

ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет будівництва, транспорту та енергетики

(повне найменування факультету)

Кафедра експлуатації та ремонту машин

(повна назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної атестаційної роботи

бакалавр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: «Розробка технології відновлення деталей шатунно-поршневої групи ДВЗ на прикладі відновлення поршневих пальців з проектом ділянки їх відновлення у ТОВ «Завод «Дзеркальник»» м. Кропивницький»

Виконав: здобувач першого (бакалаврського)

спеціальності 208 «Агроінженерія»

ОПП «Агроінженерія» групи АІ(ТС)-21 СК-3

_____ Сергій ЗАГРЕБЕЛЬНИЙ

Керівник:

_____ Юрій КУЛЄШКОВ

Допустити до захисту: _____ Сергій МАГОПЕЦЬ

Рецензент:

Центральноукраїнський національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет будівництва, транспорту та енергетики

Кафедра експлуатації та ремонту машин

Освітній рівень – бакалавр

Галузь знань – 20– Аграрні науки та продовольство

(шифр і назва)

Спеціальність – 208 – Агроінженерія

(шифр і назва)

Спеціалізація Технічний сервіс

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри, доц. Сергій МАГОПЕЦЬ

_____ «__» _____ 2024 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Загребельному Вадиму Сергійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Розробка технології відновлення деталей шатунно-поршневої групи ДВЗ на прикладі відновлення поршневих пальців з проектом ділянки їх відновлення у ТОВ «Завод «Дзеркальник»» м. Кропивницький»

Керівник роботи Кулешков Юрій Володимирович, доктор технічних наук, проф.

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від 01.04.2024 року № 140^а-02

2. Строк подання здобувачем роботи «31» травня 2024 року

3. Вихідні дані до роботи 1. Матеріали переддипломної практики. 2. Методичні вказівки до виконання бакалаврської роботи.. 3. Технічні умови на ремонт сільськогосподарської техніки. 4. Науково-технічна література по технічному обслуговуванню і ремонту сільськогосподарської техніки.

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

1. Загальна розділ. Загальні відомості та історія розвитку базового підприємства та характеристика підприємства і ділянки по відновленню деталей на ВАТ «Завод «Дзеркальник»». Навести технічну характеристику шатунно – поршневої групи двигуна СМД – 60,62 умови його роботи та основні процеси зношування деталей турбокомпресора і його з'єднань. Обґрунтувати вибір теми бакалаврської роботи.

2. Технологічний розділ. 2. Технологічний розділ. Розробка технології відновлення поршневих пальців дизельних двигунів методом гарячого пластичного деформування. Підібрати необхідне обладнання і інструмент для виконання операцій технологічного процесу відновлення поршневих пальців методом гарячого

2. Технологічний розділ. 2. Технологічний розділ. Розробка технології відновлення поршневих пальців дизельних двигунів методом гарячого пластичного деформування. Підібрати необхідне обладнання і інструмент для виконання операцій технологічного процесу відновлення поршневих пальців методом гарячого

пластичного деформування. Розрахувати режими і норми часу виконання технологічних операцій.

3. Організаційний розділ. Визначити трудомісткість робіт дільниці по відновленню поршневих пальців на ТОВ «Завод «Дзеркальник»» м. Кропивницький гарячим пластичним деформуванням, розрахувати: фонди часу роботи робітників і обладнання; розрахувати необхідну кількість робітників і основного технологічного обладнання; розрахувати площу дільниці; визначити компоновочне рішення дільниці. Підібрати необхідне технологічне обладнання і інструмент. Розрахувати основні організаційні і енергетичні показники роботи дільниці.

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

1. Технологічна схема розбирання кривошипно-шатунного механізму дизельного двигуна .
2. Ремонтне креслення поршневого пальця з технологічною картою його дефектації.
3. Аналіз відомих способів відновлення поршневого пальця ДВЗ
4. Технологічний процес відновлення поршневого пальця гарячим пластичним деформуванням.
5. Технологічне планування дільниці по відновленню поршневих пальців.

7. Дата видачі завдання: 02.04.2024 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Загальний розділ	12.05	
2	Технологічний розділ	19,05	
3	Організаційний розділ	25.05	
4	Оформлення графічної частини	31.05	

Здобувач освіти _____ Вадим ЗАГРЕБЕЛЬНИЙ
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Юрій КУЛЄШКОВ
(підпис) (прізвище та ініціали)

№ строки	Формат	Позначення	Найменування	Кіл.	№ екз	Примітка
1						
2			<u>Документація загальна</u>			
3						
4			Знов розроблена			
5						
6	A4	БР.АІ(ТС).24.03.00.00.00.00 ПЗ	Пояснювальна записка			
7						
8			<u>Документація по</u>			
9			<u>технологічному розділу</u>			
10						
11			Знову розроблена			
12						
13	A1	БР.АІ(ТС).24.03.21.00.00.00	Схема розбирання	1		
14			КШМ двигуна			
15	A2	БР.АІ(ТС).24.03.22.00.00.00	Палець поршневий двигуна	1		
16			Ремонтне креслення			
17						
18	A2	БР.АІ(ТС).24.03.22.00.00.00	Технологічні карти	1		
19			дефектування			
20	A1	БР.АІ(ТС).24.03.23.00.00.00	Аналіз способів	1		
21			відновлення			
22			поршневого пальця			
23	A1	БР.АІ(ТС).24.03.24.00.00.00	Технологічна карта	1		
24			відновлення поршневого			
25			пальця			
26						
27						
28						
				БР.АІ(ТС).24.03.00.00.00.00.ВП		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Відомість проекту	
Розробив	Загребельний					
Перевірив	Кулешков					
Н. контр.	Красота					
Затвердив	Магопєць				ЦНТУ гр. АІ(ТС)-21 СК-3	
					Літера	Аркуш
						3

№ строки	Формат	Позначення	Найменування	Кіл.	№ екз	Примітка
29			<u>Документація по</u>			
30			<u>організаційному розділу</u>			
31						
32			Знов розроблена			
33						
34	A1	БР.АІ(ТС).24.03.51.00.00.00	Технологічне планування	1		
35			дільниці по відновленню			
36			поршневих пальців			
37						
38						
39						
40						
41						
42						
43						
44						
45						
46						
47						
48						
49						
50						
51						
52						
53						
54						
55						
56						
57						
58						
59						
						Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата	БР.АІ(ТС).24.03.00.00.00.00.ВП	

Зміст

Завдання	2
Відомість проекту	4
Зміст	7
Анотація	11
Вступ	13
1. Загальний розділ	
1.1 Коротка історія розвитку підприємства та характеристика підприємства та ділянки	15
1.2. Коротка характеристика вузла, що підлягає ремонту	16
1.3. Характеристика поршневого пальця, його конструктивно-технологічні особливості, матеріал, термообробка.....	17
1.4 Характеристика умов роботи і основних процесів зносу деталі, характер, вид і величина зносу	18
1.5. Вплив основних зносів деталі на технічний стан спряження, якість роботи вузла в цілому	19
1.6 Обґрунтування теми бакалаврської роботи.....	
2. Технологічний розділ.	
2.1. Технологічний процес дефектації	22
2.2. Аналіз способів відновлення поршневих пальців	24
2.3. Вибір оптимального методу відновлення поршневого пальця	36
2.4 Аналіз базового технологічного процесу відновлення поршневих пальців. Обґрунтування і вибір раціонального способу відновлення.....	
2.5. Розробка структурної послідовності пропонованого технологічного процесу відновлення поршневих пальців	39
2.6. Обґрунтування і вибір технологічного обладнання	40
2.7. Розрахунок і вибір режимів виконання технологічних операцій	43
2.8. Нормування часу для виконання технологічних операцій.....	47
3. Організаційний розділ.	
3.1. Організація робіт на ділянці	58
3.2. Розрахунок трудомісткості та об'єму робіт	58
3.3. Розрахунок фондів часу	60
3.4. Розрахунок кількості робітників, обладнання та площі проєктованої ділянки	62
3.5. Розробка планування ділянки	68
3.6 Вибір підйомно-транспортного обладнання	68
3.7. Розрахунок силової електроенергії	69
3.8 Розрахунок пари і палива	70
3.9. Розрахунок освітлення	71
Висновки	115
Список використаних джерел	117

Анотація

В представленій бакалаврській роботі розроблена технологія відновлення поршневих пальців автомобільних дизельних двигунів методом гарячого пластичного деформування.

У загальному розділі наведені загальні відомості про підприємство, про збиральну одиницю, деталь, що відновлюється. Описані умови роботи деталі та вузла в цілому, види та механізми зношування, наявні дефекти поршневих пальців, характеристика деталі. Наведено обґрунтування теми бакалаврської роботи.

У технологічному розділі зроблено аналіз існуючих методів відновлення поршневих пальців, наведено опис обраного методу відновлення, розроблений маршрут відновлення. Розроблена технологія відновлення поршневих пальців дизельних двигунів методом гарячого пластичного деформування. Підібрано необхідне обладнання і інструмент для виконання операцій технологічного процесу відновлення поршневих пальців методом гарячого пластичного деформування. Розраховані режими і норми часу виконання технологічних операцій.

В організаційному розділі визначена трудомісткість робіт дільниці по відновленню поршневих пальців гарячим пластичним деформуванням, розраховані: фонди часу роботи робітників і обладнання; розрахована необхідна кількість робітників і основного технологічного обладнання; розрахована площа дільниці; визначене компоновочне рішення дільниці. Підібране необхідне технологічне обладнання і інструмент. Розраховані основні організаційні і енергетичні показники роботи дільниці, розроблено планування дільниці для відновлення поршневих пальців, приведені розрахунки фондів часу, кількості працівників, обладнання та інше.

ВСТУП

Найважливішою умовою реалізації програми по подальшому розвитку національної економіки, зокрема сільськогосподарського виробництва є зміцнення і розвиток мобільної сільськогосподарської техніки, розвиток її матеріально - технічної бази, а також високоефективне використання створеного виробничого потенціалу.

Простої техніки на ремонтних підприємствах де усувають різні несправності залишається ще дуже високими, а витрати на відновлення працездатності машин - значними. Сільськогосподарські господарства несуть від цього значні втрати. От чому зменшення часу перебування машин у несправному стані і зменшення собівартості їх технічного обслуговування і ремонту - істотний резерв економії засобів підприємств агропромислового комплексу. Підвищення ефективності використання бази технічного сервісу можливо при повній зміні системи його планування з обліком позитивного досвіду результатів роботи ремонтних підприємств.

Для підтримки машин у справному стані необхідно робити цілі комплекси заходів які полягають в огляді щомісячного і щоденного догляду, технічних обслуговуваннях (ТО - 1, ТО - 2 і ТО - 3), сезонному технічному обслуговуванні, здійснювати поточні і капітальні ремонти техніки.

Найбільш трудомістким і дорогим із перерахованих заходів є капітальний ремонт. Однак відновлення працездатності машини при капітальному ремонті обходиться значно дешевше, чим при виробництві нової машини. Визначальним чинником для проведення капітального ремонту машин є його економічна доцільність.

При капітальному ремонті відбувається вторинне відтворення машин на базі придатних її елементів для експлуатації, нових і відновлених деталей.

Важливим напрямком зниження собівартості ремонту машин є розробка високоефективних технологічних процесів відновлення зношених деталей, організаційні заходи при проведенні і ремонті машин, механізація й автоматизація виробничих процесів.

Одним із поширених елементів кривошипно-шатунного механізму будь-якого дизельного двигуна є його поршневий палець. Від справного стану поршневого пальця багато в чому залежить працездатність роботи двигуна в цілому і його техніко-економічні показники.

Виходячи з цього тема бакалаврської роботи магістерської роботи: «Розробка технології відновлення деталей шатунно-поршневої групи ДВЗ на прикладі відновлення поршневих пальців з проектом ділянки їх відновлення у ТОВ «Завод «Дзеркальник»» м. Кропивницький є безсумнівно актуальною.

Підвищення ефективності ремонту залежить насамперед від використання прогресивних технологій, відновлення деталей, раціональної організації процесу відновлення поршневих пальців і технічного забезпечення виробничих процесів.

1. ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Коротка історія розвитку підприємства та характеристика підприємства та ділянки

«За майже 70 років роботи ТОВ «Завод «Дзеркальник» пройшов шлях від артілі до сучасного підприємства — лідера галузі регіону. І на всіх етапах існування підприємства головним його ресурсом був колектив однодумців.

28 квітня 1948 року дзеркальний цех артілі «ХІМІК» став самостійною артіллю, яку зареєстрували під назвою «Червоний дзеркальник». Першим головою новоствореної артілі став Зяма Лазарович Ярошевський, а з 1952 року і аж до 1974-го артіллю керував Петро Тарасович Драган.

У 1959 році артіль перебазувалась з приміщення на розі вулиць Червоногвардійська та Олексіївська (Гагаріна) на пустир по вулиці Р. Люксембург, 48А. До будівництва першого головного корпусу дзеркального цеху долучились всі працівники артілі.

Тоді дзеркала вироблялись за технологією посріблення, що являла собою заливку поверхні скла відповідним розчином вручну. Для обробки країв скловиробів та виготовлення фацету (фасок) застосовувались чавунні та піщані шайби.

У 1960 році підприємство стало державним заводом «Червоний дзеркальник». А в 1967-1969 роках була повністю змінена технологія виготовлення дзеркал: від посріблення перейшли до алюмініювання — методу термічного випарювання алюмінію у вакуумі з подальшою його конденсацією на поверхні скла. Це дозволило значно збільшити обсяги виробництва та розширити ринки збуту продукції.» [1]

«У 1981 році замість чавунних та піщаних шайб у виробництві почали використовувати алмазні шайби, завдяки чому значно підвищили продуктивність, розширили асортимент, зробили роботу фацетника привабливішою.

У 1980-90 роках обсяг виробництва дзеркальних виробів досяг максимальних обсягів 184-193 тис. кв. м за рік, 60% з яких становили дзеркала для меблів, 30% - побутові дзеркала і 10% - дзеркала технічні.

За розробку та впровадження технології шовкотрафаретного друку на дзеркалах у 1988-89 роках завод отримав срібну та бронзові медалі ВДНГ СРСР та Диплом Першого ступеня і золоту медаль ВДНГ УРСР.

Співробітники заводу розробили й впровадили у виробництво десятки зразків побутових дзеркал, які до цього часу користуються попитом. А географія збуту

АКТИЕ
Чтобы

продукції заводу охоплювала практично всі регіони колишнього Радянського Союзу.

Тодішні успіхи підприємства пов'язують з іменами керівників: Саєнка Олександра Степановича, Головенка Віктора Павловича, Сподаренка Володимира Григоровича.

Темною сторінкою в історії заводу став загальний спад промислового виробництва в Україні в 1992- 1998 роках, який негативно позначився і на ринках збуту дзеркал.

З метою виходу з кризи у 1995 році завод було приватизовано трудовим колективом і перейменовано в ЗАТ «Дзеркальник». Головою правління і виконавчим директором обрали Олександра Івановича Буйновського. Завдяки його вмілому керівництву вдалося зберегти спеціалістів, обладнання, а також відновити виробництво.» [1]

«За останні роки придбано та впроваджено у виробництво нове високо-технологічне обладнання для обробки та декорування скла, а також обладнання для виготовлення корпусних меблів.

Розроблено широкий асортимент вітражних скловиробів та виготовлення орнаментів під замовлення. Все це дозволило не тільки стабілізувати виробництво, але й розширити та оновити номенклатуру виробів.

Нині ТОВ «Завод «Дзеркальник» виготовляє дзеркала в широкому асортименті, скло різної товщини, візерунчатє скло, вітражі, склопакети, скляні двері, перегородки та вітрини, скляні душові кабінки, скляні перила, огорожі та сходи, безпечне скло-триплекс, скляні столи, стійки для телевізорів, корпусні меблі та торгівельне обладнання.

На підприємстві максимум уваги приділяється індивідуальній роботі з замовником та постійному підвищенню кваліфікації співробітників, адже головний ресурс підприємства - це люди.

В останні роки підприємство у рамках конверсії почало ремонтувати та технічно обслуговувати складові елементи гідравлічних систем, зокрема гідравлічні насоси різних типів, що використовуються на гідроприводах автомобільної техніки спеціального призначення та промислового виробництві.» [1]

1.2 Коротка характеристика вузла, що підлягає ремонту

Дизельний двигун автомобіля МАЗ широко застосовується в якості силового агрегату на багатьох модифікаціях цього автомобіля.

Однією з найбільш відповідальних складових двигуна є кривошипно-шатунний механізм. Елементи кривошипно-шатунного механізму умовно поділяють на дві групи: нерухомі і рухомі. До нерухомих елементів відносяться циліндри, головка циліндрів, картер з підшипниками колінчатого валу і з'єднуючі деталі. До рухомих елементів відносяться: поршень з поршневыми кільцями, шатун з підшипниками, колінчатий вал з маховиком.

Циліндр разом з поршнем і головкою циліндра утворюють замкнутий об'єм - камеру згорання, в якій проходить процес згорання паливної суміші. Внутрішня поверхня стінок циліндра є направляючою поршня. Гільзи циліндрів виготовляють з легованих чавунів, що мають високу зносостійкість і високі механічні властивості.

При роботі двигуна, верхня поверхня поршня сприймаючи зовнішній тиск, що утворюється в результаті згорання паливної суміші в камері згорання, починає рухатись в бік збільшення об'єму камери згорання, при цьому хімічна енергія від спалаху робочої суміші перетворюється в механічну енергію. Ця енергія витрачається на подолання сил опору на колінчастому валі, що виникають від опорів руху машини, та опорів руху її робочих органів. Передача зусилля від поршня до колінчастого валу здійснюється за допомогою шатуна, який у верхній частині шарнірно з'єднується з поршнем за допомогою поршневого пальця, а у нижній частині з'єднується з шатунною шийкою колінчастого валу. При цьому швидкість руху поршня досягає до 15 м/с, величина тиску газів в циліндрі під час роботи двигуна досягає значення 9 МПа, а температура паливної суміші в кінці робочого ходу поршня знаходиться в межах від 1200 до 1600°C. Всі ці параметри зумовлюють підвищені вимоги до деталей кривошипно-шатунного механізму.

1.3 Характеристика поршневого пальця, його конструктивно-технологічні особливості, матеріал, термообробка

«Поршневий палець призначений для шарнірного з'єднання поршня з шатуном і в процесі роботи підлягає впливу великих зовнішніх навантажень, змінних за величиною та напрямком. Матеріалом для виготовлення поршневих пальців тракторних дизелів служить переважно хромонікелева сталь марки 12ХН3А, яка має наступний хімічний склад: С (карбон) – від 0,09 до 0,16%; Si (силіцій) – від 0,17 до 0,37%; Mn (манган) – від 0,30 до 0,60%; Ni (нікель) – від 2,75 до 3,5%; S (сірка) – від 0,025 до 0,030%; P (фосфор) – 0,025%; Cr (хром) – від 0,06 до 0,90%; інші - $\leq 0,2\%$ » [14].

Хімічні елементи, що входять до складу даної сталі свідчать про забезпечення її в'язкості і дозволяють отримувати заготовку деталі шляхом видавлювання її з суцільного диска.

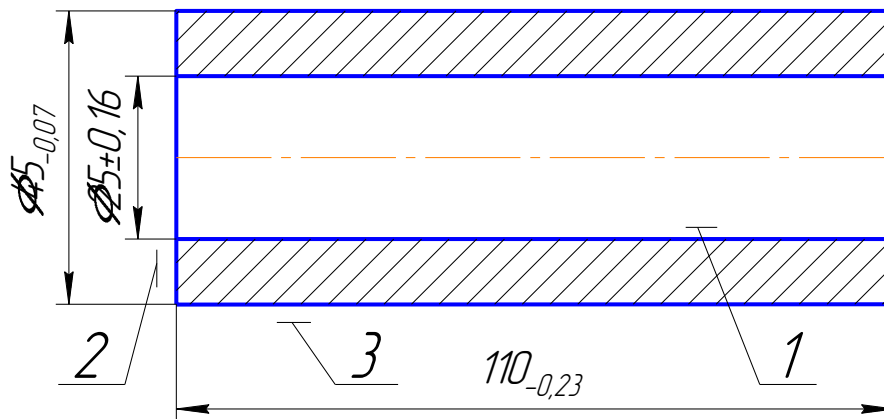


Рисунок 1.1 - Поршневий палець двигуна СМД-60.

Зовнішня поверхня поршневого пальця підлягає цементації, після чого здійснюється загартовування. Твердість робочої поверхні складає відповідно з вимогами ГОСТ 61-79 HRC від 56 до 62, а серцевини HRC від 35 до 45.

«Мікроструктура цементованого шару повинна складатися з дрібногільчатого мартенситу — до четвертого балу, в котрому допускаються рівномірно розподілені включення цементиту, залишкового аустеніту та троститу, також можливі окремі включення фериту. Під час виготовлення поршневих пальців з метою зменшення утримання залишкового аустеніту виконують обробку деталей холодом: охолодження й витримка деталей при температурах від мінус 50 до мінус 70°C. Високий рівень вимог до поршневих пальців зумовлений великим навантаженням деталей циліндро-поршневої групи» [14].

Граничні відхилення розмірів по параметрам некруглості робочої поверхні не повинні перевищувати 0,004мм, при шорсткості поверхні в межах $Ra \leq 1,6$ мкм. Навантаження на злом до появи тріщин складає для різних типорозмірів пальців від 180 до 700 кН.

1.4 Характеристика умов роботи і основних процесів зносу деталі, характер, вид і величина зносу

Поршневий палець в спряженні поршневий палець - бобишки поршня встановлюється з натягом. Після нагріву поршня до робочої температури палець в бобишках поршня обертається вільно. Внаслідок величини та напрямку зовнішнього навантаження поршневий палець поперемінно прилягає до отворів у бобишках поршня, а також до втулки верхньої головки шатуна. При таких умовах роботи масляний шар в повній мірі не володіє достатньою товщиною і деталі спряження працюють переважно в граничній фазі тертя, при високих тисках та навантаженнях і наявності абразиву, що призводить до підвищеного зносу поршневого пальця.

При збільшенні зносу зазор між деталями збільшується, а так як навантаження знакозмінні, то це призводить до появи і поступового зростання ударних навантажень які викликають видавлювання мастила та прогресивне збільшення зносу. Зазор при якому в спряженні з'являється металевий стук слід вважати гранично допустимим.

Для поршневих пальців двигуна СМД-60 знос по робочій поверхні зовнішнього

діаметра складає від 0,001 до 0,003 мм.

1.5 Вплив основних зносів деталі на технічний стан спряження, якість роботи вузла в цілому

В процесі експлуатації деталі двигунів піддаються активній механічній та хімічній дії, та до них прикладені значні зовнішні зусилля. В двигунах швидкому зносу піддаються деталі газорозподільного та кривошипно-шатунного механізму.

Виникаючи в результаті роботи сили тертя при зміні напрямку руху поршня призводять до збільшення зазору в спряженні втулка шатуна – поршневий палець, підвищенню ударних динамічних навантажень і вібрації при роботі шатунно-поршневої групи та прискорення процесу зношення її деталей.

При збільшенні зазору в спряженні бобишки поршня – поршневий палець, або верхня головка шатуна – поршневий палець більше критичного значення можливе руйнування поршня, що призведе до виходу з ладу двигуна і неможливість подальшої його експлуатації без капітального ремонту, або й навіть до вибраковування блоку циліндрів.

Тому для запобігання цього необхідно чітко дотримуватись правил проведення технічних обслуговувань і при наявності граничного зазору в спряженні поршень – верхня головка шатуна виконувати ремонт циліндро-поршневої групи.

1.6 Обґрунтування теми бакалаврської роботи

Підтримка рухомого складу автомобільного парку в належному стані вимагає створення і удосконалення сучасного обслуговуючої та ремонтної бази, підвищення технічного і організаційного рівня ремонтного виробництва.

Проведений аналіз технології і організації ремонту кривошипно-шатунного механізму на ПП «Астарт груп» м. Кіровоград показав, що і технологія і організація ремонту кривошипно-шатунного механізму відповідає сучасному рівню ремонтного виробництва не в повній мірі і потребує подальшого удосконалення.

Від технологічного й організаційного рівня ремонту кривошипно-шатунного механізму взагалі залежить не тільки собівартістю його ремонту але і надійність і техніко-економічні показники всього двигуна в експлуатації, що в кінцевому рахунку скасується на техніко-економічних показниках машини.

Однією із відповідальних деталей кривошипно-шатунного механізму ДВЗ є поршневий палець. Аналіз технології відновлення поршневого пальця, показав, що він також далекий від досконалості, що відбивається на собівартості ремонту, як кривошипно-шатунного механізму так і ДВЗ в цілому. Аналіз відомих технологій відновлення показав, що існують технології, які можуть не тільки значно знизити собівартість, але й підвищити якість відновлення поршневих пальців.

Важливою стороною питання є організація ремонту відновлення поршневого пальця. Рациональне розподілення робіт по його відновленню між дільницями. Правильна організація ремонту відбивається, як на якості, так і на собівартості ремонту, на ритмічності роботи дільниці, якості збирально-регулюючих робіт і обкатки, як кривошипно-шатунного механізму, так і двигуна в цілому.

З матеріалів переддипломної практики слідує, що трудомісткість відновлення поршневих пальців перевищує нормативні показники через недостатню увагу, що

приділяється організаційним заходам. Зниження трудомісткості відновлення поршневого пальця збиральних робіт кривошипно-шатунного механізму, а також всієї трудомісткості ремонту всього ДВЗ, можна отримати шляхом підвищення рівня організації ремонту більш правильного розподілення робіт між дільницями, розробкою і впровадженням засобів механізації розбирально-складальних операцій, що дозволяють скоротити трудомісткість і собівартість ремонту.

Не меншу увагу слід приділити і технічному забезпеченню, як технологічного процесу відновлення поршневого пальця, так і організації його відновлення.

Зазначений комплекс заходів по вдосконаленню технології відновлення поршневого пальця, а також комплекс заходів по вдосконаленню організації при відновленні поршневого пальця має надзвичайно важливе значення при виконанні ремонтних робіт. Все це підвищить якість і надійність відновлених деталей, а також всього агрегату в цілому. Виходячи з цього тема бакалаврської роботи: «Розробка технології відновлення деталей шатунно-поршневої групи ДВЗ на прикладі відновлення поршневих пальців з проектом дільниці їх відновлення у ТОВ «Завод «Дзеркальник»» м. Кропивницький» є актуальною».

Виходячи з проведеного аналізу технології і організації відновлення поршневого пальця у ТОВ «Завод «Дзеркальник»» м. Кропивницький», ставляться наступні задачі:

1. Вдосконалення технології відновлення поршневого пальця з метою зниження собівартості і підвищення якості його відновлення.

2. Вдосконалення на основі розроблених технологій організації відновлення поршневого пальця з метою зниження собівартості ремонту шляхом зниження транспортних витрат, скорочення циклу відновлення, зниження трудомісткості процесів відновлення.

3. Зниження небезпеки та шкідливості на дільниці ремонту турбокомпресору до можливого рівня.

2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Технологічний процес дефектації деталі

Дефектом називають кожну окрему невідповідність деталі вимогам, встановленим нормативною документацією. Оцінка технічного стану деталі і визначення її придатності до експлуатації є завданням технологічного процесу дефектації. В технічних умовах на дефектацію зазначаються два види оцінювальних параметрів, тобто критеріїв технічного стану деталі: критерій допустимого подальшого використання деталей, який забезпечує ресурс до наступного ремонту, та критерій граничного стану, за якого деталь не може встановлюватись на машину, таку деталь ремонтують якщо це технологічно можливо, або бракують якщо вона не піддається відновленню.

Стан деталей під час дефектації оцінюється наступними способами: оглядом – для визначення загального стану деталі; лінійним інструментом для визначення розмірних дефектів;

спеціальними приборами та пристосуваннями

– для оцінки фізико-механічних властивостей деталі; гідравлічні та пневматичні випробування

– для виявлення тріщин, нещільностей; дефектоскопія – для виявлення прихованих дефектів та мікротріщин.

Процес дефектації деталі виконують після її попередньої очистки, знежирювання та миття. При дефектації деталі необхідно суворо дотримуватися технічних вимог на їх контроль та сортування. Дефектація деталей виконується робітниками певного розряду та кваліфікації на спеціально обладнаних місцях.

Під час роботи поршневий палець сприймає зовнішні знакозмінні навантаження які призводять до виникнення в ньому наступних дефектів:

- тріщини, сколи, відшарування цементованого шару які недопустимі в подальшій експлуатації поршневого пальця;
- збільшення діаметру внутрішнього отвору;
- зменшення довжини поршневого пальця;
- знос зовнішнього діаметру поршневого пальця.

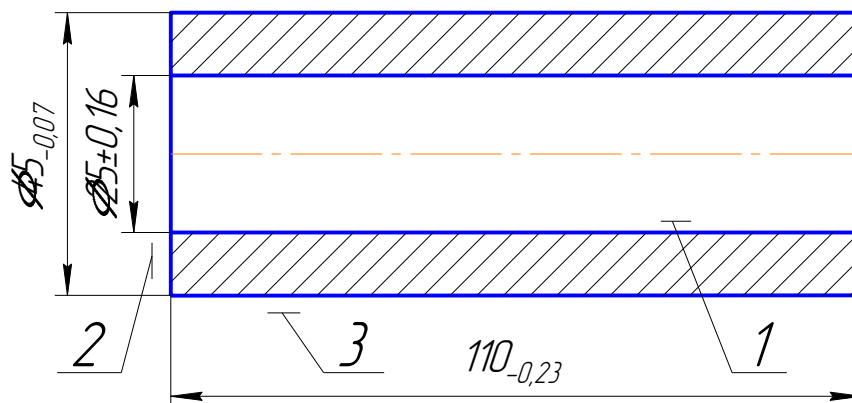


Рисунок 2.1 - Поршневий палець двигуна СМД-60

Величини граничних параметрів дефектів, засоби контролю та висновок щодо подальшого використання деталі при наявності дефекту наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1. Технологічна карта дефектації поршневого пальця

№ деф .	Контролюємий дефект	Розміри, мм		Засоби контролю		Висновок
		По кресленн ю	Гранични й	Наймену вання	Позначен ня	
1	Тріщини, сколи, відшарування цементованого шару	Не допускається		Візуально		Бракувати
2	Збільшення діаметру внутрішнього отвору	25±0,165	26	Пробка	70-8141- 1010	Бракувати
3	Зменшення довжини	110 _{-0,23}	108,5	Скоба	70-8101- 1032	Бракувати
4	Знос зовнішнього діаметра	45 _{-0,007}	Не менше 44,997	Мікrome тр	МК25-50 ГОСТ 6933-72	Ремонтува ти

Аналізуючи дані таблиці 2.1. можна зробити висновок про те, що відновленню поршковий палець підлягає лише при зношенні зовнішньої поверхні, яка є робочою. Згідно з даним дефектом складається технологічний маршрут відновлення зношеної поверхні деталі під діаметр $45_{-0,010}^{-0,005}$ мм.

2.2 Аналіз способів відновлення поршневих пальців

Виділяють три основних схеми технологічних процесів відновлення поршневих пальців.

1. Механічна обробка під зменшений розмір.
2. Нарощування діаметру нанесенням додаткового шару матеріалу та наступна механічна обробка в номінальний розмір. Найбільше поширення здобув метод осаджування хрому та настилювання.
3. Нарощування діаметру за рахунок товщини стінок за допомогою пластичного деформування з наступною механічною обробкою в номінальний розмір. При цьому виділяють холодний та високотемпературний режим обробки.

До першої підгрупи відносяться прошивка, протяжка та електрогідравлічна роздача. Роздача поршневих пальців в перших двох випадках відбувається за рахунок силової дії пуансону або протяжки. В третьому випадку силова, дія, яка викликає деформацію, утворюється за рахунок тиску рідини при електродуговому розряді та носить характер удару.

Другу підгрупу складають методи, при яких роздачі підлягають розігріті поршневі пальці. Гаряча прошивка являє собою продавлювання пуансона через деталь, попередньо нагріту до температури від 820 до 840°C. Метод розкачування ґрунтується на використанні силової дії оправки, що обертається, яка прижимається до стінки деталі. Роздача методом термопластичного деформування виконується за рахунок температурних напружень, які викликають залишкові деформації.

2.2.1 Механічна обробка під зменшений розмір

Механічна обробка спрацьованих поршневих пальців зводиться до чотирьох-п'яти кратного безцентрового шліфування та доводці або суперфінішуванню. Розмір, під який виконується перешліфовування, на 0,1...0,2 мм менше номінального діаметру. Вимоги до чистоти та точності обробки робочої поверхні залишаються такими ж як і при виготовленні нової деталі. До групи підготовчих операцій відносяться миття, візуальний вхідний контроль на відсутність сколів та тріщин та розбраковування деталей по величині спрацювань.

Перешліфовування поршневих пальців під зменшений розмір є найбільш простим способом відновлення. Всі види обробки, які виконуються в даному технологічному процесі, входять в склад любого технологічного процесу відновлення поршневих пальців. Проте не дивлячись на свою простоту даний метод не знайшов розповсюдження, так як для його введення необхідно розповсюдити систему ремонтних розмірів на всі деталі спряження – поршень, шатун та поршковий палець.

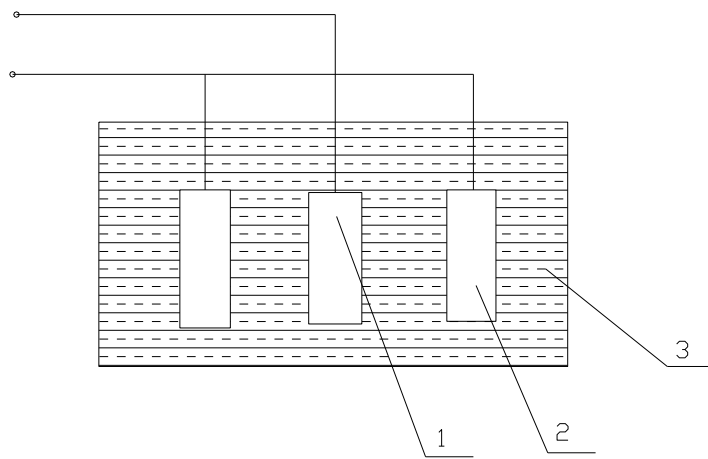
2.2.2 Нанесення шару металу та наступна обробка

Технологічні процеси даного виду характеризуються необхідністю ретельної та громіздкої підготовки поверхні, складністю, великою трудомісткістю та низькою швидкістю самих процесів нанесення осадку. Їм властиві велика кількість важко механізуємих операцій, в тому числі і контроль поверхні в кінцевій стадії технологічного процесу на відсутність тріщин.

Хромування.

Електрохімічне хромування проводиться переважно із розчину хромового ангідриду CrO_2 . Процес хромування складний та має високу трудомісткість. До числа підготовчих операцій відносяться очистка, мийка, розбраковування деталей і механічна обробка, яка виконується з метою вирівнювання поверхонь деталей, для надання їм шорсткості в межах 1,25...0,63 і відповідної однорідності поверхні, які необхідні для отримання якісного покриття. Далі виконується підготовка поверхні деталей до хромування, яка включає в себе більше десяти операцій. До них відносяться обезжирювання, нанесення захисного покриття на місця які не підлягають хромуванню, монтаж на підвіску, обезжирювання вінським вапном або його заміниками, промивка холодною водою та хімічне травлення з наступною промивкою гарячою та холодною водою. Для кожної операцій в технологічному процесі повинна бути передбачена окрема ванна, ємність якої визначається

кількістю одночасно обробляємих деталей.



1 – деталь, 2 – анод, 3 – ванна з електролітом

Рисунок 2.2 - Схема хромування

Швидкість осадження хрому дуже невелика і складає від 20 до 100мкм/год, в залежності від виду електроліту. По закінченні процесу хромування деталі промиваються в збірнику електроліту, а потім холодною та гарячою водою, після чого їх знімають з підвіски і піддають нейтралізації кальцинованою содою і потім знову промивають в холодній проточній та гарячій воді. Далі, для збільшення міцності при втомленні, за рахунок зниження водневої крихкості, рекомендується низькотемпературне відпускання з нагрівом деталі до температури від 150°C до 200°C та витримкою на протязі часу від 1,5 до 2 годин. Потім виконується контроль якості покриття та механічна обробка, аналогічна обробці під зменшений розмір.

До недоліків цього методу слід віднести складність приготування та корегування електролітів, високу трудомісткість очищення стічних вод та повітря при хромуванні, велика кількість операцій які потребують обов'язкового використання ручної праці і тому всі ці недоліки зумовлюють високу собівартість технологічного процесу відновлення.

Насталювання.

Процес відновлення поршневих пальців виконується за схемою, яка збігається зі схемою процесу хромування з тією різницею, що замість хрому для утворення осадку використовуються розчини заліза.

До підготовчих операцій окрім миття, дефектування, механічної обробки входять 15-16 операцій очистки поверхні деталі плюс 4-5 операцій по підготовці електроліту. Потім слідує операція осаджування заліза, яка протікає з максимальною швидкістю до 540 мкм/год. Вимоги до процесу осадження висуваються такі ж як і при хромуванні. Завершують процес 6-7 операцій промивки та нейтралізації, після чого виконується контроль поверхні та механічна обробка.

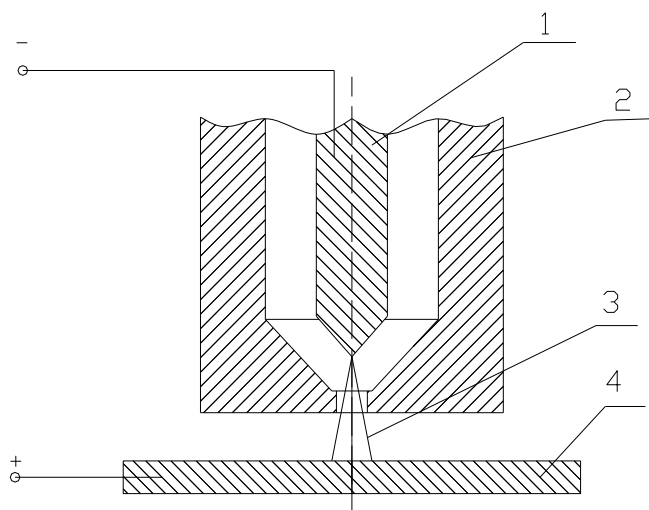
Таким чином технологічний процес відновлення поршневих пальців залізненням та хромуванням характеризується великою складністю та трудомісткістю, часом виконання операцій відновлення та підготовчих операцій, використанням складного та крупногабаритного обладнання, високою складністю механізації технологічного процесу.

Вищевказані недоліки не дали змоги застосувати метод гальванопокриття для відновлення поршневих пальців.

Плазмове наплавлення. Відновлення поршневих пальців методом плазмового наплавлення твердих сплавів досліджувався неодноразово. Суть процесу полягає в тому, що на попередньо механічно оброблену поверхню наплавляється сплав сормайт при наступних режимах: напруга 40В, сила струму – 180А, крок наплавлення – 1,5мм, швидкість наплавлення – 18м/хв, товщина наплавленого шару від 1,1 до 1,3мм, використання аргону – 27л/хв.

Шліфуванням та суперфінішуванням відновлені поршневі пальці доводять до номінального розміру.

Широкого практичного застосування даний метод не знайшов через високу трудомісткість та високу собівартість відновлення. Схема методу приведена на рисунку 2.3.



1– вольфрамовий електрод; 2 – охолоджуваний водою анод; 3 – дуга; 4 – деталь

Рисунок 2.3 - Схема плазмового наплавлення

2.2.3 Холодне пластичне деформування

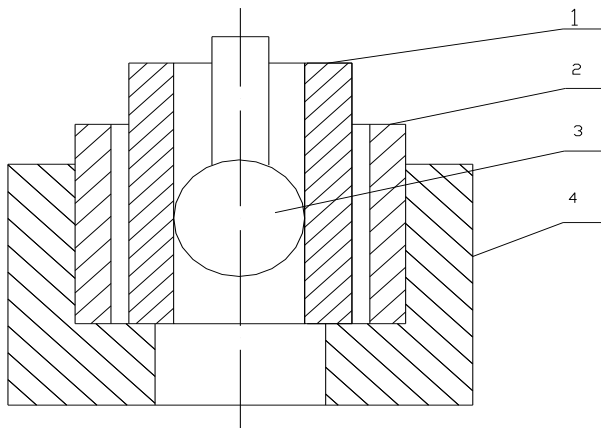
Для технологічних процесів відновлення на основі холодного пластичного деформування в цілому характерна велика кількість перевалочних операцій, зумовлених необхідністю перебування в печах термічної обробки та складування деталей між операціями, великий час операцій термообробки та енергоємність роздачі, а також висока схильність до тріщиноутворення металу, яка є результатом короткочасної дії на деталь значних за величиною навантажень.

Прошивка.

Суть цього способу відновлення поршневих пальців полягає в прошовхуванні через отвір в них під пресом конусних або кулькових пуансонів, та наступній механічній обробці рис.2.4.

Для зменшення сил опору прошовхуванню пуансонів, в зону тертя пуансону з поверхнею поршневого пальця подається мастило. Перед виконанням процесу прошивки деталі відпалюють в печах та сортують по внутрішньому діаметру на три групи з інтервалом 0,3 мм. Роздача виконується на гідравлічних або фрикційних пресах з зусиллям від 40 до 60 тон. Для кожної групи поршневих пальців

передбачено використання трьох пуансонів, які відрізняються за діаметром калібруючої частини на 0,2...0,4мм. Після кожного проходу виконується 100% перевірка діаметра зовнішньої поверхні, та черговому проходу підлягають лише ті деталі, у яких припуск на механічну обробку, який отримується в процесі роздачі знаходиться в межах менш ніж 0,2мм. Процес прошивки супроводжується також і повздовжньою усадкою і після роздачі поршневі пальці контролюються не лише по зовнішньому діаметру, але й по довжині.



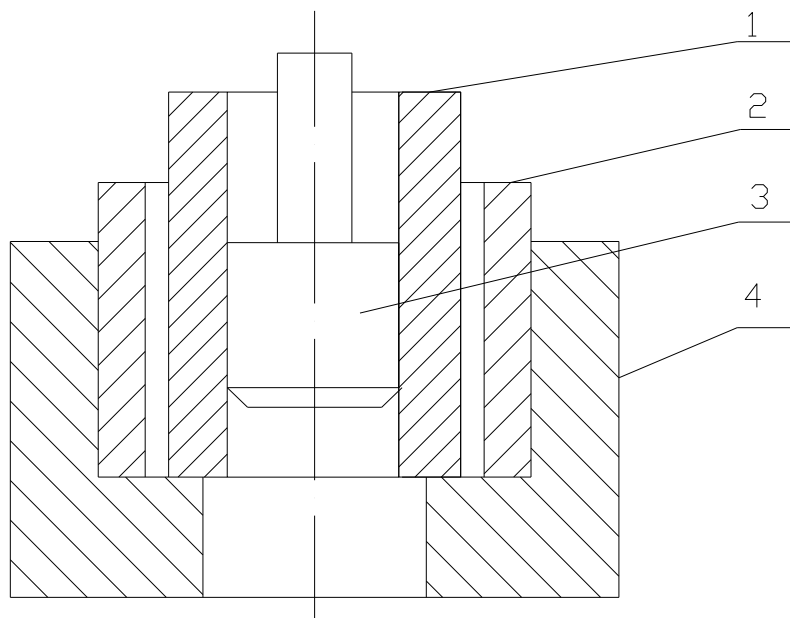
1 – палець; 2 – матриця; 3 – прошиваюча куляка; 4 – основа матриці

Рисунок 2.4 - Схема прошивання

Наступна термообробка виконується за двома варіантами. Всі поршневі пальці піддаються об'ємному загартовуванню при температурі від 790°C до 820°C та відпусканню при температурі від 200°C до 220°C. Після вказаних операцій слід виконувати 100% контроль на твердість. Поршневі пальці з твердістю HRC менше 56 піддаються додатково цементації при температурі від 900°C до 940°C на протязі від 3 до 7 годин, а потім повторному загартовуванню та відпусканню.

Таким чином описаний технологічний процес окрім механічної обробки повністю аналогічний обробці під зменшений розмір, містить від трьох до шести трудомістких операцій термічної обробки, від 4 до 6 контрольних операцій, включаючи магнітну дефектоскопію та до десяти перевалочних операцій.

Протяжка. Технологічний процес відновлення поршневих пальців з використанням протяжки відрізняється від попереднього технологічного процесу тим, що операція роздачі виконується потягуванням дорнуючого інструменту на двадцятитонних протяжних верстатах рис.2.5.



1 – поршень; 2 – матриця; 3 – дорн; 4 – основа матриці

Рисунок 2.5 - Схема протягування

Така роздача призводить до незначного зниження тріщиноутворення, так як динаміка процесу та прикладені зусилля нижчі ніж при прошивці.

Деформація з ультразвуком

Для усунення недоліку утворення тріщиноутворення при виконанні технологічних процесів холодного деформування пропонується створювати ультразвукові коливання деталі. Це дозволяє підвищити швидкість проходження операцій протягування. При цьому при опроміненні металу ультразвуком в процесі деформації помітно знижується напруження плинності і тим самим зменшується необхідне деформуюче зусилля та робота деформації. Ультразвук впливає на механічні властивості та механізм пластичної деформації металів та сплавів, викликає акустичне зміцнення. При цьому змінюється ефективність мастил, контактне тертя. Вплив ультразвуку при деформації викликає складний процес, який включає в себе як накладення статичних динамічних навантажень, так і поглинання ультразвукової енергії.

Розповсюдження цього методу стримується високою складністю використовуваного обладнання та технологічного процесу.

Електрогідравлічний удар

Електрогідравлічний ефект являє собою перетворення енергії електричного розряду в механічну роботу без проміжних ланок.

Суть цього ефекту полягає в утворенні всередині об'єму рідини спеціально сформованого електричного розряду, в зоні якого розвивається високий гідравлічний тиск, який, діючи на стінки деталі зсередини, роздає поршневий палець по зовнішньому діаметру. Залишкова деформація дозволяє отримати приріст діаметрів робочих поверхонь деталей в межах від 0,12 до 0,20мм. Роздача виконується на спеціальних автоматизованих установках.

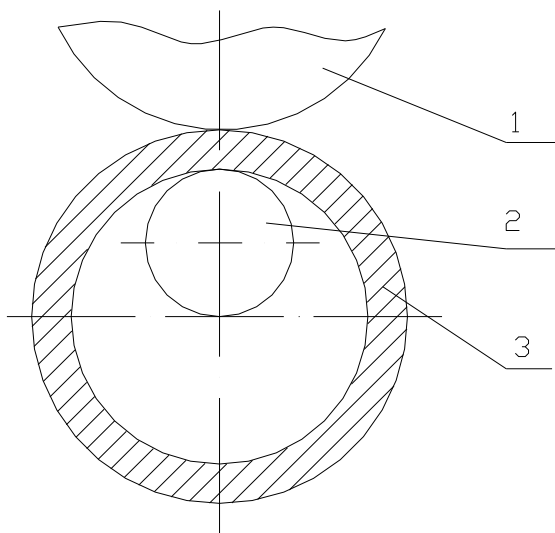
В найбільш раціональних режимах роздача виконується в два етапи, між якими

деталям дається витримка на протязі від 2 до 3 діб. Перерозподіл внутрішніх напружень, який викликаний виникненням пластичної деформації, призводить до зниження на 1...2 одиниці HRC твердості зовнішньої поверхні та одночасному підвищенню на 2...3од. HRC твердості внутрішньої поверхні деталі. Оптимальними параметрами операції електрогідравлічного удару вважаються: ємність батарей конденсатора – 6мкф, напруга розрядного контуру – 37 кВ, матеріал провідника – проволочка алюмінієва діаметром 0,7мм, матеріал вибухового патрону – поліетилен марки ПЕВ-500, передаюче робоче середовище – технічна вода.

Повний технологічний процес на основі електрогідравлічного удару, окрім операцій механічної обробки, двічі включає в себе роздачу, в состав якої входить 12 операцій, та технологічний процес виготовлення ізоляційного патрону із шести операцій. Окрім того наявність у поршневих пальців цементованого шару потребує відпалювання поршневих пальців перед відновлюванням, та наступного загартовування.

Гідророзкочування

При роздачі поршневих пальців за допомогою гідророзкочування деталей, що обробляється, на спеціальній установці нагрівається струмами високої частоти до температури від 850°C до 900°C. Потім у отвір деталі вводиться охолоджуєма водою оправка, а до зовнішньої поверхні за допомогою навантажуючого пристрою притискається ролик рис. 2.6. Оправці та ролику надається обертальний рух. В процесі розкочування за рахунок зменшення товщини стінки збільшується розмір поршневого пальця по зовнішньому діаметру. По закінченні розкочування, без попереднього нагріву, виконується загартовування поршневого пальця. При цьому нетривалий час впливу на деталь високих температур значно знижує можливість зменшення вмісту вуглецю в цементованому шарі. Гідророзкочування супроводжується найменшою кількістю тріщин, в порівнянні з іншими способами роздачі. Проте прогин оправки та нерівномірність прикладання зусиль в процесі гідророзкочування ускладнює отримання правильної циліндричної форми при одночасному утворенні значної різниці та нестабільності довжини відновлених поршневих пальців. Розсіювання всіх геометричних параметрів відновленої поверхні на порядок вище ніж в усіх інших способах відновлення. Це призводить до високого проценту браку.



1 – натискний ролик; 2 – опорний ролик; 3 – поршневий палець

Рисунок 2.6 - Схема гідро розкочування

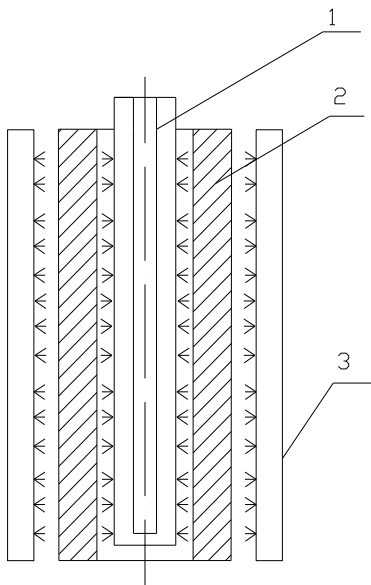
Гаряча прошивка.

Спосіб прошивки з нагрівом струмами високої частоти полягає в продавлюванні пуансона крізь отвір деталі після її попереднього розігріву до температури від 820 до 840°C, при цьому прошивка суміщається з загартовуванням за один нагрів. За такою схемою технологічний штучний час на прошивку не перевищує 2 хвилин рис. 2.7. Наступними операціями виконується низьке відпускання та механічна обробка.

Вагомою перевагою цього способу порівняно з холодною прошивкою є різке зниження тенденції до тріщиноутворення. Гаряча прошивка проводиться з більшими натягами ніж холодна, і тому число проходів зменшується до одного - двох. При гарячому протягуванні знижуються енерговитрати через зменшення необхідних для протягування зусиль. Проте необхідні попереднє сортування поршневих пальців по внутрішньому діаметру перед прошивкою та контрольна операція магнітної дефектоскопії.

Гідротермічне деформування.

Спосіб відновлення поршневих пальців з нагрівом струмами високої частоти з послідовним охолодженням з початку внутрішньої поверхні, а потім зовнішньої. При цьому виникає різниця швидкостей охолодження внутрішніх і зовнішніх шарів, забезпечується збільшення зовнішнього діаметру поршневого пальця за рахунок фіксації об'ємного розширення металу, отриманого при нагріванні.



1 – внутрішній спрей; 2 – поршковий палець; 3 – зовнішній спрей

Рисунок 2.7 - Схема гідротермічного деформування

Недоліки цього способу полягають в нерівномірності приросту діаметру пальця по довжині твірної, тобто появи дефекту “корсетоподібності”, що призводить до появи чорновин при наступній механічній обробці, наявність значної кількості залишкового аустеніту в цементованому шарі, зменшення вмісту вуглецю в поверхневому цементованому шарі, наявність окалини, значна енергоємність процесу.

2.2.4 Гаряче пластичне деформування

Відновлення деталей пластичним деформуванням засновано на використанні запасу металу деталі і його пластичних властивостей. Під пластичністю металу розуміється такий його стан, при якому метал під дією навантаження здатний деформуватися - змінювати форму, розміри без порушення його цілісності.

Обробка металів пластичним деформуванням викликає не тільки зміну форми і розмірів деталей, але і впливає на її механічні властивості і структуру металу. Це визначається поруч специфічних явищ пластичного деформування, що відбуваються в металі в процесі, і температури металу.

Пластична деформація виникає при напрузі вище межі пружності. Пластична деформація у відмінності від пружної деформації не пропорційна росту напруги, а збільшується швидше чим ростуть напруги. Пластична деформація кристалічних тіл проявляється в результаті зсуву атомних шарів по площинах ковзання (зрушення) унаслідок дії зовнішніх сил. Чим більше площин зрушення в деталей металу, тим він пластичніше.

При пластичній деформації відбувається переміщення однієї частини кристалів стосовно іншої по площині найбільш легкого зрушення. У результаті зрушень розташування атомів у кристалічних ґратах міняється, відбувається перекручування кристалів, причому цілісність кристалів при цьому не порушується.

Унаслідок зрушення при пластичному деформуванні, між двома частинами кристала, що зрушилися, утвориться шар металу з перекрученими кристалічними решітками.

Крім зрушень, пластична деформація може відбуватися шляхом повторення, при якому зрушена частина кристала займає симетричне положення щодо іншої його частини.

У відмінності від пружної деформації, яка утворюється нормальними напругами (напруги діють перпендикулярно до площини), пластична деформація зобов'язана дії дотичних напружень (напруги, що діють на самій площині).

Обробка тиском (пластична деформація), що протікає при температурі вище температури рекристалізації, при якій метал має структуру без слідів зміцнення, називається гарячою обробкою.

На пластичність металу в процесі пластичного деформування крім температури великий вплив роблять схема пластичного деформування й і швидкість деформування. Для збільшення пластичності металу й усунення можливості наклепу при гарячій пластичній деформації температура нагрівання повинна бути значно більше, ніж мінімальна температура рекристалізації. Крім того, при високих температурах нагрівання вимагаються менші зусилля на деформацію і зменшується небезпека появи тріщин при деформації.

При гарячій пластичній деформації велике значення на механічні властивості деталі робить температура початку і кінця обробки тобто температурний інтервал, що залежить від хімічного складу металу. Температура початку обробки (максимальна температура нагрівання) не повинна викликати перепікання чи перегріву металу. Закінчення обробки також повинне бути при визначеній оптимальній температурі, тому що гаряча обробка тиском при низьких температурах може привести до зміцнення утворення тріщин. Як правило початок гарячого пластичного деформування виробляється при температурі 1200...1150

град., а закінчення не нижче 800...850 град.

При відновленні деталей пластичним деформуванням швидкість нагрівання має особливо важливе значення, оскільки важливо уникнути при нагріванні вигорання легуючих елементів і не допустити росту зерна. Тому необхідно максимально збільшити швидкість нагрівання деталі і вести нагрівши, по можливості в захисному чи нейтральному середовищі.

У залежності від напрямку дії зовнішніх сил і необхідної деформації розрізняють наступні технологічні прийоми ремонту деталей машин тиском: осаду, роздачу, удавлення, обтиснення, витяжка, виправлення, накатка і механічне поверхневе зміцнення.

Для відновлення вала проміжного, що має внутрішню порожнину найбільш прийнятним є роздача. Роздача застосовується при зносі по зовнішній циліндричній поверхні, при зносі інших поверхонь сполучення і, зокрема, шліцьових поверхонь.

Сутність способу відновлення поршневого пальця гарячим пластичним деформуванням (ГПД) полягає у швидкісному нагріванні вала в соляній печі на протязі 2,0...2,5 хв., переміщенні пальця в штамп і роздачі в штампі двома пуансонами.

До переваги способу ГПД варто віднести те, що відновлюється деталь за рахунок перерозподілу запасу металу самої деталі. Відсутність зон зварювання і термічного впливу, що притаманне при відновленні деталей різними видами наплавлень, а також ущільнення і поліпшення мікроструктури металу приводить до підвищення надійності відновлення цим способом деталі на 15...20 % навіть у порівнянні з новою.

Наступною перевагою способу ГПД є той факт, що практично за одну операцію вдається відновити всі без винятку зношені поверхні пальця.

Після ГПД деталь піддається повільному охолодженню, щоб уникнути утворення гартівних структур з наступною механічною обробкою. Об'єм механічної обробки часто знижується в порівнянні з заводською технологією, оскільки при пластичному деформуванні поковка максимально наближається до форми деталі.

2.3 Вибір оптимального методу відновлення поршневого пальця

Поршневий палець є дуже точним і високонавантаженим механізмом. Тому параметри деталей, які відновлюються по своїх параметрах повинні відповідати технічним вимогам. Через це до вибору технології відновлення поршневого пальця пред'являються особливі вимоги. Тут для вибору раціонального способу відновлення буде використана методика запропонована В.М. Шадрічевим .

Раціональний спосіб відновлення деталі визначають використовуючи наступні критерії:

Кт - критерій придатності;

Кд - критерій довговічності;

Кеф - критерій ефективності;

Перший критерій придатності дозволяє з усього різноманіття способів відновлення залишити (як правило 2...5 способів) застосування, які найбільш вірогідні із технічної точки зору.

Якщо одна з характеристик деталі, яка відновлюється не відповідає технологічним можливостям вибираючого способу, то він не може бути

застосований, оскільки в цьому випадку $K_t = 0$. Якщо технічні характеристики деталі що відновлюється не виключають можливості його застосування і до того ж є позитивний виробничий і експлуатаційний досвід його використання, то $K_t = 1$. Якщо придатність і непридатність способу мають рівну імовірність, чисельне значення $K_t = 0.5$.

Другий критерій - критерій довговічності залежить від трьох наступних коефіцієнтів [2]:

- K_z - коефіцієнт зносостійкості;
- K_v - коефіцієнт витривалості ;
- $K_{зч}$ - коефіцієнт зчепленості.

Чисельні значення критерію довговічності приведені в табл. 5 [2]. Найважливішим критерієм, що визначає вибір способу є критерії продуктивності і техніко-економічної ефективності. Значення цих коефіцієнтів для відомих способів відновлення приведені в табл. 5 [2].

З усього різноманіття способів вибираємо спочатку декілька, що могли б конкурувати один з одним за критерієм придатності. З табл.5 [2] вибираємо наступні способи відновлення:

1. Гарячим пластичним деформуванням (ГПД).
2. Желізнення (Ж)
2. Електромеханічне обробка (ЕМО)
4. Контактна наварка стрічки (КНС)
5. Спосіб ремонтних розмірів (РР)

Для вибору найбільш раціонального способу відновлення поступимо наступним способом. Керуючись методичними вказівками [2] для кожного способу вибираємо коефіцієнт, який чисельно характеризує якість відновлення поверхні і техніко-економічну ефективність. Добуток цих коефіцієнтів назвемо інтегральним коефіцієнтом за значеннями яких і будемо визначати доцільність того чи іншого способу для відновлення деталі.

Аналізуючи дані, приведені в табл. 2.2 бачимо, що найбільш високі показники має спосіб ремонтних розмірів $K_{пр} = 2,5$, але недостатньо високий коефіцієнт застосування і довговічності приводить до того, що якості способу відновлення буде вибраний спосіб відновлення деталі гарячим пластинчастим деформуванням.

Таблиця 2.2 Значення критеріїв для вибору способу відновлення поршньового пальця

Найменування способу	Коефіцієнт застосування K_t	Коефіцієнт довговічності K_d	Коефіцієнт продуктивності $K_{пр}$	Коефіцієнт техніко-економічної ефективності $K_{еф}$	Інтегральний коефіцієнт
РР	0,9	0,90	2,5	0,875	1,177
ГПД	1,0	1,2	2,4	0,845	2,43
Ж	0,85	0,95	1,8	0,637	0,93
ЕМО	0,85	0,85	1,35	0,42	0,41

До переваг способу гарячого пластичного деформування варто віднести можливість відновити деталь за рахунок використання металу самого пальця. При цьому збільшується внутрішній отвір пальця. Крім цього впливає слід зазначити

той факт, що за допомогою зазначеного способу представляється можливість збільшити зовнішній діаметр поршневого пальця, що дозволить відновлювати сполучення палець – шатун – поршень.

2.4 Аналіз базового технологічного процесу відновлення поршневих пальців. Обґрунтування і вибір раціонального способу відновлення

На ТОВ «Завод «Дзеркальник»» м. Кривницький запущена в експлуатацію поточна механізована лінія відновлення поршневих пальців дизельних двигунів з проектною потужністю 6000шт.

Зі складу деталі подаються до мийних машин, де вони промиваються розчином Лабоміда-101, після чого поступають на дефектацію. Далі поршневі пальці, що підлягають відновленню. Після токарної обробки деталь потрапляє на лінію по наварюванню. Після наварювання проводять грубе шліфування зі зняттям від 0,02 до 0,22 мм поверхневого шару, після чого на твердомірах типу ТР проводять 100% контроль на твердість. Далі виконують шліфування торців, для цього деталі монтують групами по 30-50шт. в касети. Проводять шліфування і полірування зовнішніх фасок, шліфування зовнішньої поверхні в розмір, доводять зовнішній діаметр до номінального. Операції контролю, консервації, упаковки є завершальними. Після цього відновлені деталі поступають на склад готової продукції.

2.5 Розробка структурної послідовності пропонованого технологічного процесу відновлення поршневих пальців

Розробка структурної послідовності є важливим етапом проектування технологічного процесу. Від правильності вибору послідовності технологічних операцій залежить не тільки економічність і скорочення часу циклу, а й можливість дотримання технічних умов на відновлення деталі.

Технологічний процес відновлення повинен забезпечити правильне і повне використання технічних можливостей ремонтпридатних деталей, технологічного обладнання, інструменту і робочого часу. Структурна послідовність операцій технологічного процесу по запропонованому методу відновлення поршневих пальців двигуна СМД-60 наведена в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2. Технологічний процес відновлення поршневих пальців дизельного двигуна автомобіля СМД-60

№ опер а-ції	№ пере-ходу	Найменування операції	Виконання операції
1	2	3	4
005		Мийна	Очистити деталь від бруду
010		Дефектувальна	Визначити придатність поршневого пальця для відновлення

015		Штампувальна	Нагріти палець до температури 1200 град. С. Помістити деталь у штамп, штампувати палець роздачею пуансоном витримавши розмір з 44,997 до $45,1^{+0,07}_{-0,12}$ мм
020		Шліфувальна	Шліфувати зовнішній діаметр поршневого пальця з $45,1^{+0,07}_{-0,12}$ до $45,035_{-0,017}$ мм.
025	1	Шліфувальна	Шліфувати торець поршневого пальця
	2		Шліфувати торець поршневого пальця та витримати розмір по довжині $110_{-1,5}$ мм
030	1	Шліфувальна	Зняти зовнішню фаску $2 \times 45^\circ$
	2		Зняти зовнішню фаску $2 \times 45^\circ$
035	1	Зенкерувальна	Зняти внутрішню фаску $2 \times 45^\circ$
	2		Зняти внутрішню фаску $2 \times 45^\circ$

Подовження таблиці 2.2

1	2	3	4
040		Полірувальна	Полірувати зовнішню фаску
045		Шліфувальна	Шліфувати зовнішній діаметр поршневого пальця з $45,035_{-0,017}$ до $45,02_{-0,01}$ мм.
050		Шліфувальна	Шліфувати зовнішній діаметр поршневого пальця з $45,02_{-0,01}$ до $45,01_{-0,01}$ мм.
055		Доводочна	Довести зовнішню поверхню поршневого пальця по групам з діаметру $45,01_{-0,01}$ мм в розмір: $45^{+0,005}_{-0,010}$ мм; $45^{+0,010}_{-0,015}$ мм.
060		Контрольно-маркувальна	Контролювати розмір поршневого пальця та маркувати згідно з розмірно-ваговою групою
065		Консервувальна	Покрити поршневий палець антикорозійним покриттям
070		Пакувальна	Пакувати поршневі пальці

2.6 Обґрунтування і вибір технологічного обладнання, ріжучого, вимірювального, контрольного інструменту і ремонтних матеріалів

Обґрунтований вибір обладнання і інструменту – основа раціональності і економічності процесу відновлення деталей. В умовах ремонтних підприємств вигідним є універсальне обладнання, яке дозволяє виконувати велику кількість операцій. Виходячи з умов технологічного процесу та економічності вибираємо обладнання, ріжучий та вимірювальний інструмент за допомогою яких можливе виконання всіх необхідних операцій. Данні по вибраному обладнанню, інструментам та матеріалам наведено в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4. Перелік технологічного обладнання і інструменту для відновлення поршневих пальців двигуна СМД-60

№	Найменування операції	Назва обладнання, тип і технічна характеристика	Назва, марка, ГОСТ різального інструменту, матеріалу	Назва та ГОСТ контрольно-вимірювальних інструментів
1	2	3	4	5
005	Мийна	Мийна машина ОМ-6083, кран підвісний одnobалковий ГОСТ 7890-72	15...20% розчин "Лабомід-101"	

Подовження таблиці 2.4

1	2	3	4	5
010	Дефектувальна	Стіл ЗП-1497		Пробка 70-8141-1010 Скоба 70-8101-1032 Мікрокатор 05-4ГП ГОСТ 6933-72 Стійка С-І-28 100×40 ГОСТ 10197-78
015	Штампувальна	Електропіч соляна ($\text{BaCl}_2 + \text{NaCl}$) СВС - 35/135. Розмір дзеркала ванни 600 х 400 N = 35 кВт; Габарити 1.5 х 1.2 м ² . Пресс гідравлічний П - 474 А Зусилля P = 1000 кН, N = 7.5 кВт Швидкість роб. ходу $V_p=7$ мм/с Швидкість холостого ходу $V_t=150$ мм/с Габарити 1.5 х 1.0 м ² .	Штамп спеціальний закритого типу	Штангенциркуль ШЦ-І-125 - 0.1 ГОСТ 166 – 80.
020	Шліфувальна	Безцентровий шліфувальний верстат 3А-184 (3500×2200)	Круг шліфувальний ПП-500×550×305	Скоба 70-8113-1070-01

			24А 40ПС 1,7к5 ГОСТ 2424-75 Охолоджуюча рідина 1,5% розчину кальцинованої соди ГОСТ 51000-73	
025	Шліфування торців	Плоскошліфувальний верстат 3Б-721 (3460×2080). Пристосування ПШТ-30	Круг шліфувальне ПП-450×63×280 24А, 50ПСМ 7к5, 30 м/с 1кЛА, ГОСТ 2424-75	Скоба 70-8100-1002. Пристосування для контролю биття ППБ-70-8731-1058

Подовження таблиці 2.4

1	2	3	4	5
030	Шліфування зовнішніх фасок	Обдирально-шліфувальний верстат ТШН-400 (3500×2200) Пристосування ПШФ	Коло шліфувальне ПП 400×32× 203 24А, 40ПМ 17к5, 30м/с 1кЛА ГОСТ 2424-75	
035	Зенкування внутрішньої фаски	Пристосування для зняття внутрішньої фаски ПЗФ-70-7609-1001	Зенкер ПЗФ-22ХО	Штангенциркуль ШЦ 1-01-125 ГОСТ 166-75
040	Полірувальна	Пристосування ППФ –70-7605-1002	Алмазне шліфування	
045	Шліфувальна	Безцентровий шліфувальний верстат 3А-184 (3500×2200)	Шліфувальне коло ПП500×550×305 24А6 ПС 17к5 30 м/с 1кЛА ГОСТ 2424-75	Профілограф Б-Ш-3 ГОСТ 19300-80 Скоба 8113-1030-04
050	Шліфувальна	Безцентровий шліфувальний верстат 3А-184 (3500×2200)	Шліфувальне коло ПП500×550×305 24А6 ПС 17к5	Профілограф Б-Ш-3 ГОСТ 19300-80

			30 м/с 1кЛА ГОСТ 2424-75	Скоба 8113-1030-04
055	Доводочна	Безцентровий шліфувальний верстат 3Ш-184Д (3500×2200)	Шліфувальне коло ПП 500×550× 305 24А6 ПС17к5 30 м/с 1кЛА ГОСТ 2424-75	Профілограф Б-Ш-3 ГОСТ 19300-80 Скоба 70-8113-1030-04
060	Обтиральна		Марля побутова ГОСТ 11109-64	
065	Маркувальна	Стіл ЗП-1497	Темпель ЗП-1497 Пензель КФК-6 ГОСТ 10597-70 Фарба ТУ-6-10-1162-71	

Подовження таблиці 2.4

1	2	3	4	5
070	Консервувальна	Ванна для розчину 70-7888-3074 Ванна з підігрівом розчину 70-7888-76 Стіл для стікання розчину	Розчин “Лабомід – 201” Розчин нітрату натрію	
075	Пакувальна	Стіл для пакування 70-7077-1001	Папір парафінований	

2.7 Розрахунок та вибір режимів виконання технологічних операцій

Операція 005 Мийна.

В мийну машину ОМ-6083 завантажують 4 корзини, в кожну з яких укладають по 100 поршневих пальців. Для миття рекомендується використовувати 15% розчин “Лабомід – 101” нагрітий до температури від 75 до 85°C. Мийну операцію проводять на протязі 30 хвилин.

Операція 010. Дефектувальна.

Процес дефектації проводять за допомогою спеціальних вимірювальних інструментів до повного визначення дефектів деталі за технологічною картою дефектації.

Операція 015. Штампування.

Поршневий палець встановлюють в пристосування для нагріву у соляній печі і виконують нагрів поршневого пальця до температури 1200 град °С.

Режими нагріву.

Приймаємо час нагріву – 12с

Визначаємо ККД установки.

Відношення довжини поршневого пальця до площини поперечного перерізу

$$\frac{l_2}{S_2} = \frac{l_2}{\frac{\pi(D_2^2 - d_2^2)}{4}} = \frac{110}{\frac{3,14(45^2 - 25^2)}{4}} = 0,1,$$

де D_2 , d_2 , l_2 та S_2 – відповідно зовнішній, внутрішній діаметр, довжина та площа поперечного перерізу поршневого пальця.

Згідно з рис.41 [17] ККД установки $\eta_e = 0,72$.

Визначаємо електричний опір поршневого пальця.

Активний електричний опір

$$r_2 = \frac{0,9 \cdot l_2 \cdot 10^{-4} \sqrt{\mu \cdot \rho_2 \cdot f}}{S_2} = \frac{0,9 \cdot 11 \cdot 10^{-4} \sqrt{2150 \cdot 70 \cdot 10^{-6} \cdot 50}}{10,996} = 2,46 \cdot 10^{-4} \text{ Ом},$$

де μ - магнітна проникність матеріалу поршневого пальця, $\mu = 2150$;

ρ_2 – питомий електричний опір поршневого пальця, $\rho_2 = 70 \cdot 10^{-6} \text{ Ом} \cdot \text{см}$;

f – частота струму, $f = 50 \text{ Гц}$.

Реактивний електричний опір

$$X_2 = 0,54 \frac{l_2}{S_2} 10^{-4} \sqrt{\mu \cdot \rho_2 \cdot f} = 0,54 \frac{11}{10,996} \cdot 10^{-4} \sqrt{2150 \cdot 70 \cdot 10^{-6} \cdot 50} = 1,48 \cdot 10^{-4} \text{ Ом}.$$

Повний опір

$$Z_2 = \sqrt{r_2^2 + X_2^2} = \sqrt{(2,46 \cdot 10^{-4})^2 + (1,48 \cdot 10^{-4})^2} = 2,87 \cdot 10^{-4} \text{ Ом}.$$

Активна потужність установки

$$P_2 = \frac{c G_2 \Delta t}{\eta_t \cdot \tau} = \frac{0,461 \cdot 10^3 \cdot 0,95 \cdot 800}{0,73 \cdot 12} = 39995 \text{ Вт} \approx 40 \text{ кВт}$$

де c – теплоємність матеріалу з якого виготовлено поршневий палець, $c = 0,461 \text{ кДж/(кг} \cdot \text{град)}$;

G_2 – маса нагріваємого матеріалу, кг.

Коефіцієнт зміщення напруги

$$\cos \varphi_2 = \frac{r_2}{z_2} = \frac{2.46 \cdot 10^{-4}}{2.87 \cdot 10^{-4}} = 0.857.$$

Повна потужність установки

$$P_{2s} = \frac{P_2}{\cos \varphi_2} = \frac{39995}{0.857} = 46668.6 \text{ Вт} \approx 47 \text{ кВт}.$$

Напруга між електродами пристосування

$$u_2 = Z_2 \sqrt{\frac{P_2}{r_2}} = 2.87 \cdot 10^{-4} \sqrt{\frac{39995}{2.46 \cdot 10^{-4}}} = 3.66 \text{ В}.$$

Необхідний електричний струм

$$I_2 = \frac{u_2}{Z_2} = \frac{3.66}{2.87 \cdot 10^{-4}} = 12752.6 \text{ А}.$$

Операція 020. Шліфувальна.

Припуск на шліфування

$$h = \frac{D - d}{2};$$

де D – початковий діаметр оброблюємої поверхні;

d – кінцевий діаметр оброблюємої поверхні

$$h = \frac{45.1 - 45.035}{2} = 0.0325 \text{ мм}.$$

Глибину обробки при чорновому шліфуванні приймаємо в межах від 0,02 до 0,04 мм.

Величину поперечної подачі шліфувального кола визначаємо за формулою 84 [16]

$$t = S = 0.03 \text{ мм}.$$

Число проходів визначаємо за формулою 19 [16]

$$i = \frac{h}{t} = \frac{0.0325}{0.03} = 1.$$

Колову швидкість різання обираємо за таблицею 88 [16]

$$V = 14 \text{ м/хв}.$$

Число обертів деталі визначаємо за формулою 22 [16]

$$n = \frac{318 \cdot V}{d} = \frac{318 \cdot 14}{45.1} = 98.7 \text{ об/хв},$$

приймаємо $n = 150 \text{ об/хв}$.

Виконуємо перерахунок швидкості різання у відповідності з прийнятою

частотою обертання деталі за формулою 23[16]

$$V = \frac{n \cdot d}{318} = \frac{150 \cdot 45,1}{318} = 21 \text{ м/хв.}$$

Частоту обертання шліфувального кола приймаємо, згідно з технічними даними верстата рівною 1300 об/хв.

Розрахунок по інших операціям шліфування циліндричних поверхонь виконуємо аналогічно та результати заносимо в таблицю 2.5.

Таблиця 2.5. Режими виконання технологічних операцій зовнішнього круглого шліфування

Операція	Діаметр		Припуск на шліфування h, мм	Поперечна подача t, мм	Число проходів, і	Частота обертання шліфувального круга, n _к об/хв	Швидкість різання V, мм/хв		Частота обертання деталі, n, об/хв	
	Початковий D, мм	Кінцевий d, мм					вихідна	уточнена	Розрахункова	прийнята
020	45,100	45,035	0,0325	0,0300	1	1300	14	21	98,7	150
045	45,035	45,020	0,0075	0,0075	1	1337	14	21	98,9	150
050	45,020	45,010	0,0050	0,0050	1	1337	14	21	98,9	150
055	45,010	45,000	0,0050	0,0050	1	1920	14	21	98	150

Операція 025 Шліфувальна.

Припуск на шліфування торців поршневого пальця, визначаємо за формулою 18 [16]

$$h = \frac{L - l}{2} = \frac{110,8 - 110}{2} = 0,04 \text{ мм,}$$

де L та l – відповідно початкова та кінцева довжина поршневого пальця, мм.

Глибину обробки при шліфуванні приймаємо в межах від 0,02 до 0,04 мм.

Величину поперечної подачі визначаємо за формулою 84 [16]

$$t = S = 0,04 \text{ мм.}$$

Кількість проходів визначаємо за формулою 19[16]

$$i = \frac{h}{t} = \frac{0,04}{0,04} = 1.$$

Повздовжню подачу визначаємо за таблицею 85[16]

$$S_n = 0,35 \text{ мм/об.}$$

Частота обертів шліфувального круга за технічними даними верстату n=1460 об/хв.

Операція 030. Шліфувальна.

За допомогою пристосування здійснюється зняття зовнішньої фаски на поршковому пальці 2×45° з обох боків поршневого пальця. Частоту обертання шліфувального круга за технічними даними верстату приймаємо n=1440 об/хв.

Подача поршневого пальця здійснюється вручну.

Операція 035. Зенкерувальна

За допомогою пристосування здійснюється зняття внутрішньої фаски $2 \times 45^\circ$ з обох торців поршневого пальця. Частота обертання зенкера відповідає частоті обертання ротору електродвигуна і дорівнює 1440 об/хв. подача поршневого пальця здійснюється вручну.

Операція 040. Полірувальна.

За допомогою пристосування здійснюємо полірування зовнішньої фаски поршневого пальця з обох торців. Частота обертання шліфувального круга відповідає частоті обертання ротора електродвигуна і становить 1500 об/хв. подачу поршневого пальця виконують вручну.

Виконання операцій 060, 065, 070, 075 здійснюється вручну за допомогою пристосувань та матеріалами які наведені в таблиці 2.4.

2.8 Нормування часу виконання технологічних операцій відновлення

Операція 005. Мийна.

Основний час знаходимо за формулою

$$T_o = \frac{t_m}{n_{шт}} = \frac{30}{4669} = 0,006 \text{ хв},$$

де t_m – час миття партії деталей, $t_m=30$ хв;

$n_{шт}$ – кількість деталей в партії, визначаємо за формулою

$$n_{шт} = \frac{N \cdot a}{F} = \frac{300000 \cdot 4}{257} = 4669 \text{ дет},$$

N – річна програма випуску деталей, шт;

a – кількість днів, на які необхідно мати запас деталей, $a=4$ дні;

F – кількість робочих днів в році.

За таблицею 91 [16] приймаємо загальний допоміжний час:

$$T_d = 1,1 \text{ хв}.$$

Додатковий час визначаємо за формулою 3 [16]

$$T_{дод} = \frac{T_{оп} \cdot k}{100} = \frac{1,106 \cdot 2}{100} = 0,022 \text{ хв}$$

де k – відсоткове відношення додаткового часу до оперативного, визначають за таблицею 7 [16], $k=2\%$;

$T_{оп}$ – оперативний час, знаходимо за формулою 2 [16]

$$T_{оп} = T_o + T_d = 0,006 + 1,1 = 1,106 \text{ хв}.$$

Загальний час на виконання операції визначаємо за формулою 1 [16]

$$T_n = T_o + T_d + T_{дод} + \frac{T_{пз}}{n_{шт}} = 0,006 + 1,1 + 0,022 + \frac{9}{4669} = 1,13 \text{ хв}.$$

де $T_{пз}$ – підготовчо-заклучний час, згідно з таблицею 92 [16], $T_{пз}=9$ хв.

Операція 010. Дефектувальна.

Норми часу, згідно нормативів на дефектацію одного поршневого пальця приймаємо рівними 1,68 хв.

Операція 015. Штампування

Допоміжний час $T_d = 0,35$ хв.

$$\text{Тоді :} \quad T_{оп} = 0,8 + 0,35 = 1,15 \text{ хв}.$$

Операційний час штампування складається з часу закриття і відкриття штампа,

деформування деталі і витримки деталі в штампі.

Основний час штамповки складе:

$$T_o = T_z + T_p + T_b + T_{от}$$

де T_z – час закривання штампа і його можна знайти розділивши відстань між плитами на швидкість холостого хода штампа:

$$T_z = \frac{L_z}{V_{xx}} = \frac{500}{10} = 50 \text{ с} = 0,17 \text{ хв.}$$

T_p – час який затрачений на виконання операції – роздачу пальця в штампі пуансоном:

$$T_p = \frac{L_p}{V_{px}} = \frac{110}{10} = 11 \text{ с} = 0,09 \text{ хв.};$$

де L_p – довжина деталі.

T_b – час видержування деталі в штампі $T_b = 8 \text{ с} = 0,13 \text{ хв.}$

$T_{от}$ – час відкривання штампа, його можна знайти подвоївши суму $T_z + T_p$:

$$T_{от} = 2 \cdot (T_z + T_p) = 2 \cdot (0,17 + 0,09) = 0,52 \text{ хв.}$$

$$T_o = T_z + T_p + T_b + T_{от} = 0,17 + 0,09 + 0,13 + 0,52 = 0,91 \text{ хв.}$$

Допоміжний час $T_{доп} = 0,5 \text{ хв.}$

Тоді оперативний час $T_{оп} = T_o + T_{доп} = 0,91 + 0,5 = 1,41 \text{ хв.}$

$$\text{Додатковий час: } T_{дод} = \frac{T_{оп} \cdot K_{шт}}{100} = \frac{1,41 \cdot 9}{100} = 0,12 \text{ хв.};$$

де $K_{шт} = 9 \text{ хв}$ - відсоток додаткового часу від $T_{оп}$ при штампувальних роботах
 $K_{шт} = 0,12 \text{ хв.}$

Тоді технічна норма часу на штампувальну операцію складе:

$$T_n = 1,41 + 0,12 = 1,53 \text{ хв.}$$

На інші операції приймаємо норми часу згідно з нормативами [26] та заносимо в таблицю 2.6.

Таблиця 2.6. Норми часу на виконання технологічних операцій в хвилинах

№ операції	Найменування операції	T_o	T_d	$T_{оп}$	$T_{дод}$	$T_{пз}$	T_n
00	Мийна	0,006	1,1	1,106	0,022	9	1,
01	Дефектуваль						1,
01	Штампуваль	0,91	0,35	1,15	0,12	12	1,
02	Шліфувальн	0,13	0,704	0,834	0,075	17	0,
02	Шліфувальн	0,044	0,069	0,113	0,01	7	0,
03	Шліфувальн	0,16	0,42	0,58	0,052	7	0,
03	Зенкеруваль	0,07	0,4	0,47	0,042	4	0,
04	Полірувальн	0,16	0,52	0,68	0,061	7	0,
04	Шліфувальн	0,2	0,706	0,906	0,082	17	0,
05	Шліфувальн	0,2	0,706	0,906	0,082	17	0,

05	Доводочна	0,096	0,403	0,499	0,045	7	0,
06	Обтиральна	0,006	0,01	0,07	0,006	4	0,
06 5	Контрольно-маркувальна						0, 25
07	Консервувал						0,
07	Пакувальна						0,
Всього		1,982	5,388	7,314	0,597	108	10,9

Запропонована технологія відновлення поршневого пальця дизельного двигуна гарячим пластичним деформуванням дозволяє сформувати технологічними засобами стійке зміцнення пальця з високими механічними властивостями, зокрема підвищення втомленої міцності, яке здатне успішно протистояти знакозмінним навантаженням. Окрім того отримане зміцнення підвищує ударну міцність поршневого пальця. Запропонована технологія відновлення і зміцнення поршневого пальця дизельного двигуна гарячим пластичним деформуванням відрізняється низькою трудомісткістю, має високу продуктивність,. При цьому відсутні витрати додаткових ремонтних матеріалів і мінімальний об'єм механічної обробки. Слід зазначити, що в процесі відновлення поршневого пальця дизельного двигуна гарячим пластичним деформуванням підвищується його втомлена міцність щонайменше на 20% навіть в порівнянні з новими.

На ТОВ «Завод «Дзеркальник»» м. Кривницький при ремонті кривошипно-шатунного механізму поршневі пальці не відновлюють а купляють, як запчастини. За матеріалами переддипломної практики за базовий варіант приймаємо покупні поршневі пальці вартість яких становить $C_{\text{нп}} = 105,0$ грн.

3 ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ РОЗДІЛ

3.1 Організація робіт на дільниці

Враховуючи спосіб відновлення та кількісні показники найбільш придатною формою організації виробництва є спеціалізоване виробництво на рівні поточно-механізованої лінії. В даному проекті річна програма відновлення поршневих пальців складає 60000 штук.

На дільниці відновлення методом гарячого пластичного деформування технологічним процесом передбачені наступні операції: мийна, дефектувальна, пресова, шліфувальна, зенкерувальна, полірувальна, доводочна, обтиральна, контрольно-маркувальна, консервувальна та пакувальна. Кожну операцію виконують робітники відповідного фаху та розряду.

Роботи на дільниці організовуються таким чином, щоб при відновленні поршневих пальців забезпечувалась послідовність технологічного процесу. Потужність поточно-механізованої лінії, при раціональному її використанні, дозволяє задовольнити потреби в відновленні поршневих пальців всієї України.

3.2 Розрахунок трудомісткості та об'єму робіт на дільниці відновлення

Загальну трудомісткість відновлення визначаємо з добутку річної програми випуску деталей та трудомісткості відновлення однієї деталі згідно [3]

$$T_{\text{заг}} = T_{\text{н}} \cdot N = 0,182 \cdot 60000 = 10920 \text{ люд.-год.},$$

де $T_{\text{н}}$ – трудомісткість відновлення однієї деталі, люд.-год.;

N – річна програма відновлення деталей, $N=60000$ шт.

Трудомісткість відновлення однієї деталі визначається як сума норм часу всіх операцій технологічного процесу відновлення поршневого пальця. Переводячи норми часу в години та додаючи їх визначаємо загальну трудомісткість відновлення деталей

$$\begin{aligned} T_{\text{н}} = & T_{\text{н005}} + T_{\text{н010}} + T_{\text{н015}} + T_{\text{н020}} + T_{\text{н025}} + T_{\text{н030}} + T_{\text{н035}} + T_{\text{н040}} + T_{\text{н045}} + T_{\text{н050}} + T_{\text{н055}} + T_{\text{н060}} + \\ & T_{\text{н065}} + T_{\text{н070}} + T_{\text{н075}} = 0,0188 + 0,0280 + 0,0255 + 0,0152 + 0,0020 \\ & + 0,0105 + 0,0085 + 0,0123 + 0,0165 + 0,0165 + 0,0092 + 0,0013 + 0,0042 + 0,0067 + \\ & 0,0067 = 0,182 \text{ люд.-год.}, \end{aligned}$$

де $T_{\text{н005}}, T_{\text{н010}}, T_{\text{н015}}, T_{\text{н020}}, T_{\text{н025}}, T_{\text{н030}}, T_{\text{н035}}, T_{\text{н040}}, T_{\text{н045}}, T_{\text{н050}}, T_{\text{н055}}, T_{\text{н060}}, T_{\text{н065}}, T_{\text{н070}}$ та $T_{\text{н075}}$ – трудомісткість відповідних операцій, згідно таблиці 23.6.

Об'єм робіт по видам знаходимо згідно з трудомісткістю виконуємих технологічних операцій.

Мийна

$$T_{\text{м}} = T_{\text{н005}} \cdot N = 0,0188 \cdot 6000 = 1128 \text{ люд.-год.}$$

Дефектувальна

$$T_{\text{д}} = T_{\text{н010}} \cdot N = 0,0280 \cdot 6000 = 1680 \text{ люд.-год.}$$

Гідротермічне роздавання

$$T_{\text{гр}} = T_{\text{н015}} \cdot N = 0,0255 \cdot 6000 = 1530 \text{ люд.-год.}$$

Чорнове шліфування

$$T_{\text{чш}} = T_{\text{н020}} \cdot N = 0,0152 \cdot 6000 = 912 \text{ люд.-год.}$$

Шліфування торців

$$T_{шт} = T_{н025} \cdot N = 0,0020 \cdot 6000 = 120 \text{ люд.-год.}$$

Шліфування зовнішньої фаски

$$T_{шзф} = T_{н030} \cdot N = 0,0105 \cdot 6000 = 630 \text{ люд.-год.}$$

Зенкерувальна

$$T_z = T_{н035} \cdot N = 0,0085 \cdot 6000 = 510 \text{ люд.-год.}$$

Полірувальна

$$T_{п} = T_{н040} \cdot N = 0,0123 \cdot 6000 = 738 \text{ люд.-год.}$$

Чистове шліфування

$$T_{чиш} = (T_{н045} + T_{н050}) \cdot N = (0,0165 + 0,0165) \cdot 6000 = 1980 \text{ люд.-год.}$$

Доводочна

$$T_d = T_{н055} \cdot N = 0,0092 \cdot 6000 = 552 \text{ люд.-год.}$$

Обтиральна

$$T_o = T_{н060} \cdot N = 0,0013 \cdot 6000 = 78 \text{ люд.-год.}$$

Контрольно-маркувальна

$$T_k = T_{н065} \cdot N = 0,0042 \cdot 6000 = 252 \text{ люд.-год.}$$

Завершальні

$$T_m = (T_{н070} + T_{н075}) \cdot N = (0,0067 + 0,0067) \cdot 6000 = 804 \text{ люд.-год.}$$

Отримані результати заносимо в таблицю 3.1.

Таблиця 3.1. Розподіл трудомісткості по видам робіт

Найменування робіт	Трудомісткість, люд.-год.
Мийна	1128
Дефектувальна	1680
Пластичне деформування	1530
Чорнове шліфування	912
Шліфування торців	120
Шліфування торців зовнішньої фаски	630
Зенкерування	510
Полірування	738
Чистове шліфування	1980
Доводочна	552
Обтиральна	78
Контрольно-маркувальна	252
Завершальні	804
Всього	10914

3.3 Розрахунок фондів часу

«Режим роботи підприємства характеризується кількістю робочих днів у році, кількістю змін та їх тривалістю. Тривалість робочої зміни та число робочих годин за тиждень визначається трудовим законодавством і складає 40 годин на тиждень» [3, 4].

При п'ятиденному робочому тижню з двома вихідними днями тривалість робочої зміни складає 8 годин, а в передсвяткові дні – 7 годин .

Визначаємо номінальний річний фонд часу робітників, дільниць, обладнання

$$\Phi_n = D_p \cdot t_3 - D_c \cdot (t_3 - t_c) = 252 \cdot 8 - 8 \cdot (8 - 7) = 2008 \text{ год.},$$

де D_p – кількість робочих днів в році;

t_3 – тривалість робочої зміни;

D_c – кількість передсвяткових днів в році;

t_c – тривалість робочої зміни в передсвяткові дні.

Дійсний річний фонд часу роботи менший номінального фонду на час, пов'язаний з відпустками, виконанням державних та суспільних обов'язків.

Дійсний річний фонд часу визначається за формулою

$$\Phi_d = [\Phi_n - (d_b + d_y + d_d + d'_d + d_n) \cdot t_3]$$

де d_b – кількість відпускних днів в запланованому періоді, $d_b = 18$ та 24 дні ;

d_y – кількість відпускних днів робочим – учням вечірніх та заочних учбових закладів, $d_y = 30$ днів;

d_d – кількість днів декретної відпустки, складає 1.6% від кількості робочих днів в році, $d_d = 252 \cdot 1,6\% = 4$ дні;

d'_d – кількість днів невиходу на роботу в зв'язку з виконанням державних та суспільних обов'язків, складає 0,5% від кількості робочих днів у році, $d'_d = 252 \cdot 0,5\% = 1$ день;

d_n – кількість інших невиходів на роботу складає 0.5% від кількості робочих днів у році, $d_n = 252 \cdot 0,5\% = 1$ день.

Знаходимо дійсний річний фонд часу в залежності від тривалості відпустки

$$\Phi_{d18} = [2008 - (18 + 30 + 4 + 1 + 1) \cdot 8] = 1576 \text{ год};$$

$$\Phi_{d24} = [2008 - (24 + 30 + 4 + 1 + 1) \cdot 8] = 1528 \text{ год};$$

де Φ_{d18} та Φ_{d24} - відповідно фонд часу при 18 та 24 денній відпустці.

Дані фондів часу для різних робіт зведені в таблицю 3.2.

Таблиця 3.2. Відомість номінальних та дійсних фондів часу робітників.

Назва спеціальності робітника	Кількість відпускних днів	Номінальний фонд часу, год	Дійсний фонд часу, год	Тривалість робочої зміни, год
Мийники	18	2008	1576	8
Дефектувальники	18	2008	1576	8
Штампувальники	24	2008	1528	8
Контролери	18	2008	1576	8
Слюсарі-	18	2008	1576	8
Верстатники	18	2008	1576	8

Річний фонд часу робочого місяця визначаємо за формулою

$$\Phi_{p.m.} = \Phi_n \cdot n_p \cdot c,$$

де n_p – кількість робочих одночасно працюючих на даному робочому місці, $n_p=1$;

c – кількість змін роботи. Для операцій: пресова, шліфування торців, зенкерування, обтирання, контрольна, мийна, дефектувальна та завершальна $c=1$, решта $c=2$

Річний фонд часу для обладнання, яке працює в одну зміну

$$\Phi_{p.m.}=2008 \cdot 1 \cdot 1=2008 \text{ год};$$

для обладнання яке працює в дві зміни

$$\Phi_{p.m.}=2008 \cdot 1 \cdot 2=4016 \text{ год}.$$

Річний фонд часу обладнання ділиться на номінальний та дійсний. Їх визначають за формулами, відповідно

$$\Phi_{o.n.}=\Phi_n \cdot c; \quad \Phi_{o.d.}=\Phi_n \cdot c \cdot \eta,$$

де η – коефіцієнт, що характеризує використання обладнання за часом, при однозмінній роботі $\eta=0,97$, при двозмінній $\eta=0,95$

Визначаємо дійсний та номінальний фонд часу обладнання:

$$\Phi_{o.d.1}=2008 \cdot 1 \cdot 0,97=1947 \text{ год};$$

$$\Phi_{o.n1}=2008 \cdot 1=2008 \text{ год}.$$

$$\Phi_{o.d.2}=2008 \cdot 2 \cdot 0,95=3815 \text{ год};$$

$$\Phi_{o.n2}=2008 \cdot 2=4016 \text{ год}.$$

3.4 Розрахунок кількості робітників, обладнання та площі проекрованої ділянки

Заявочна та спискова кількість основних робітників визначається окремо для кожного виду робіт по трудомісткості за формулами:

$$P_z = \frac{T}{\Phi_n \cdot k}; \quad P_c = \frac{T}{\Phi_d \cdot k},$$

де T – трудомісткість робіт, люд.-год.;

Φ_n, Φ_d – відповідно номінальний та дійсний фонди часу робітників, год;

k – коефіцієнт перевиконання норм виробітку, $k=1,05 \dots 1,15$, приймаємо $k=1,05$.

Визначаємо заявочну та списочну кількість робітників для кожного виду робіт.

Мийні

$$D_z = \frac{1128}{2008 \cdot 1,05} = 0,54; \quad D_a = \frac{1128}{1576 \cdot 1,05} = 0,68.$$

Аналогічно розраховуємо для інших видів робіт та результати заносимо в таблицю 3.3.

Таблиця 3.3. Штатна відомість ділянки відновлення поршневих пальців

Найменування спеціальностей працівників	Трудомісткість робіт, год	Номінальний фонд часу, год	Заявочна кількість робітників		Дійсний фонд часу, год	Списочна кількість робітників	
			Розрахована	Прийнята		розрахована	прийнята

Мийники	1128	2008	0,54	1	1576	0,68	1
Дефектувальники	1680	2008	0,80		1576	0,95	1
Штампувальники	1530	2008	0,73	3	1528	0,95	1
Верстатники	5442	2008	2,58		1576	3,29	3
Контролери	252	2008	0,12	1	1576	0,15	1
Слюсарі	882	2008	0,42		1576	0,53	
Всього	10914	2008	5,19	5			7

Далі визначаємо кількість допоміжних робітників, ІТП, розрахунково-конторський і молодший обслуговуючий персонал:

$$P_{\text{доп}} = 0,1 \cdot P_{\text{осн}} = 0,1 \cdot 7 = 0,7 \text{ чол.}$$

$$\text{Приймаємо } P_{\text{доп}} = 1 \text{ чол.}$$

$$E_{\text{доп}} = 0,09 \cdot (E_{\text{ітп}} + E_{\text{аіп}}) = 0,09 \cdot (7 + 1) = 0,72 \text{ чол.}$$

$$\text{Приймаємо } E_{\text{доп}} = 1 \text{ чол.}$$

$$P_{\text{кп}} = 0,09 \cdot (P_{\text{осн}} + P_{\text{доп}}) = 0,03 \cdot (7 + 1) = 0,24 \text{ чол.}$$

$$P_{\text{моп}} = 0,03 \cdot (P_{\text{осн}} + P_{\text{доп}}) = 0,03 \cdot (7 + 1) = 0,24 \text{ чол.}$$

$$\text{Приймаємо } P_{\text{моп}} + P_{\text{кп}} = 1 \text{ чол.}$$

Результати розрахунків зводимо в штатну відомість робітників дільниці ремонту поршневих пальців див. табл. 3.5.

Таблиця 3.5 Штатна відомість робітників і службовців дільниці ремонту поршневих пальців

Найменування професії.	Кількість.	Кількість робітників по розрядам.			
		III	IV	V	VI
Мийники	1	1			
Дефектувальники	1		1		
Верстатники	4		4		
Контролери	1		1		
Слюсарі					
Всього працюючих.	7	1	6		
Допоміжні працюючі	1				
ІТР	1				
КП	1				
МОП					
Всього:	10				

Розраховуємо необхідне технологічне обладнання для дільниці відновлення поршневих пальців.

Кількість одиниць основного обладнання визначаємо за формулою

$$n_{\text{об}} = \frac{T_0}{\Phi_{\text{о.д.}} \cdot \eta_3},$$

де T_0 – трудомісткість робіт, що виконуються на даному обладнанні, люд.-год.;
 $\Phi_{\text{о.д.}}$ – дійсний річний фонд часу обладнання, год

η_3 – коефіцієнт завантаження обладнання, $\eta_3=0,85\dots0,95$.

Знаходимо необхідну кількість установок для пластичного деформування

$$n_r = \frac{T_r}{\Phi_{o.d.} \cdot \eta_3} = \frac{1530}{1947 \cdot 0,95} = 0,81, \text{ приймаємо 1 установку.}$$

Необхідна кількість верстатів для чорнового шліфування

$$n_{чш} = \frac{T_{чш}}{\Phi_{o.d.} \cdot \eta_3} = \frac{912}{1947 \cdot 0,95} = 0,7, \text{ приймаємо 1 верстат.}$$

Необхідна кількість верстатів для шліфування торців поршневих пальців

$$n_{шт} = \frac{T_{шт}}{\Phi_{o.d.} \cdot \eta_3} = \frac{120}{1947 \cdot 0,95} = 0,2, \text{ приймаємо 1 верстат.}$$

Необхідна кількість верстатів для шліфування зовнішньої фаски

$$n_{шзф} = \frac{T_{шзф}}{\Phi_{o.d.} \cdot \eta_3} = \frac{630}{1947 \cdot 0,95} = 0,33, \text{ приймаємо 1 верстат.}$$

Необхідна кількість верстатів для зенкерування внутрішньої фаски

$$n_3 = \frac{T_3}{\Phi_{o.d.} \cdot \eta_3} = \frac{510}{1947 \cdot 0,95} = 0,27, \text{ приймаємо 1 верстат.}$$

Необхідна кількість верстатів для полірування зовнішньої фаски

$$n_{п} = \frac{T_{п}}{\Phi_{o.d.} \cdot \eta_3} = \frac{738}{1947 \cdot 0,95} = 0,4, \text{ приймаємо 1 верстат.}$$

Необхідна кількість верстатів для чистового шліфування

$$n_{чиш} = \frac{T_{чиш}}{\Phi_{o.d.} \cdot \eta_3} = \frac{1980}{1947 \cdot 0,95} = 1,04, \text{ приймаємо 1 верстат.}$$

Необхідна кількість верстатів для доводочного шліфування

$$n_d = \frac{T_d}{\Phi_{o.d.} \cdot \eta_3} = \frac{552}{1947 \cdot 0,95} = 0,31, \text{ приймаємо 1 верстат.}$$

Згідно з розрахованою кількістю основного обладнання складаємо відомість обладнання дільниці, таблиця 3.5.

Таблиця 3.5. Відомість обладнання дільниці по відновленню поршневих пальців

Найменування обладнання	Кількість	Тип або марка обладнання	Габаритні розміри обладнання, мм	Площа під обладнання, м ²	Електрична потужність обладнання, кВт
1	2	3	4	5	6
Бак для охолоджуючої рідини	2		1000×1000	2	
Бак для охолоджуючої рідини	2		1200×1200	2,88	
Гідравлічний прес	2	ПГ-1000	1500×1427	2,14	50

1	2	3	4	5	6
Тельфер	1	ТЕ 0,5 ВЗ-П			2,0
Рольганг	4		600×1000	2,4	
Мийна установка	1	ОМ-6083	1400×2500	3,5	4,5
Завантажувальне пристосування	2	Х-30098	1200×2200	5,28	6,0
Безцентровий шліфувальний верстат	5	3А-184	3500×2200	38,5	65
Плоскошліфувальний верстат	1	3Б-721	3460×2080	7,2	3
Пульт керування	2		350×800	0,56	
Стіл для перевірки твердості	1		800×1400	1,12	0,5
Верстат для зняття внутрішньої фаски	1	ЗП-39	700×900		2,2
Обдирально-шліфувальний верстат	1	ТШН-400	1200×1000	1,2	3
Склиз роликовий	1	18М-42-1	100×1500	0,15	
Стіл накопичення деталей	1		600×1200	0,72	
Міжверстатний транспортер	4	4ОП-56170	200×1700	1,36	16
Пиловловлюючий агрегат	1	ЗИЛ-900			1,5
Підставка	5		500×1000	2,5	
Верстат для полірування фаски	1	ЗП-40	800×900	0,72	2,0
Стіл для деталей	1		700×800	0,56	
Безцентрово-шліфувальний верстат	1	ЗШ-184Д	3500×2200	7,7	13
Стіл накопичення деталей	1		600×1500	0,9	
Склиз з гумовими роликами	1		100×1800	0,18	
Стіл ОТК	1		1500×2000	3	

1	2	3	4	5	6
Ванна з мийним розчином	1	ЗІП-33	700×1100	0,77	
Ванна з нітратом натрію	2	ЗІП-34	700×1100	1,54	
Стіл для стікання розчину	1	ЗІП-35	700×700	0,49	
Тара	10		450×600	2,7	
Стіл пакування	1	ЗІП-36	800×2500	2	
Стіл для зважування	2		1000×2000	4	
Рольганг	1		600×2000	1,2	
Стіл накопичення	1		700×800	0,56	
Кран	1		Q=2,5т, L=4500		0,5
Стіл сортування деталей		1	800×2000	1,6	
Рольганг		1	400×1500	0,6	
Кран-балка цехова		1	Q=2т		1,1
Всього				100,13	185,3

Площу ділянки відновлення поршневих пальців СМД-60 розраховуємо за сумарною площею під обладнанням

$$F = \sum_{i=1}^n f_o \cdot k_z = 100,13 \cdot 4 = 400,52 \text{ м}^2,$$

де f_o – площа під обладнанням одного типу, м^2 ;

K_z – коефіцієнт робочої зони, K_z знаходиться в межах від 3 до 5. Приймаємо $K_z=4$

Приймаємо площу ділянки 400 м^2 .

3.5 Розробка планування ділянки

При розробці ділянки по відновленню поршневих пальців аналізуємо технологічні маршрути відновлення відновлюємих деталей та обираємо транспортні засоби для міжопераційного переміщення.

Для забезпечення принципу прямопоточності визначаємо послідовність встановлення обладнання, визначаємо технологічні маршрути деталей, які порушують цей принцип і розробляємо планування яке максимально забезпечує принцип прямопоточності.

Одночасно визначаємо дійсне місце розташування кожного верстату і кожного робочого місця з урахуванням раціональної організації робочого місця та специфіки обраного транспортуючого пристрою. Розташування верстатів координуємо відносно колон та стін будівель корпусу згідно з встановленими нормативами.

3.6. Вибір підйомно-транспортного обладнання

Підйомно-транспортне обладнання, як і роботи пов'язані з ним є невід'ємною частиною любого технологічного процесу відновлення деталей.

Вибір внутрішньозаводського типу обладнання повинен виконуватись з урахуванням:

- максимальної механізації підйомно-транспортних засобів;
- належного зберігання та обслуговування вузлів та деталей даного обладнання;
- безпечності виконання робіт.

Основними факторами, що визначають раціональний вибір підйомно-транспортного обладнання є:

- характери вантажів, що транспортуються, їх вага, габаритні розміри;
- необхідна продуктивність, яка залежить від програми ремонтів підприємства.

У відповідності з аналізом ділянки та розміщення вантажопотоків, а також враховуючі рекомендації по вибору підйомно-транспортного обладнання обираємо одну кран-балку цехову вантажопідйомністю 2 тони та один кран-укосину.

3.7 Розрахунок енергетичних показників ділянки

3.7.1 Розрахунок силової енергії

«Розрахунок річної потреби в електроенергії виконуємо методом визначення навантаження з урахуванням коефіцієнту попиту, який враховує недовантаження по потужності та неодноразову роботу споживачів енергії» [3, 4].

Для кожної групи електроприймачів визначається активна потужність за формулою

$$P_a = K_p \sum_{i=1}^n P_{вст} ,$$

де K_p – коефіцієнт попиту;

$\sum_{i=1}^n P_{вст}$ – сумарна встановлена потужність групи струмоприймачів (згідно таблиці 3.5.), кВт.

Визначаємо активну потужність:

- Для металорізучих верстатів

$$\sum_{i=1}^n P_{вст} = 65 + 3 + 2,2 + 3 + 2 + 13 = 88,2 \text{ кВт}, \quad P_a = 0,15 \cdot 88,2 = 13,23 \text{ кВт}.$$

- для кранів

$$\sum_{i=1}^n P_{вст} = 2,0 + 2,0 + 0,5 = 4,5 \text{ кВт} \quad P_a = 0,1 \cdot 4,5 = 0,45 \text{ кВт}.$$

- Для ковальсько-пресового обладнання

$$\sum P_{\text{вст}} = 50 \text{ кВт}$$

$$P_a = 0,2 \cdot 50 = 10 \text{ кВт.}$$

- Для вентиляторів, насосів, конвеєрів, компресорів

$$\sum P_{\text{вст}} = 4,5 + 6,0 + 0,5 + 16 + 1,5 = 28,5 \text{ кВт}$$

$$P_a = 0,65 \cdot 28,5 = 18,53 \text{ кВт}$$

Річна потреба в електроенергії

$$W_p = \sum P_a \cdot \Phi_{\text{о.д.}} \cdot \eta_3 = (13,23 + 0,45 + 10 + 18,53) \cdot 1947 \cdot 0,75 = 61637 \text{ кВт} \cdot \text{год},$$

де η_3 – коефіцієнт завантаження обладнання по часу, $\eta_3 = 0,75$

3.7.2 Розрахунок пару та палива

«Річна потреба пару та палива на опалення та вентиляцію визначаємо за формулою» [3, 4]

$$Q_n = \frac{q_T \cdot H \cdot V}{i \cdot 1000}; \quad Q_T = \frac{q_T \cdot H \cdot V}{k \cdot 1000 \cdot \eta_k},$$

де Q_n – кількість пару, що потрібна на 1 м^3 приміщення;

Q_T – кількість палива, що потрібна на 1 м^3 приміщення;

q_T – витрати тепла на 1 м^3 будівлі в ккал/год, $q_T = 15 \text{ ккал/год}$;

H – число годин опалювального періоду, для Кіровоградської області опалювальний період триває 180 днів, $H = 4320$ годин;

V – об'єм приміщення дільниці, $V = 2173 \text{ м}^3$;

i – теплота випаровування, $i = 540 \text{ ккал/год}$;

k – теплоутворююча здатність палива, $k = 7000 \text{ ккал/кг}$;

η_k – коефіцієнт корисної дії котельного устаткування, $\eta_k = 0,75$ » [3, 4].

Визначаємо річну потребу пару

$$Q_n = \frac{15 \cdot 4320 \cdot 2173}{540 \cdot 1000} = 260,7 \text{ т};$$

та палива

$$Q_T = \frac{15 \cdot 4320 \cdot 2173}{7000 \cdot 1000 \cdot 0,75} = 26,8 \text{ т}.$$

3.7.4 Розрахунок річної потреби дільниці в стисненому повітрі

«Потреба дільниці в стисненому повітрі визначається по формулі:

$$Q_{\text{пов}} = K_c \cdot K_n \cdot K_e \cdot \sum Q_{\text{ср}} \cdot \Phi_d \cdot c;$$

де K_c - коефіцієнт попиту на стиснене повітря споживачів $K_c = 0,5$;

K_n - коефіцієнт, що враховує втрати в пневмережі і в інструменті, $K_n = 1,5$;

K_e - коефіцієнт, що враховує умови експлуатації пневмоприймачів $K_e = 1,3$;

$Q_{\text{ср}}$ - сумарна середня витрата стиснутого повітря при неперервній роботі пневмоприймачів.

Середня витрата стиснутого повітря на кожен пневмоприймач складає:

- пневмодріль - $4,0 \text{ м}^3/\text{год.}$, усього на дільниці 1 пневмодріль;

- обдування деталей повітрям - $25 \text{ м}^3 / \text{год.}$, на дільниці одне робоче місце оснащено шлангом для обдування деталей» [3, 4]. Тоді:

$$Q_{\text{пов}} = 0,5 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot (4 + 25) \cdot 1990 \cdot 1 = 56267 \text{ м}^3.$$

3.7.5 Розрахунок освітлення дільниці

3.7.5.1 Розрахунок природного освітлення дільниці

«При розрахунку природного освітлення дільниці підбираються відповідні віконні прорізи. Розрахунок площі скління, яка забезпечує нормальну освітленість визначається за умови комбінованого освітлення через світлові ліхтарі на даху і через вікна по формулі » [3, 4]:

$$S = \frac{F_{\text{діл}} \cdot e_{\text{ср}} \cdot \eta_o}{100 \cdot \tau_o \cdot \tau_B \cdot k} = \frac{400 \cdot 5 \cdot 9}{100 \cdot 0,35 \cdot 2,4 \cdot 1,7} = 126 \text{ м}^2;$$

«де $F_{\text{діл}}$ - площа дільниці відновлення поршневих пальців, $F_{\text{діл}} = 400 \text{ м}^2$;

$e_{\text{ср}}$ - нормована середня освітленість. Для ремонтно-монтажних дільниць $e_{\text{ср}} = 5$.

η_o - світлова характеристика вікна $\eta_o = 9$

τ_o - загальний коефіцієнт світло пропускання $\tau_o = 0.35$;

τ_B - коефіцієнт враховуючий вплив відбитого світла $\tau_B = 2.4$;

k - коефіцієнт враховуючий затінення вікон конфронтуючими будинками $k = 1.7$ » [3, 4];

У такий спосіб із приведеного розрахунку бачимо, що площа застіблення складе $S = 126 \text{ м}^2$.

3.7.5.2 Розрахунок штучного освітлення дільниці

«Кількість ламп необхідних для штучного освітлення дільниці визначаємо по формулі:

$$n = \frac{E_{\text{ср}} \cdot F_{\text{діл}} \cdot k}{F_o \cdot \eta};$$

де $E_{\text{ср}}$ - середня освітленість на ділянці зборки $E_{\text{ср}} = 75 \text{ люм}$;

$F_{\text{діл}}$ - площа дільниці, $F_{\text{діл}} = 400 \text{ м}^2$;

k - коефіцієнт запасу освітленості $k = 1,6$;

F_o - світловий потік обраної лампи $F_o = 1500 \text{ люм.}$, при потужності лампи 80 Вт. Вибираємо лампи люмінесцентні денного освітлення типу ЛБ.

η - коефіцієнт використання світлового потоку $\eta = 0,3$ » [3, 4].

Тоді:

$$n = \frac{75 \cdot 400 \cdot 1,6}{1500 \cdot 0,4} = 80 \text{ шт.}$$

Приймаємо $n = 80$ ламп.

Щоб уникнути стробоскопічного ефекту, яке може мати місце при використанні люмінесцентних ламп, поєднуємо в один світильник по дві лампи. Загальне число світильників на дільниця $N_{\text{св}} = 40$ світильників.

Висновки

В представленій бакалаврській роботі «Розробка технології відновлення деталей шатунно-поршневої групи ДВЗ на прикладі відновлення поршневих пальців з проектом ділянки їх відновлення у ТОВ «Завод «Дзеркальник»» м. Кропивницький» приведений вдосконалений технологічний процес відновлення поршневих пальців автомобільних дизельних двигунів методом гарячого пластичного деформування. Технологічний процес, що пропонується дозволяє в процесі відновлення підвищити їх післяремонтний ресурс на 29% без зниження якості відновлених поршневих пальців та підвищити продуктивність технологічного процесу відновлення.

У технологічному розділі зроблено аналіз існуючих методів відновлення поршневих пальців, наведено опис обраного методу відновлення, розроблений маршрут відновлення. Розроблена технологія відновлення поршневих пальців дизельних двигунів методом гарячого пластичного деформування. Підібрано необхідне обладнання і інструмент для виконання операцій технологічного процесу відновлення поршневих пальців методом гарячого пластичного деформування. Розраховані режими і норми часу виконання технологічних операцій.

В організаційному розділі бакалаврської роботи визначений перелік робіт, які виконуються на ділянці відновлення поршневих пальців дизельних автомобільних двигунів гарячим пластичним деформуванням ремонту двигунів, розрахована трудомісткість робіт по відновленню поршневого пальця, яка становить 10917 люд-год., при програмі $N=60000$ поршневих пальців в рік. Визначили штатний розклад ділянки по відновленню поршневих пальців. Кількість основних робітників ділянки складе 6 робітників, допоміжних – 1 робітник. Підібрана і розрахована необхідна кількість основного і допоміжного технологічного обладнання на ділянці. Розрахована площа ділянки, яка складає – 400 м². Знайдене компоноване рішення і спроектоване технологічне планування розстановки обладнання на ділянці відновлення поршневих пальців. Проведений розрахунок необхідної кількості силової електроенергії, яка витрачається на ділянці і складає – 61637 кВт год., також розрахована потреба в паливі, парі, стиснутому повітрі, штучному і природному освітленні.

Список використаних джерел

1. Матеріали переддипломної практики що відбулася на ТОВ «Завод «Дзеркальник»» м. Кропивницький.
2. Технічне обслуговування і ремонт машин під ред. Лауша П.В.- К.: Вища школа, 1983 г - 351 с.
3. Методичні вказівки до виконання технологічного розділу бакалаврської кваліфікаційної роботи для здобувачів вищої освіти спеціальностей 132 «Матеріалознавство», 208 «Агроінженерія», 274 «Автомобільний транспорт» / Кулешков, Ю.В., Красота, М.В., Руденко, Т. В, Бевз, О. В., Магопець, С. О., Осін Р. А. - Кропивницький: ЦНТУ, 2023 – 80 с, з дод. М-во освіти та науки України Центральноукраїн. нац. техн. ун-т, каф. експлуатації та ремонту машин. - Кропивницький, ЦНТУ, 2023 – 80 с. з дод..
<http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/13137>
4. Булей І.А. Проектування підприємств з виробництва і ремонту сільськогосподарських машин: навч. посібник – К.: Вища шк., 1993. – 287 с.
5. Технічне обслуговування і ремонт машин під ред / П.В.Лауш, Н.В.Власенко, И.П.Столяров, В.Я.Чабанный. Под ред. П.В.Лауша – К.: Выща шк., 1989. – 351 с.
6. Ремонт машин/ О.І.Сідашенко, О.А.Науменко, А.Я.Поліський та ін.; За ред. О.І.Сідашенко, А.Я.Поліського. – К.: Урожай, 1994. – 400 с.
7. Сідашенко О.І. Ремонт машин та обладнання: підручник / [Сідашенко О.І. та ін.]. ;за ред.. проф. Сідашенко О.І., О.А Науменка - К: Агроосвіта, 2014 665 с.
8. Ремонт машин та обладнання: підручник / Сідашенко О.І, .Науменко О.А., Скобло Т.С., Тіхонов О.В. та ін..: За ред.. проф. Сідашенко О.І., Науменка Х: «Міськдрук»Урожай, 2010. -744 с.
9. Коновалюк О.В., Кіяшко В.М., Колісник М.В. Технічний сервіс в АПК. Аграрна освіта , 2013 р – 404 с
10. Черновол М.И., Поединок С.Е., Степанов Н.Е. Підвищення якості відновлення деталей машин. – К.: Техника, 1989. – 168 с.
11. Черновол М.И. Відновлення і зміцнення деталей сільськогосподарської техніки. Навчальний посібник. - Київ УМК ВО, 1989 – 253 с.
12. Статистичні методи обробки та аналізу експериментальних даних. Навчальний посібник для студентів технічних спеціальностей. За ред. Ю.В. Кулешкова. КДТУ Кіровоград 2002 –134 с.
13. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з технології ремонту машин та технологічного розділу дипломного проектування. КДТУ Кіровоград 2004.- 83 с
14. Ю.В. Кулешков, М.В. Красота, Т.В. Руденко, Р.А. Осін, В. Д. Рева Відновлення поршневих пальців гарячим пластичним деформуванням . Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки, 2021, вип. 4 (35) – Кропивницький: ЦНТУ, 2021, с. 54 – 62 (категорія Б)
<http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/11377>