$$l_{зод}^c = \frac{\sum_{i=1}^z l_{зод} R_{снi}}{R_{сн}} = \frac{l_{зод}^1 R_{сн1} + l_{зод}^2 R_{сн2} + l_{зод}^3 R_{сн3}}{R_{сн}} = \frac{7,37 \cdot 2 + 8,08 \cdot 1}{3} = 7,61 \text{ грн}.$$

Визначення витрат на енергію силову

$$Вел = W_{ел} \cdot Ц_{ел} = 89901,91 \cdot 0,72 = 64729,38 \text{ грн},$$

$$W_{ел} = \sum N_{уси} \Phi_{дрм} \cdot \kappa_{сн} \cdot \eta_z = 82,7 \cdot 2013,12 \cdot 0,72 \cdot 0,75 = 89901,91 \text{ кВт}$$

Витрати на воду для господарчих потреб:

$$B_6 = 3_6 \cdot Ц_6 = 144,94 \cdot 7,12 = 1032 \text{ грн}$$

$$3_6 = \frac{n_z \cdot n_{доб} \cdot \Phi_{дрм}}{1000} = \frac{6 \cdot 12 \cdot 2013,12}{1000} = 144,94 \text{ м}^3$$

Витрати на всі види ремонту устаткування

$$B_{р.ус} = 3\% K_{ус} = 3\% \cdot 150000 = 4500 \text{ грн}$$

$$B_{р.унт} = 3\% \cdot K_{унт} = 3\% \cdot 30000 = 900 \text{ грн}$$

$$B_{р.осн} = 15\% \cdot K_{осн} = 15\% \cdot 19153,1 = 2872,97 \text{ грн}$$

Визначення собівартості відновлення деталей на ремонтній дільниці:

$$C_6 = 6,41 + 2,61 + 8,68 + 177,2 + 68,96 + 1,67 + 106,63 = 372,16 \text{ грн}.$$

Отже собівартість відновлення одного кулачкового валу ПНВТ дорівнює 372,16 грн за одиницю. Порівнюючи собівартість відновленої і нової деталі, маємо:

C_n – собівартість виготовлення нової деталі – 380 грн (дані підприємства виробника);

C_v – собівартість відновлення деталі – 372,16 грн. (за розрахунком),

маємо:

$$Ef = C_n - C_v = 380 - 372,16 = 7,84 \text{ грн.}$$

Економія під час відновлення деталі, складає 7 грн. 84 коп., отже даний метод відновлення – є економічно доцільним.

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Вибір і застосування приспособлення

Пристосування для контролю відновлених кулачкових валів.

Після відновлення кулачкового валу паливного насосу високого тиску, необхідно провести контроль відновленої деталі. Враховуючи необхідну високу точність виготовлення та відновлення деталей паливної апаратури, контроль за відновленими деталями необхідно проводити якомога точніший. У даній магістерській роботі запропоновано впровадження нового приладу для контролю точності виготовлення кулачкових валів. Даний прилад складається з декількох вузлів: електродвигуна, двоступінчатого кінчно-циліндричного редуктора, муфти, та самого приладу для контролю точності виготовлення (відновлення) кулачкового валу. Безпосередньо прилад складається із корпусу на якому встановлено траверси. У траверсах виконано отвори до яких встановлено кулькові підшипники. При виготовленні та встановленні траверс необхідно зберігати високу точність. У підшипники встановлюються втулки. Одна з них глуха, з одного краю з різьбою, таким же діаметром як і на одному з кінців валу. Інша втулка має скрізний отвір, одна частина якого затискає вільний кінець деталі, що пройшла відновлення, а до іншої, встановлюють вихідний вал редуктора. На стежачи пристроях, які закріплено в траверсах, за допомогою повзунків кріпиться індикатор годинникового типу.

Кулачковий вал встановлюється у втулки які закріплюються в траверсах на підшипниках і тангенціальна його частина опущена донизу. Зверху на діаметральну частину кулачка встановлюється голка індикатора годинникового типу. Циферблат встановлюємо на нульову поділку відносно стрілки. На одній із траверс розташована шкала на якій нанесено поділки кутів. Шкала також є рухомою і встановлюється заодно із циферблатом індикатора. Під час ввімкнення приладу, електродвигун починає обертати вал через редуктор. Кулачок починає обертатися і рухати стрілку індикатора. Стежачи за стрілкою можливо визначити кут підйому, та правильність профілю кулачків.

3.2 Розрахунок кількості робочих місць, робітників, обладнання та площі проектуємої ділянки

Загальна кількість робочих місць поточної лінії визначаємо за формулою

$$\eta_{p.m.} = \frac{t}{\tau \cdot m}, \eta_{p.m.} = \frac{5,85}{1,007 \cdot 2} = 3. \tau = \frac{\Phi_{\partial}}{N_1}, \tau = \frac{2013,12}{2000} = 1,007$$

Заявочна та спискова кількість основних робітників визначається по трудомісткості за формулами

$$P_z = \frac{T}{\Phi_n \cdot k}; P_c = \frac{T}{\Phi_{\partial} \cdot k},$$

$$k = 1,12.$$

Визначаємо заявочну та списочну кількість робітників

$$P_z = \frac{65100}{2054,2 \cdot 1,15} = 27,6 \text{ роб.}, \text{ приймаємо } 27 \text{ чол.}$$

$$P_{\partial} = \frac{65100}{2013,12 \cdot 1,05} = 30,9 \text{ роб.}, \text{ приймаємо } 31 \text{ чол.}$$

Основне обладнання ділянки ремонту паливної апаратури підібрано по типовим проектам, виходячи з програми складання, кількості робітників, встановленої кількості робочих місць, виробничої необхідності. Відомість необхідного технологічного обладнання приведена в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Відомість обладнання ділянки

Найменування обладнання	Марка	К-сть	Габарити	Площа, м ²	Потужність, кВт	Номер на плані
1. Відділення піскоструменевого очищення деталей						
Піскоструменева камера		1	1500x1150	1,725	1,2	1
Стіл для обробки крупних деталей		2	1500x1000	3		2
Стелаж секційний для деталей		2	1400x450	1,26		3
Масловідвідник		1	Ø634	0,32		4

Скрина для піску		1	1200x600	0,72		5
2. Металізаційне відділення						
Масловідвідник		1	Ø634	0,32		6
Камера чи стіл для металізації		2	1500x900	2,7		7
Токарний станок		4	3610x1695	24,48	20	8
Електрометалізатор потужністю 3,5 кВт		2			7	9
Знижуючий трансформатор		1	750x435	0,33		10
Барaban для проволоки		2	Ø500	0,392		11
Верстак слюсарний		2	1400x800	2,24		12
Стелаж для деталей		2	1400x450	1,26		13
Шафа		2	1000x450	0,9		14
Пристрій для намотування поволоки		2	300x500	0,3		15
Круглошліфувальний верстат	3A151	4	3930x1879	44,22	9,6	16
3. Гальванічне відділення						
Ванна для осталоювання		2	1792x1442	5,17		17
Ванна електролітичного знежирювання		2	1332x924	2,46		18
Ванна для електролітичного декапування		2	1370x956	2,62		19
Ванна для промивання гарячою водою		1	1130x686	0,78		20
Ванна для промивання холодною водою		1	1160x686	0,8		21
Ванна для вловлювання електроліту		2	0,686x0,586	0,8		22

Ванна для опилок		1	1310x860	1,13		23
Стіл для збирання деталей на підвіски		2	1200x800	1,92		24
Шафа для хімікатів		2	1200x600	1,44		25
Стелаж для деталей		2	1410x450	1,27		26
Сушильна шафа		2	680x550	0,75	2	27
Селеновий випрямлювач		1	690x590	0,41	2	28
Селеновий випрямлювач		1	800x750	0,41	2	29
4. Генераторне відділення						
Електродвигун-генератор постійного струму		1	1174x440	0,52	4,5	30
Електродвигун-генератор постійного струму		1	1406x550	0,62	10,0	31
Електродвигун-генератор постійного струму		1	1462x556	0,81	11,5	32
2. Відділення по ремонту паливної апаратури						
Стенд для регулювання та випробовування насосів		2	1150x850	1,96	5,4	33
Стенд для розбирання та збирання насосів		2	500x500	-		34
Верстак для стенду		2	1800x750	2,7		35
Настільний стенд для збирання секцій насосу		2	-	-		36
Верстак для стенду		2	1800x750	2,7		37
Ванна для миття деталей		1	810x610	-		38
Верстак для ванни		1	1800x750	1,35		39
Прилад для		2	340x250	0,17		40

регулювання форсунок						
Прилад для випробовування деталей		2	600x300	-		41
Ванна для миття деталей		2	500x500	0,5		42
Станок для перевірки кулачкових валів*		2	1560x1340	4,18	10	43
Верстак слюсарний		2	1400x800	2,24		44
Стелаж для паливних насосів		2	1500x400	1,2		45
Стелаж для деталей		2	1400x450	1,26		46
Кран-балка	2189	1	-	-	5,5	47
Кран консольний	КПК-05	1	0,5x0,6	0,3	1,0	48
Разом				122,28	82,7	

Площу ділянки ремонту паливних насосів розраховуємо за сумарною площею під обладнанням

До виробничої площі ділянки відносяться площі, що займає основне технологічне обладнання, допоміжне обладнання, деталі та складальні одиниці а також проходи, робоча зона робочих місць та підйимально-транспортні засоби.

Розрахунок виробничої площі ділянки ремонту паливної апаратури визначаємо за формулою

$$F = f_o \cdot k_3,$$

$$f_o = 122,28 \text{ м}^2 k_3 = 3,0.$$

$$F = 122,28 \cdot 3 = 366,84 \text{ м}^2.$$

Приймаємо для проекту ділянки (з врахуванням сітки колон 6x6) $18 \times 24 = 432 \text{ м}^2$.

Обладнання на ділянки ремонту паливної апаратури розташовуємо у відповідності з переміщенням базисних деталей ПНВТ і зокрема корпусів насосів. Проектуємо технологічне планування ділянки капітального ремонту виходячи з розрахованої площі, враховуючи вимоги техніки безпеки та

промсанітарії.

Підібране технологічне обладнання розташовуємо вздовж конвеєра у відповідності з напрямком його руху.

Враховуючи характер продукції ділянки капітального ремонту паливної апаратури та складальні одиниці і деталі, що використовуються при цьому, а також прийнятий характер руху на ділянці передбачаються наступні підйомно-транспортні засоби:

Кран-балка КПК 05 – $Q = 0,5$ т – 1 шт.;

Кран-балка 1189 – $Q = 1$ т; $H = 6$ м – 1 шт.;

4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Антифрикційність покриттів електролітичного заліза

Поверхні деталей, що відновлюються електролітичним залізом, як правило, працюють у вузлах тертя. В залежності від умов роботи спряжень, в них виникає постійне або короткочасне граничне тертя, яке створює основні передумови до інтенсифікації зношування. Розповсюдженими контактуючими металами, що працюють з покриттями є чавуни (СЧ12-28, СЧ15-32, СЧ18-36), олов'яно – свинцеві бронзи (БрОЦС6-6-4,5; БрОЦС6-6-3; БрОЦС5-5-5), алюмінієві сплави (АК-4, АЛ-4, Д-1) та сплави СОС6-6.

На основі вказаних особливостей і було прийнято рішення про проведення досліджень антифрикційних та зношувальних властивостей покриттів електролітичного заліза в умовах, близьких до граничного тертя, в контакті з широко розповсюдженими підшипниковими матеріалами.

Довговічність нових деталей машин при їх виготовленні забезпечується структурою металів і різноманітними методами термічної обробки. У поверхонь деталей, відновлених осталоюванням, довговічність забезпечується точним дотриманням умов та режимів електролізу. До умов електролізу відносяться : склад електроліту по солі заліза (C_{me} , г/л) та кислоті (НСІ, г/л), температура електроліту (t °С). Режим електролізу складають: катодна щільність струму (j_k , А/дм²), об'ємна щільність струму (j_0 , А/л) та тривалість електролізу (τ , год).

Умови електролізу в процесі відновлення деталей повинні бути постійними, а режими електролізу – змінними, в залежності від фізико-механічних властивостей покриттів. Від умов та режимів електролізу залежать якість та мікротвердість покриттів (Рис 4.1.). Мікротвердість є основним показником що контролюється властивості покриттів.

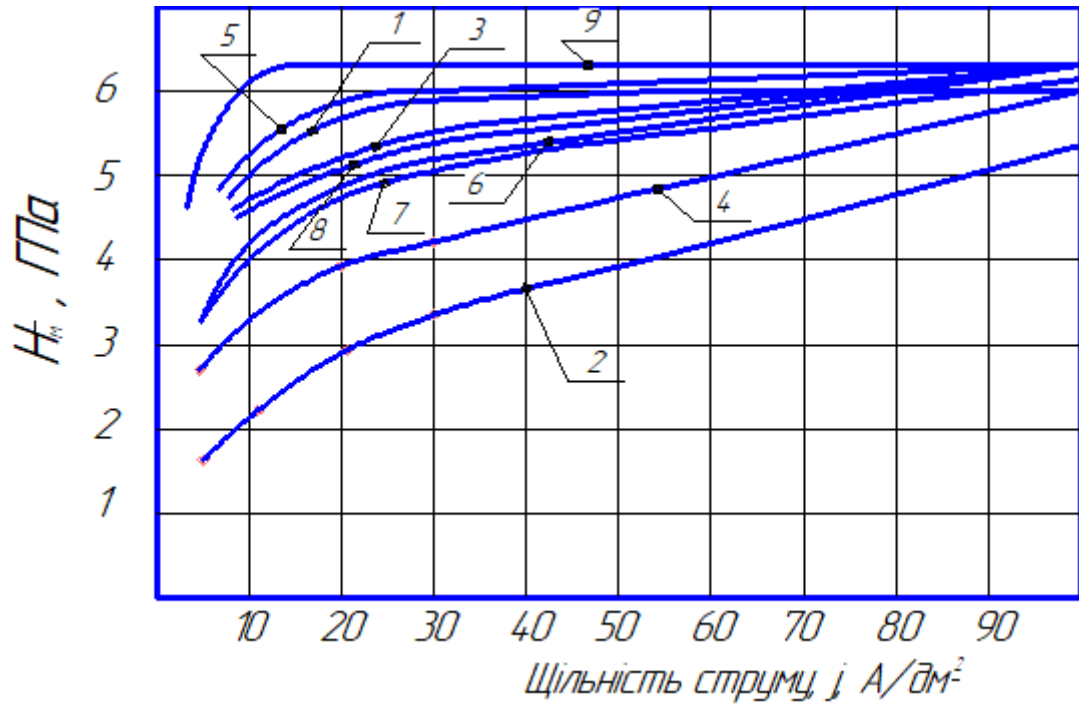


Рис. 4.1. Вплив компонентів електролізу на мікротвердість покриттів.

1 – 60 °С, 680 г/л $FeCl_2 \cdot 4H_2O$; 2 – 80 °С, 680 г/л $FeCl_2 \cdot 4H_2O$; 3 - 60 °С, 450 г/л $FeCl_2 \cdot 4H_2O$; 4 - 80 °С, 450 г/л $FeCl_2 \cdot 4H_2O$; 5 - 60 °С, 200 г/л $FeCl_2 \cdot 4H_2O$; 6 - 80 °С, 200 г/л $FeCl_2 \cdot 4H_2O$; 7 - 75 °С, 300 г/л $FeCl_2 \cdot 4H_2O$; 8 - 60 °С, 300 г/л $FeCl_2 \cdot 4H_2O$; 9 - 50 °С, 200 г/л $FeCl_2 \cdot 4H_2O$;

Покриття для дослідів антифрикційних та зношувань них властивостей були отримані в основному з електроліту: 300 г/л $FeCl_2 \cdot 4H_2O + 1,5$ г/л HCl , температура $t=75^\circ C$. Об'ємна щільність струму була постійною $j_0=1,5$ А/л. Катодна щільність струму змінювалась в широкому діапазоні від $j_k=5$ а/дм² до $j_k=60$ а/дм².

Одна з основних властивостей антифрикційності сполучених деталей - їх нечутливість до захоплювання при зростаючих питомих навантаженнях.

Схоплювання проявляється при критичних питомих навантаженнях різким стрибкоподібним зростанням сили тертя, коефіцієнта тертя, температури в зоні контакту. Причина виникнення таких критичних порогових змін – перехід одного виду зношування в інший.

Виявлення критичних навантажень схоплювання у пар що досліджуються проводилось ступінчастим навантаженням зразків. Вихідне навантаження було –

1,0 МПа, інтервали навантаження: до 3,0 МПа – через 0,5 МПа , а далі через 1,0 МПа. Перехід із вихідного навантаження на наступне виконувався після настання стану стабілізації.

Таблиця 4.1 - Вплив мікротвердості покриттів та матеріалу на величину захоплювання в сполученні деталей

Поєднання досліджуваних пар		Навантаження захоплювання P , МПа
Марка матеріалу контртіла	Мікротвердість покриттів H_{m50} , МПа	
Сірий чавун СЧ15-32	4500	5,0
	5000	15,0
	5500	14,0
	5750	10,0
	Сталь 18ХГТ т.о.	6,0
Алюмінієвий сплав АК-4	3750	5,0
	4000	11,0
	4500	8,0
	5000	5,0
	5500	4,0
Сталь 18ХГТ т.о	3,0	
Бронза БрОЦС6-6-4,5	4500	5,0
	5000	9,0
	5500	17,0
	5750	5,0
	Сталь 18ХГТ т.о	4,0
Сплав СОС6-6	4500	3,5
	5000	4,0
	5500	5,0
	5750	6,0
	6300	10,0
Сталь 18ХГТ т.о	7,0	

Під станом стабілізації вважають такий стан сполучених деталей, коли при даному питомому навантаженню (Q) момент тертя та температура в контактній зоні малі у порівнянні з мінімальними встановленими значеннями.

Схоплювання покриттів, які мають різну величину мікротвердості, виникає не при однакових значеннях питомого навантаження і залежить від матеріалу сполучених деталей (Табл.4.1).

Кожному спряженому матеріалу відповідає певна величина мікротвердості покриття, при якій питоме навантаження схоплювання має максимальне значення. Значення величини мікротвердості покриттів, при якому схоплювання з даним матеріалом контр тіла виникає при максимальному питомому тиску є оптимальним (Табл. 4.2)

Таблиця 4.2 - Оптимальні значення мікротвердості покриттів в залежності від матеріалу сполучених деталей

Матеріал сполучених деталей	Мікротвердість покриття H_m МПа	Навантаження схоплювання P_{max} , МПа
СЧ15-32	5000	15,0
АК-4	4000	11,0
БрОЦС6-6-4,5	5500	17,0
Сплав СОС6-6	6300	10,0

Відхилення мікротвердості покриттів від знайдених оптимальних значень в той чи інший бік обов'язково призводить до зменшення величини питомого навантаження схоплювання.

Контактування двох поверхонь сполучених деталей супроводжується пружно-пластичною деформацією. Величина пружно-пластичної деформації залежить від фізико-механічних властивостей контакту. Деформація може протікати як з перевагою пружних, так і з перевагою пластичних властивостей.

Відхилення величини мікротвердості H_m покриттів від оптимальних значень сприяє у випадку зниження H_m збільшенню пластичних властивостей

контакту, а у випадку підвищення H_m - зростанню пружних властивостей контакту.

У першому випадку при збільшенні пластичної деформації виникає відтіснення металу покриттів в процесі тертя в сторони від місць контакту. Багатократні пластичні деформації приводять до стомлюваного руйнування поверхонь тертя. Під дією цих деформацій спостерігається руйнування оксидних плівок на поверхні контакту. В місцях руйнування металу покриття проявляються локальні зони схоплювання, які за короткий проміжок часу переростають у спонтанні.

У другому випадку зі збільшенням H_m покриттів переважають пружні властивості контакту. Поверхні тертя покриттів починають руйнуватися від явищ «перенаклепування» з утворенням крихких частинок зношування, які інтенсифікують абразивне зношування. Швидкість утворення плівок у контактуючих поверхнях деталей стає меншою швидкості їх зношування. По цій причині і спостерігаються явища схоплювання при менших питомих навантаженнях.

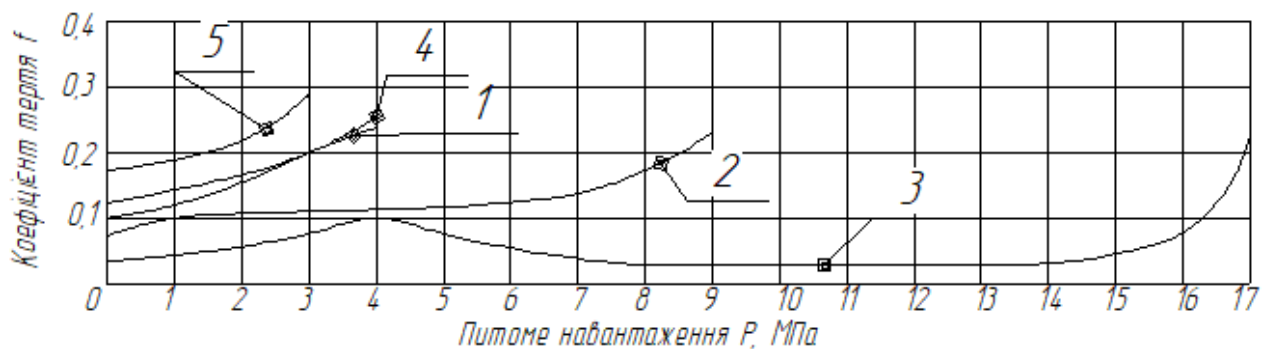


Рис. 4.2 Зміна коефіцієнта тертя від питомого навантаження (Р, МПа, система сполучення покриття – бронза)

1) $H_m=450$; 2) $H_m=500$; 3) $H_m=550$; 4) $H_m=575$ кг/мм²; 5) Сталь 18ХГТ (т.о.) HRC50 – 55.

В аналогічних умовах для порівняння були випробувані контактуючі сполучення «Сталь 18ХГТ(т.о.)* - контр тіло». Схоплювання спостерігалось при менших величинах питомих навантажень в порівнянні з покриттями. Це пояснюється антифрикційними властивостями покриття.

Коефіцієнти тертя досліджуваних трибосистем подають також через залежність антифрикційних властивостей покриттів від величини мікротвердості. На рис.4.2, рис 3.3 показано характер зміни коефіцієнтів тертя від H_m та марки підшипникового матеріалу.

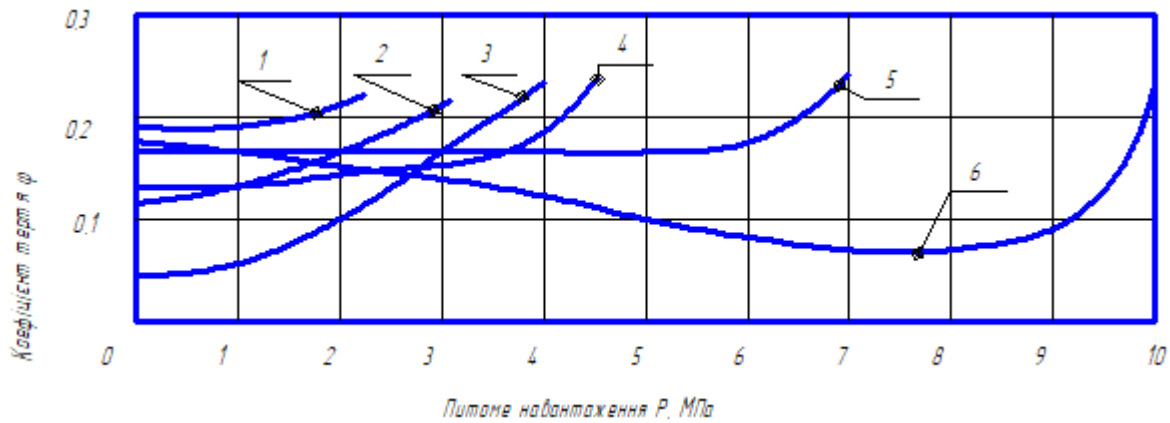


Рис. 4.3 Зміна коефіцієнту тертя від питомого навантаження (P, МПа, тертя покриття – СОС6-6): 1) $H_m=4,50$; 2) $H_m=5,00$; 3) $H_m=5,50$; 4) $H_m=5,75$ ГПа; 5) Сталь 18ХГТ (т.о.) HRC50 – 55. 6) $H_m=6,30$ ГПа.

Зразки мали твердість HRC 50 – 55

Покриттю з $H_m=5,50$ ГПа (рис 4.2) відповідає мінімальній по значенню і майже незмінній від навантаження коефіцієнту тертя (крива 3).

Відносна постійність коефіцієнта тертя при зростаючому навантаженні пояснюється постійним збільшенням опорної поверхні від значення Q. Зношування в цих умовах однаково змінює мікрогеометрію контактуючих поверхонь. Аналогічні закономірності спостерігаються і у сполученнях «покриття – СОС6-6». З аналізу (рис.4.2; рис 4.3) витікає, що схоплювання усіх контактуючих пар протікає при стрибкоподібних змінах коефіцієнтів тертя ($f > 0,2$). Стрибок значень цієї величини означає, що плівкове (окислювальне) зношування перейшло до схоплювання поверхонь контакту. Відхилення величини мікротвердості покриттів від оптимальних значень в усіх випадках приводить до збільшення коефіцієнтів тертя, та їх стрибок спостерігається при менших значеннях.

Коефіцієнти тертя пар «сталь 18ХГТ (т.о.) – контр тіло» в усіх випадках мали значення вище, ніж покриття оптимальної мікротвердості з ідентичними

контролерами. Це говорить про те, що якість поверхневих плівок пар «сталь 18ХГТ (т.о.) – контр тіло» значно поступається плівкам, що утворюються з покриттів. По цій причині можливо очікувати і велику інтенсивність зношування (меншу зносостійкість) сполученнях деталей (матеріал сталь 18ХГТ (т.о.), HRC 50 – 55).

Коефіцієнти тертя покриттів з оптимальною мікротвердістю мають мінімальні значення у поєднань своїх груп, але значно відрізняються у порівнянні між груповими поєднаннями (Табл.43.3).

Таблиця 4.3 - Порівняльні дані коефіцієнтів тертя у оптимальних сполучень деталей

Оптимальні сполуки «покриття – підшипниковий метал»	Коефіцієнти тертя , f
Покриття ($H_{m50}=5,0$ ГПа) - СЧ15-32	0,080
Покриття ($H_{m50} = 5,50$ ГПа) – БрОЦС6-6-4,5	0,060
Покриття ($H_{m50} = 4,0$ ГПа) – АК-4	0,173
Покриття ($H_{m50} = 6,3$ ГПа) – СОС6-6	0,086

При терті в підшипникових вузлах розвиваються високі температури як результат пружно-пластичних деформацій у зоні контакту. За рахунок теплопровідності сполучених деталей нагрівання розповсюджується в основний матеріал. Величина температури зони контакту залежить від фізико-механічних властивостей металу деталей та від параметрів тертя. При підвищенні дії цих факторів, температура починає суттєво впливати на фізико-механічні властивості контактуючих поверхонь тертя, на величину та характер їх зношування.

Нагрівання сполучених деталей при терті безперервно пов'язано з деформаціями та руйнуванням контактних точок в зоні тертя. Теплова енергія зони контакту частково розсіюється в навколишнє середовище, частина відводиться в зразок та контр тіло, а частина розсіюється з продуктами зношування.

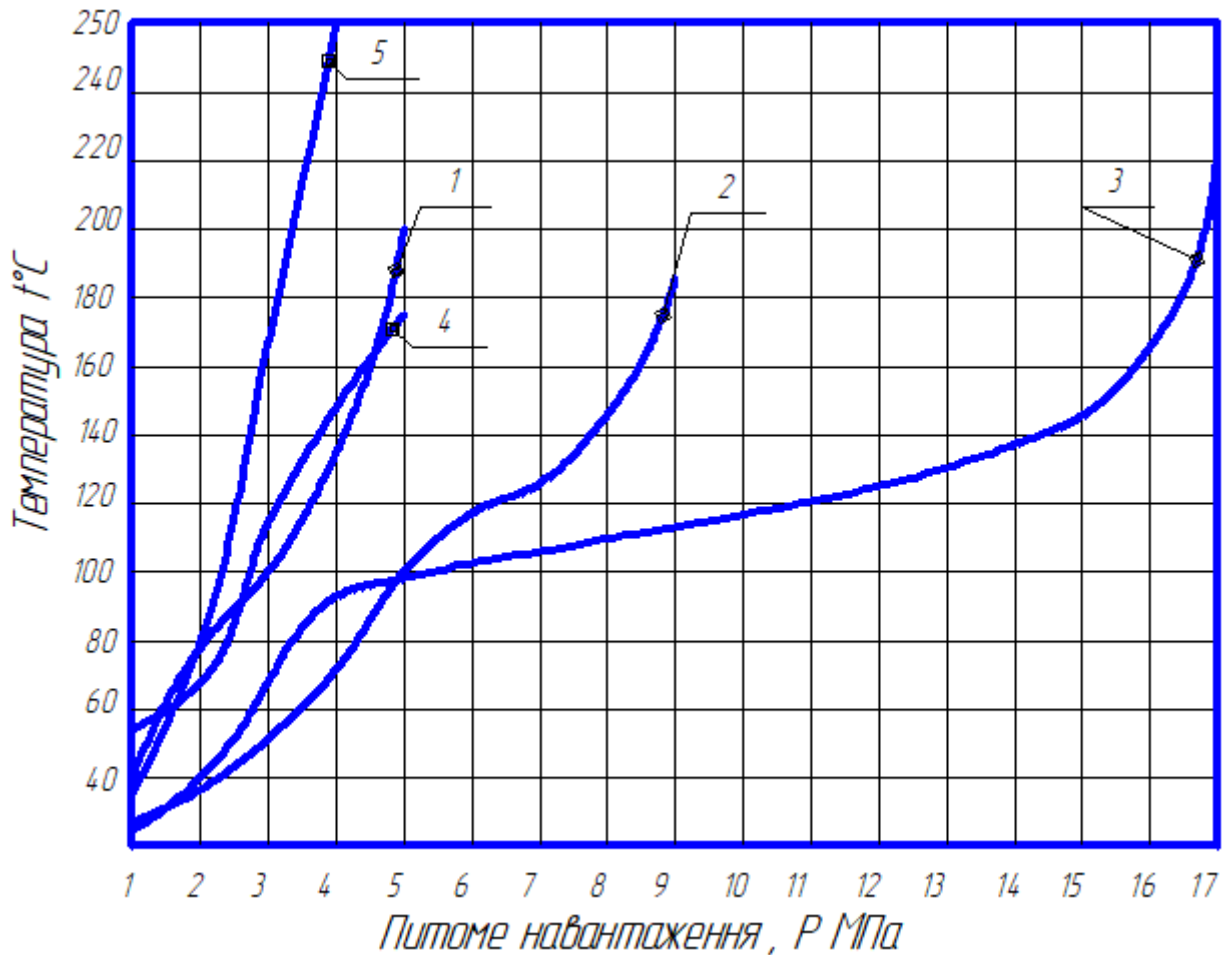


Рис. 4.4 Зміна температури у біля контактній зоні від Р (тертя покриття - БрОЦС6-6-4,5):

- 1) $H_m = 4,50$; 2) $H_m = 5,0$; 3) $H_m = 5,50$; 4) $H_m = 5,75$ ГПа; 5) Сталь 18ХГТ (т.о.) HRC50 – 55. 6) $H_m = 6,30$ ГПа.

Температура в зоні тертя вимірювалась термопарою ХК, ($\varnothing 0,1$) на відстані 1,2 мм від зони контакту та реєструвалась електронним самописцем ЕПП-09МЗ.

Величина деформації, що виникає у процесі тертя, та мікротвердість покриттів належать до основних джерел теплоутворення а спостережувані різкі підвищення температури* у досліджуваних поєднань пар свідчать про наявність цього зв'язку (Рис 4.4; Рис 4.5).

Приріст температури протікає більш інтенсивно у початковий період тертя. При довгих випробуваннях температура прямує до певної постійності (рис 4.5).

Температура навколоконтактної зони більш інерційна ($t^{\circ}\text{C}$), ніж момент тертя ($M_{тр}$). Ця залежність характерна для усіх сполучень.

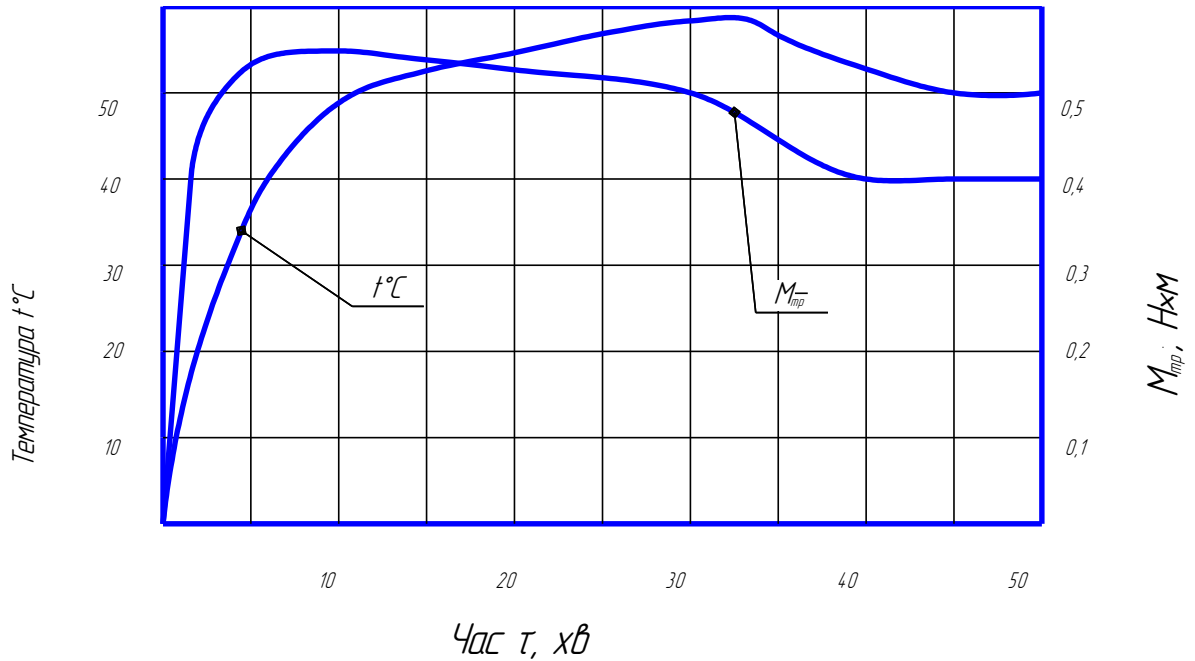


Рис. 4.5 Характерні зміни моменту тертя та температури у одно контактній зоні при приробітку ($P = 1,0$ МПа, тертя покриття $H_m = 610 - \text{СОС6-6}$).

Момент тертя різко зростає до максимуму на прикладі приробітку (покриття – СОС6-6», $P = 1,0$ МПа) і затримується у цьому положенні деякий час, а потім знижується до строго визначеного незмінного значення (стабілізується). Температура до максимального значення підвищується повільно $\tau = 20 \dots 35$ хв. Зниження температури в порівнянні з моментом тертя затримується на $\tau = 10 \dots 30$ хв.

Запізнення росту температур відносно моменту тертя пояснюється інтенсивним відведенням тепла у початковий період із зони контакту за рахунок теплопровідності матеріалів, які складають сполучені поверхні тертя. Це є причиною повільного формування теплового поля. Інерційність формування температурного об'ємного поля характеризується часом, необхідним для встановлення теплового балансу сполучення деталей.

Повна стабілізація температури у навколо контактній зоні та моменту тертя означає закінчення формування вторинних структур та фактичної площі контакту. Це явище ні в якому випадку не означає припинення деформацій у зоні контакту.

Так більш плавний підйом температур спостерігається у сполучень з оптимальною мікротвердістю покриттів (рис.4.6 , крива 2 і рис 4.4 крива 3) а

поєднання з мікротвердістю покриттів, відмінною від оптимуму, мають різкий підйом температур (рис. 4.6 криві 1, 4, 3, 5; рис.4.4 криві 2, 4, 1).

Із даних рис 4.4 та рис. 4.6 випливає, що з покращенням антифрикційних властивостей сполучень крива підйому температур наближається до осі абсцис, а з погіршенням – до осі ординат.

Величина температури безпосередньо впливає на критичне навантаження схоплювання. Якщо у оптимальних матеріалів сполучених деталей температура схоплювання (230 ... 260 °С) досягається при $P = 17$ МПа (рис.4.4) та $P = 11,0$ МПа (рис.4.6), то в інших випадках це значення температури отримується при меншому питомому навантаженні. Із отриманих результатів випливає, що з підвищенням температури в зоні тертя трибосистеми полегшується.

Наявність критичних температур та критичних питомих навантажень схоплювання при граничному терті пов'язано з міцністю поверхневого шару. Величина коефіцієнта тертя та температура у навколо контактній зоні знаходяться у безпосередньому взаємозв'язку. Зі зростанням коефіцієнта тертя збільшується робота сил тертя і відповідно виникає великий підйом температури. У металів з високими напруженнями під дією температурних полів напруження знижуються. У випадку покриття із електролітичного заліза спостерігається зменшення величини мікротвердості через рекристалізацію, яка починається при об'ємній температурі більше 200 °С.

У спряженнях «покриття – Сталь 18ХГТ» схоплювання настає при вихідному навантаженні (1 МПа) через 20 хв роботи сполучення деталей. Температура у навколо контактній зоні не перевищує 84 °С. Схоплювання носить характер налипання крупних частинок Сталі 18ХГТ на поверхню покриттів. Частинки що налипали мають дуже високу мікротвердість $H_{\text{м}}=150,0$ МПа. Отримані результати свідчать про наявність малого енергетичного бар'єру в трибосистемі.

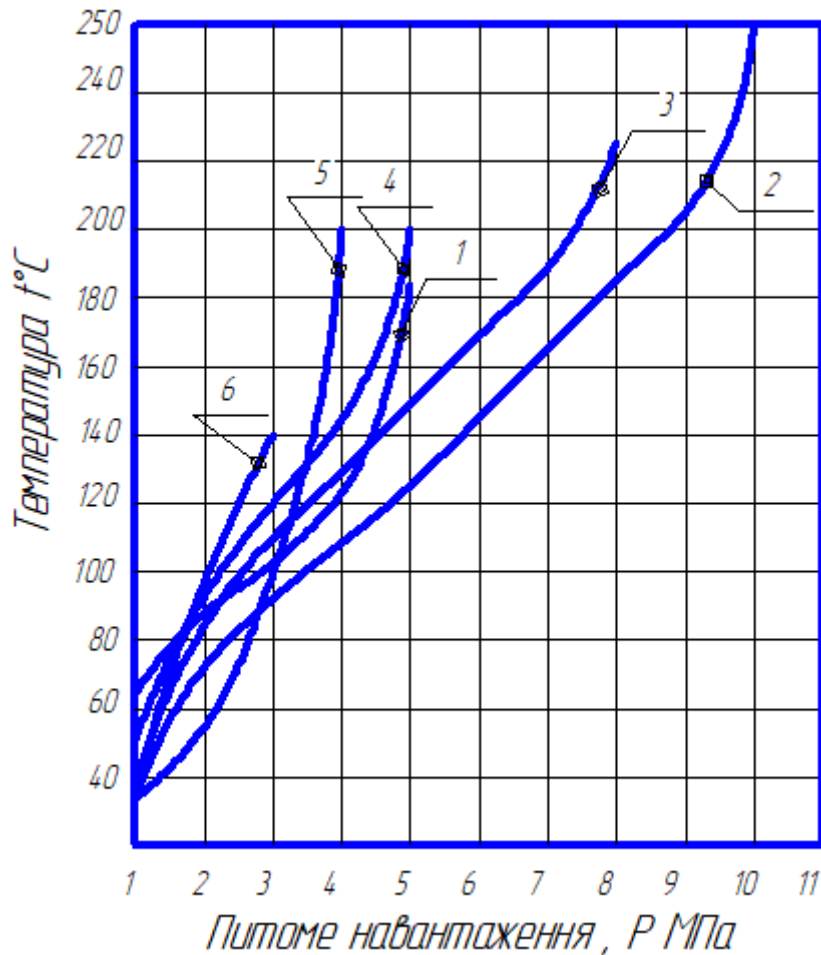


Рис .4.6 Зміна температури в одно контактній зоні від Р (тертя покриття - АК-4): 1) $H_m=3,75$; 2) $H_m=4,0$; 3) $H_m=4,50$; 4) $H_m=5,0$ ГПа; 5) $H_m=5,50$ ГПа; 6) Сталь 18ХГТ (т.о.) HRC50 – 55. 6) $H_m=6,30$ ГПа.

Перевірка матеріалів інших марок (СЧ12-24, СЧ18-36, БрОЦС6-6-3, БрОЦС5-5-5, АЛ-4, Д-1, АС) на схоплюваність з покриттями показала аналогічну закономірність що і СЧ15-32, БрОЦС6-6-4,5, АК-4. У дослідях були отримані параметри тертя одного порядку.

4.2 Взаємозв'язок між параметрами тертя та середньою температурою на поверхні контакту

Експериментальні дослідження показали, що чим вище температура зони контакту, тим інтенсивніше змінюються фізико-механічні властивості покриттів.

В розрахунок були використані наступні припущення: 1) режим тертя впорядкований, і швидкість зміни температури у всіх точках контртіла

постійна; 2) відстань від поверхні контакту до точки заміру температури стала; 3) вся площа контакту граничних плівок є тепловим джерелом; 4) часткою тепловипромінювання (при порівняно низькій температурі в околі контактної зони $t=200\text{ }^{\circ}\text{C}$) можна знехтувати; 5) тепловий потік визначається конвективним теплообміном шару мастила та теплопровідністю стінки; 6) поверхня контакту контр тіла можна розглядати як стінку – кутом охоплення нехтуємо.

З теплотехніки відомо, що кількість теплоти, що переноситься у одиницю часу через одиницю площі, визначається законом Фур'є:

$$q_{\varphi} = -\lambda \frac{dt}{dn_{\varphi}}, \quad (4.2)$$

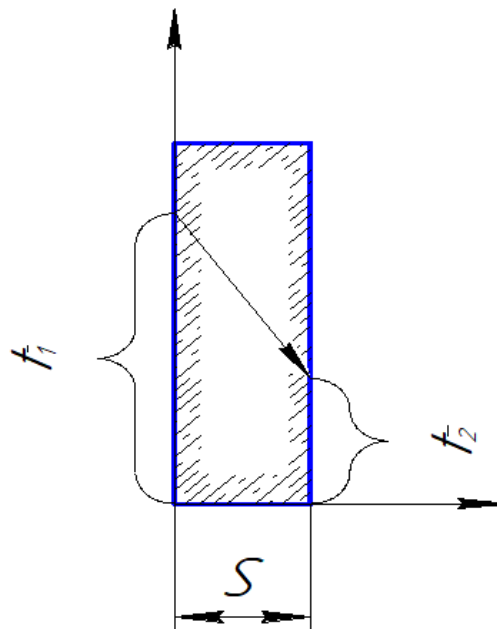


Рис 4.7 Розрахункова схема.

Режим тертя вважаємо впорядкованим. Товщина стінки невелика у порівнянні з найменшою протяжністю поверхонь, які утворюють контртіло. Температурні умови на поверхнях стінки рівномірні, але нерівні. Вважаємо, що температура всередині пластинки змінюється тільки по її товщині (у напрямку Ox (рис 4.7))

Приймаємо $q_{\varphi} = 0$, тоді за умовою стаціонарності $\frac{dt}{d\tau} = 0$.

Математична теорія теплопровідності базується на диференціальному рівнянні (або рівнянні Фур'є):

$$\frac{dt}{d\tau} = \frac{\lambda}{C_\gamma} \left(\frac{d^2t}{dx^2} + \frac{d^2t}{dy^2} + \frac{d^2t}{dz^2} \right) + \frac{d\vartheta}{C_p}. \quad (4.2)$$

З рівняння (4.2) маємо:

$$\frac{d^2t}{dx^2} = 0, \text{ або } \frac{dt}{dx} = C_1 \quad (4.3)$$

Для усіх досліджуваних сполучень коефіцієнт теплопровідності $\lambda = const$; $S = const$ тільки для кожної марки матеріалу сполучених деталей.

При граничних умовах:

$x = 0$, тоді $t = t_1$, при $x = S$ $t = t_2$, виходячи з (4.3), отримаємо:

$$C_2 = t_1, \quad C_2 = \frac{t_2 - t_1}{S} \quad (4.4)$$

Після інтегрування рівняння (4.1), маємо:

$$q_\varphi = -\lambda \frac{dt}{dx}, \text{ де } \frac{dt}{dx} = C_1$$

Враховуючи (4.4), отримаємо:

$$q = +\frac{\lambda}{S}(t_1 - t_2) \quad (4.5)$$

або

$$t_1 = q \frac{S}{\lambda} + t_2$$

Величину одиничного джерела теплоутворення при терті (q) визначаємо, скориставшись формулою Х. Блока:

$$q = \frac{fQV}{A} \cdot 1000, \text{ Дж/с.}, \quad (4.6)$$

Виконавши підстановку (3.6) у рівняння (3.5), отримаємо:

$$t_1 = \left(\frac{fQV}{A} \cdot \frac{S}{\lambda} \right) + t_2, \quad (4.7)$$

З розрахунків даних (табл. 4.4) випливає, що величина критичних середніх температур контакту, при яких виникає захоплення, найбільше значення має у сполучень з оптимальною мікротвердістю покриттів.

Таблиця 4.4 - Величини середніх температур на поверхнях контакту при
схоплюванні

Поєднання досліджуваних пар		Середня температура на поверхні контакту при схоплюванні, t°С
Марка матеріалу контртіла	Мікротвердість покриттів H_{m50} , ГПа	
Сірий чавун СЧ15-32	4,50	213
	5,00	246
	5,50	246
	5,75	224
	Сталь 18ХГТ т.о.	183
Алюмінієвий сплав АК-4	3,75	191
	4,00	263
	4,50	231
	5,00	201
	5,50	201
Сталь 18ХГТ т.о	140	
Бронза БрОЦС6-6- 4,5	4,50	201
	5,00	190
	5,50	231
	5,75	171
	Сталь 18ХГТ т.о	231
Сплав СОС6-6	4,50	141
	5,00	131
	5,50	141
	5,75	151
	6,30	163
Сталь 18ХГТ т.о	161	

Ці покриття стійкі до температурних полів та підвищеним температурам, мало чуттєві до величин питомих навантажень, мають мінімальне коефіцієнти тертя у порівнянні з іншими випробовуваними сполученнями.

Робота від виникаючих сил тертя в основному переходить у тепло. Температура зони контакту, досягнувши певних значень, починає діяти на процес зношування. Початкове зростання температур сприяє росту пластичних деформацій та швидкості дифузійних процесів поверхневих шарів, що покращує градієнт механічних властивостей. З досягненням зони критичних температур поверхневі шари починають пом'якшуватися і градієнт механічних властивостей змінює знак (на негативний). Зміна знаку градієнта механічних властивостей приводить до проривання поверхневих плівок, до звільнення ювенильних поверхонь, до збільшення взаємного впровадження поверхонь контакту.

4.3 Зношуваність покриття з електролітичного заліза

На існування оптимальної мікротвердості у гальванічних покриттів, при дослідженні їх на зносостійкість, вказує багато дослідників. Так, про покриття електролітичного хрому досліджував В.Ф. Молчанов та К.А. Крилов; сплав залізо – нікель для покриттів при терті по чавунній колодці (СЧ24-44) в умовах напіврідинного мащення - М.П. Мелков, В.А. Бабенко, І.Е. Ключкін.

Експлуатаційне зношування що встановилося, полягає у деформуванні, руйнуванні та відтворенні на ділянках істинного контакту поверхні нового шару з колишніми стабільними властивостями.

Зношуваність усіх досліджуваних сполучень (рис 4.8; рис 4.9; рис 4.10; рис 4.11) виражається загальними закономірностями та схожим ходом кривих. Найменша зношуваність спостерігається у покриттів з оптимальною мікротвердістю (рис 4.8 – крива 3; рис 4.9 – крива 2; рис 4.10 – крива 6; рис 4.11 – крива 2).

В умовах зношуваності дослідних пар спостерігається закономірність зміни мікротвердості, що була описана раніше. Відхилення величини мікротвердості покриттів від оптимальних значень приводить, без виключень, всі спряження до підвищення зношуваності.

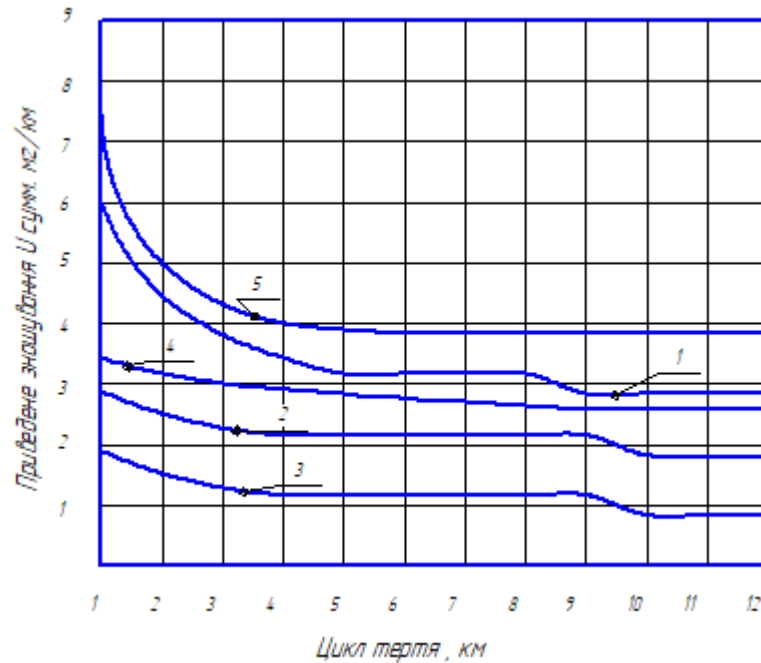


Рис. 4.8 - Зміна інтенсивності зношування від шляху (тертя по БрОЦС6-6-4,5)
 1) $H_m=4,50$; 2) $H_m=5,00$; 3) $H_m=5,50$; 4) $H_m=5,75$ ГПа; 5) Сталь 18ХГТ (т.о.) HRC50 – 55.

Термічно оброблена сталь 18ХГТ(HRC50 – 55) у сполученні з досліджуваними матеріалами по причині гірших антифрикційних властивостей, у порівнянні з покриттями, має найбільшу зношуваність. Виключення складає сполучення «Сталь 18ХГТ (т.о.) – СОС6-6», у якого зношуваність наближається до покриття з оптимальною мікротвердістю (рис 4.16 – крива 5).

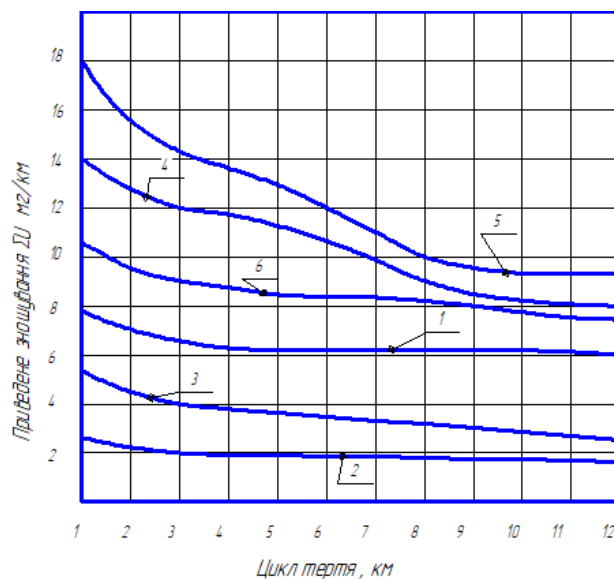


Рис. 4.9 - Зміна інтенсивності зношування від шляху (тертя по АК-4)
 1) $H_m=3,75$; 2) $H_m=4,00$; 3) $H_m=4,50$; 4) $H_m=5,00$ кг/мм²; 5) $H_m=5,50$ ГПа;
 6) Сталь 18ХГТ (т.о.) HRC50 – 55.

З результатів 4 виходить, що зносостійкість покриттів дуже чутлива до змін величини мікротвердості.

На рис 4.12, рис 4.13 для прикладу показано залежність параметрів тертя від мікротвердості покриттів. Покриттям з оптимальною величиною мікротвердості у всіх досліджуваних сполученнях відповідали мінімальні коефіцієнти тертя та мінімальні значення температур у навколо контактній зоні.

Зношування – наслідок тертя та процесів що відбуваються у зоні контакту при спряженні двох тіл. Динаміка зношування характеризує поступове накопичування факторів, які вичерпують в окремих мікрооб'ємах контактних поверхонь здатності до подальших пластичних деформацій.

На рис 4.14 та рис 4.15 приведені результати по зношуванню, отримані на 12-му циклі випробовувань. Характер кривих зношування ще раз підтверджує необхідність включення в сполучення тертя тільки покриття із визначеним значенням мікротвердості. Із кривих (Рис 4.14, рис 4.15) випливає, що тільки незначні відхилення величини мікротвердості допустимі без яскраво вираженої інтенсифікації зношування. Відхилення мікротвердості покриттів від оптимуму сприяє зростанню параметрів тертя.

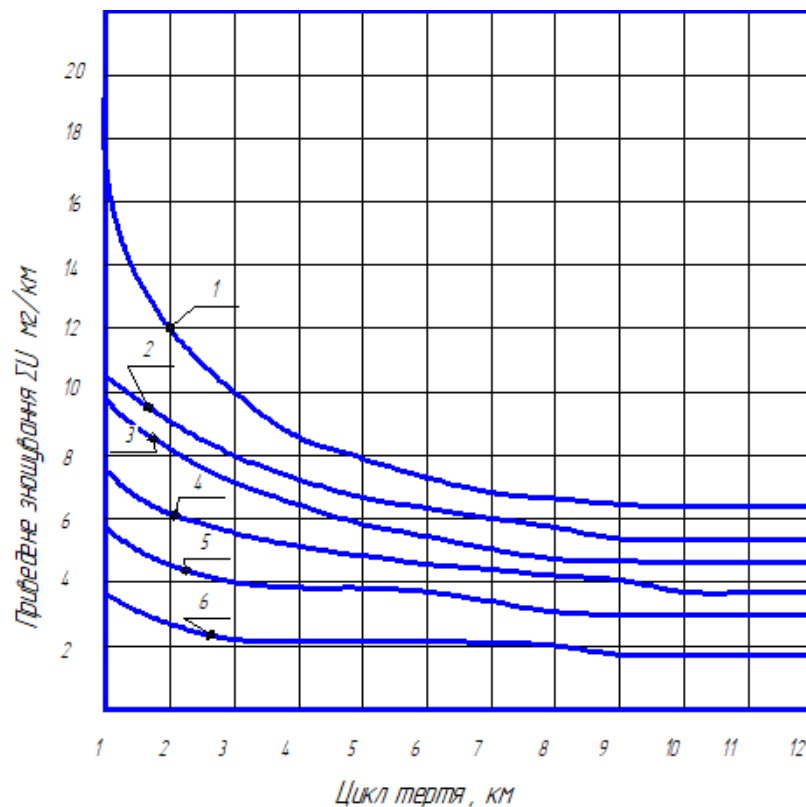


Рис. 4.10 - Зміна інтенсивності зношування від шляху (тертя по СОСб-6)

1) $H_m=4,50$; 2) $H_m=5,00$; 3) $H_m=5,50$; 4) $H_m=5,75$ ГПа; 5) Сталь 18ХГТ (т.о.)
HRC50 – 55.

Таким чином, із даних досліджень видно, що високі антифрикційні властивості та високу зносостійкість мають покриття з оптимальною мікротвердістю. Відхилення від оптимальної мікротвердості у покриттів допускається у незначних межах (табл. 4.8).

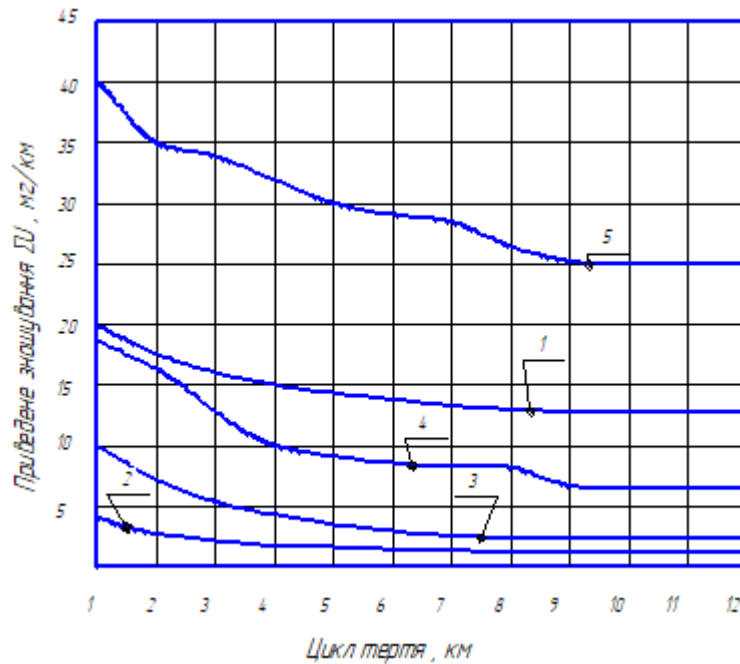


Рис. 4.11 - Зміна інтенсивності зношування від напрацювання (тертя по СЧ15-32).

Таблиця 4.8 - Порівняльна відносна зносостійкість досліджуваних сполучень деталей

Досліджувані сполучення		Величина порівняльної, відносної зносостійкості
Підшипниковий матеріал	Покриття з мікротвердістю H_m , ГПа	
СЧ15-32	5,00 (дослід)	16,0
	5,50	15,0
	5,75	8,0
	4,50	2,1
БрОЦС6-6-4,5	5,50 (дослід)	3,7
	5,75	1,8

	5,00	2,0
	4,50	1,3
АК-4	4,00 (дослід)	4,2
	4,50	3,9
	5,00	0,87
	3,75	1,4
СОС6-6	6,30 (дослід)	1,57
	5,75	0,72
	5,50	0,55
	5,00	0,46
	4,50	0,36

Таблиця 4.8 - Границі відхилень оптимальної мікротвердості покриттів

Марка спряженого підшипникового матеріалу	Величина мікротвердості покриттів H_m , ГПа
Сірі чавуни	5,00 – 5,25
Олов'яно-свинцеві бронзи	5,50 – 5,25
Алюмінієві сплави	4,00 – 4,25
Сплав СОС6-6	6,10 – 6,30

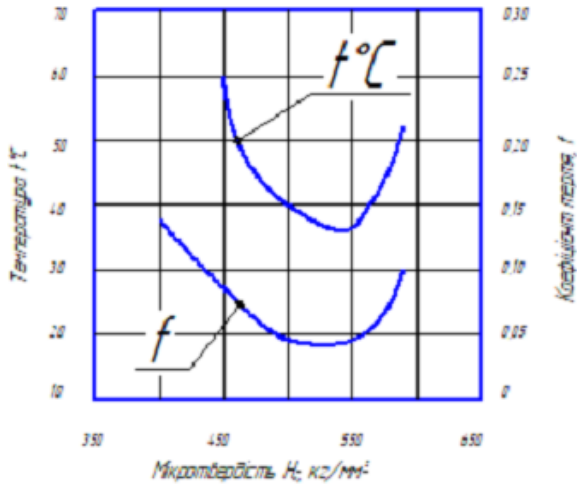


Рис. 4.12 Зміна параметрів тертя від H_c покриттів (тертя по БрОЦС6-6-4,5)

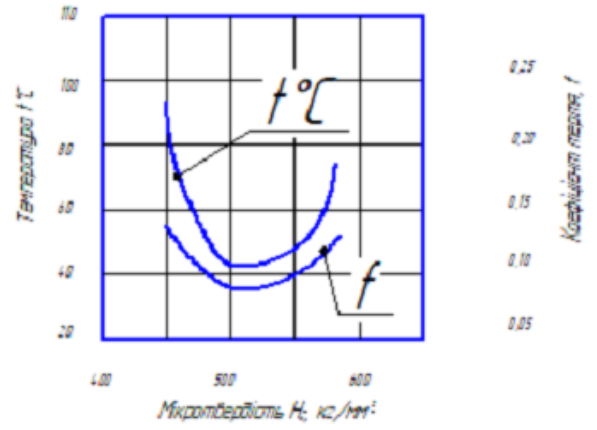


Рис. 4.13 Зміна параметрів тертя від H_c покриттів (тертя по СЧ15-32)

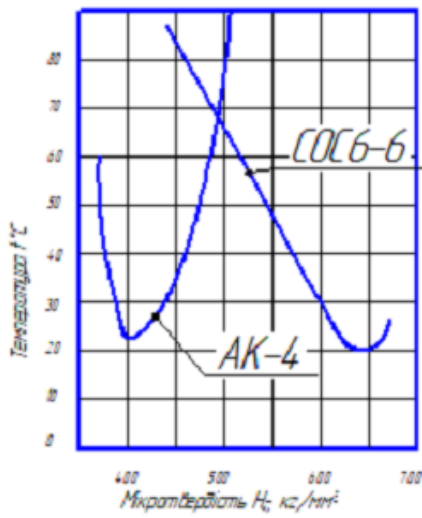


Рис. 4.14 Вплив H_c покриттів на величину зношування (тертя по АК-4 та СОС6-6)

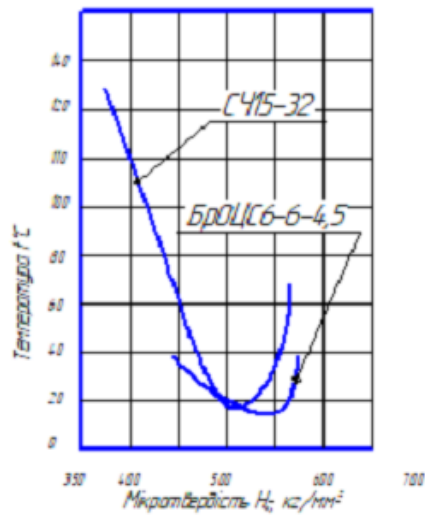


Рис. 4.15 Вплив H_c покриттів на величину зношування (тертя по СЧ15-32 та БрОЦС6-6-4,5)

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Система управління охороною праці на підприємстві

Мета впровадження системи управління охороною праці (УОП) — це всебічне сприяння виконанню вимог, які повністю ліквідують, нейтралізують або знижують до допустимих норм вплив на працюючих небезпечних та шкідливих факторів виробничого середовища, забезпечують усунення джерел небезпеки, ізолювання від них персоналу, використання засобів, що усувають небезпечні ситуації та підвищують технічну безпеку, створюють надійні санітарно-гігієнічні та ергономічні умови. УОП передбачає встановлення конкретних кількісних показників діяльності виробничих підрозділів, підтримування котрих в заданих межах забезпечує досягнення основної мети щодо організації безпечних та нешкідливих умов праці.

Власник зобов'язаний створити в кожному структурному підрозділі і на робочому місці умови праці відповідно до вимог нормативних актів, а також забезпечити дотримання прав працівників, гарантованих законодавством про охорону праці.

З цією метою власник забезпечує функціонування системи управління охороною праці, для чого:

- створює відповідні служби і призначає посадових осіб, які забезпечують вирішення конкретних питань охорони праці, затверджує інструкції про їх обов'язки, права та відповідальність за виконання покладених на них функцій;
- розробляє за участю профспілок і реалізує комплексні заходи для досягнення встановлених нормативів з охорони праці, впроваджує професійні технології, досягнення науки і техніки, засоби механізації та автоматизації виробництва, вимоги ергономіки, позитивний досвід з охорони праці, тощо;
- забезпечує усунення причин, що призводять до нещасних випадків, професійних захворювань і виконання профілактичних заходів, визначених комісіями за підсумками розслідування цих причин;
- організовує проведення лабораторних досліджень умов праці, атестації робочих місць на відповідність нормативним актам про охорону праці в

порядку і строки, що встановлюються законодавством, вживає за їх підсумками заходів щодо усунення небезпечних і шкідливих для здоров'я виробничих факторів;

- розробляє і затверджує положення, інструкції, інші нормативні акти про охорону праці, що діють у межах підприємства та встановлюють правила виконання робіт і поведінки працівників на території підприємства, у виробничих приміщеннях, на будівельних майданчиках, робочих місцях відповідно до державних міжгалузевих та галузевих нормативних актів про охорону праці, забезпечує безкоштовно працівників нормативними актами про охорону праці;

- здійснює постійний контроль за дотриманням працівниками технологічних процесів, правил поводження з машинами, механізмами, устаткуванням та іншими засобами виробництва, використанням засобів колективного та індивідуального захисту, виконанням робіт відповідно до вимог щодо охорони праці;

- організовує пропаганду безпечних методів праці та співробітництво з працівниками в галузі, охорони праці.

У випадку відсутності в нормативних актах про охорону праці вимог, які необхідно виконати для забезпечення безпечних і нешкідливих умов праці на певних роботах, власник зобов'язаний вжити погоджених з органами державного нагляду заходів, що забезпечують безпеку працівників.

У разі виникнення на підприємстві надзвичайних ситуацій і нещасних випадків власник зобов'язаний ужити термінових заходів для допомоги потерпілим, залучити при необхідності аварійно-рятувальні формування.

Система цілей УОП — багаторівневий комплекс, який, у свою чергу, визначає цілі для різних рівнів управління охороною праці з врахуванням стадій виробничого циклу.

На рівні галузі встановлюються цілі стратегічного характеру щодо прийняття довготермінових планів наукового, технічного, економічного та соціального розвитку об'єктів (умов та безпеки праці) на підставі довготривалих прогнозів і програм розвитку.

На рівні виробничих об'єднань та підприємств визначаються цілі тактичного характеру: установлення складу та структури підрозділів, методів взаємодії, аналіз рівня безпеки праці стимулювання. З переходом на госпрозрахунок та самофінансування виробничі об'єднання та підприємства повинні ставити стратегічні цілі.

На рівні цехів і дільниць встановлюються цілі оперативного характеру: послідовність оперативного виконання окремих функцій тощо.

Окремі виконавці, що впливають на умови праці, організаційно та технічно забезпечують їх оптимізацію і цілі безпеки праці.

Основні завдання, вирішення яких забезпечує досягнення цілей УОП на різних рівнях управління і стадіях організаційно-виробничої діяльності, полягають у виконанні комплексу послідовних взаємопов'язаних дій щодо попередження травматизму та виробничих зумовлених захворювань.

Вирішення задач управління охороною праці має бути забезпечене взаємодією усіх структурних підрозділів, служб і фахівців, які визначаються керівником підприємства. Функції структурних підрозділів і служб, посадові обов'язки керівних та інженерно-технічних працівників щодо виконання задач управління охороною праці встановлюються на місцях на всіх рівнях, виходячи з структури, штатів і конкретних умов діяльності установи (підприємства).

5.2 Предмет, мета і завдання ЦО при загрозі та виникненні надзвичайних ситуацій мирного і воєнного часу

Система ЦО України створена і функціонує відповідно до Закону України про Цивільну оборону України, який був прийнятий Верховною Радою України 3 грудня 1993 року. Деталізація і реалізація Закону про ЦО України проводиться через положення про ЦО України, яке затверджене постановою Кабінету Міністрів від 10 травня 1994 року №299.

Систему ЦО складають:

- органи державної виконавчої влади всіх рівнів, до компетенції яких віднесено функції, пов'язані з безпекою і захистом населення, попередженням, реагуванням і діями у надзвичайних ситуаціях;

- органи повсякденного управління процесом захисту населення у складі центральних та місцевих органів державної виконавчої влади підприємств, установ, організацій незалежно від форм власності і господарювання;

- сили і засоби, призначені для виконання завдання ЦО;

- фонди фінансових, медичних та матеріально-технічних ресурсів, передбачені на випадок НС;

- системи зв'язку, оповіщення та інформаційного забезпечення.

Завдання ЦО України:

- запобігання виникненню надзвичайних ситуацій техногенного, природного, соціально-політичного характерів і запровадження заходів щодо зменшення збитків та втрат у разі аварій, катастроф, вибухів, великих пожеж та стихійного лиха;

- оповіщення населення про загрозу і виникнення надзвичайних ситуацій у мирний і воєнний часи та постійне інформування його про наявну обстановку;

- захист населення від наслідків аварій, катастроф, великих пожеж, стихійного лиха та застосування засобів ураження;

- організація життєзабезпечення населення під час аварій, катастроф, стихійного лиха та у воєнний час;

- організація і проведення рятувальних та інших невідкладних робіт у районах лиха та осередках ураження;

- створення системи аналізу і прогнозування управління, оповіщення і зв'язку, спостереження і контролю за радіоактивним, хімічним і бактеріологічним зараженням, підтримання їх готовності для сталого функціонування у надзвичайних ситуаціях мирного і воєнного часів;

- підготовка і перепідготовка керівного складу цивільної оборони, її органів управління та сил;

- навчання населення вміння застосовувати засоби індивідуального захисту і діяти в надзвичайних ситуаціях.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Вибрано виходячи з вище сказаного для відновлення деталі ТП
осталювання

Проведено теоретичний аналіз процесу зношування відновлених кулачків
валу.

Проведено експериментальне дослідження теплостійкості,
мікроструктури, окалиностійкості, шорсткості відновленої деталі.

Розроблено ТП відновлення деталі.

Розроблене пристосування для контролю деталі.

Спроектовано проект ділянки і проведено економічний розрахунок
роботи.

1. Ляшук О.Л., Гудь В.З., Пиндус Ю.І., Левкович М.Г., Хорошун Р.В. Методичний посібник до виконання кваліфікаційної роботи магістра за освітньо-кваліфікаційним рівнем «магістр» галузі знань 27 «Транспорт» спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» – Тернопіль: Видавництво ТНТУ, 2020. – 66 с.
2. Ю. Паливода. Інструментальні матеріали, режими різання, технічне нормування механічної обробки: навчально-методичний посібник / Ю. Паливода, А. Дячун, Р. Лещук. – Тернопіль, Тернопільський національний технічний університет ім.І.Пулюя, 2019. – 240с.
3. Луців І.В. Розробка алгоритмів створення багатолезового оснащення адаптивного типу для обробки поверхонь обертання / І.В. Луців, Р.Я.Лещук // Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем. Збірник наукових праць. – Краматорськ, вип. №26, 2009. С.164 - 171.
4. Луців І.В. Динамічні характеристики підсистем верстатного оснащення адаптивного типу / І.В. Луців, Р.Я.Лещук // Вісник Тернопільського державного технічного університету, 2009, Том 14, №4. С.144-149.
5. Гевко І.Б. Техніко-економічне обґрунтування процесу механічної обробки з використанням комбінованого свердла-мітчика / І.Б.Гевко, Р.Я., Лещук, І.І.Стойко, Н.М.Марчук, М.Д.Сіправська // Сільськогосподарські машини: Зб. наук. ст.–Вип. 40.–Луцьк, 2018. С.21-31.
6. Техніко-економічне обґрунтування інженерних рішень на СТО та АТП : Навчальний посібник / Укладачі : Гевко І.Б., Ляшук О.Л., Луциків І.В., Плекан У.М., Клендій В.М. - Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 276 с.
7. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів : Навчальний посібник / Укладачі : Гевко І.Б., Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Гудь В.З., Левкович М.Г., Сташків М.Я., Сіправська М.Д. - Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 544 с.
8. С.Г.Гранкін., В.С. Малахов., М.І.Черновол.,В.Ю.Черкун. «Надійність сільськогосподарської техніки». за. ред. В.Ю.Черкуна. – Київ.: «Урожай»,1998.
9. Белоконь Яков Ефимович. «Системы питания дизелей тракторов и грузовых автомобилей». - Чернигов: Ранок, 2002-176 с.

10. Гранкін С.Г. та ін. Надійність сільськогосподарської техніки. – К. Урожай, 1998. – 208 с.
11. Конспект лекцій з курсу «Технології обслуговування автотранспортних засобів». / Р.В. Хорошун, О.Л. Ляшук, Н.Т. Навроцька. – Тернопіль: Вид-во ТНТУ, 2021. – 194 с.
12. Ляшук О.Л. Конспект лекцій з дисципліни «Технічна експлуатація автомобілів» для студентів спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» / О.Л. Ляшук, В.М.Клендій, Р.В.Хорошун. – Тернопіль: Вид. ТНТУ – 2018. – С. 302.
13. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: Підручник – К.: Знання. 2003. – 511 с.
14. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: організація і управління: Підручник – К.: Знання. 2004. – 478 с.
15. Лудченко О.А. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів. Технологія [Текст]: Підручник. / О.А. Лудченко. - Київ: Знання-Прес, 2007. - 527с.
16. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів : Навчальний посібник / Укладачі : Гевко І.Б., Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Левкович М.Г., Гудь В.З., Сташків М.Я., Сіправська М.Д. – Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 544 с.