

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ
АГРАРНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

КРАЙНІЙ МИКИТА ОЛЕКСАНДРОВИЧ

Допускається до захисту:
завідувач кафедри РМ, ЕЕЗ та ОП
канд.техн. наук, доцент
_____ А.М. Поляков
«_____» _____ 2023 р.

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ВІДНОВЛЕННЯ КУЛАЧКОВОГО ВАЛУ
ДВИГУНА ЯМЗ- 238

Спеціальність 208 Агроінженерія

Кваліфікаційна робота бакалавра

Керівник:
Поляков А.М., к.т.н, доцент

Оцінка: _____ / _____ / _____
бали/за шкалою ЄКТС/за націон. шкалою

Київ, 2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

Факультет Аграрний

Кафедра «Ремонт машин, експлуатація енергетичних засобів та охорона праці»

Ступінь освіти Перший рівень вищої освіти – бакалавр

Галузь знань 20 "Аграрні науки та продовольство".

Спеціальність 208 «Агроінженерія»

Освітня програма «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри

_____ А.М. Поляков

« ____ » _____ 2023 року

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ**

КРАЙНЬОМУ МИКИТІ ОЛЕКСАНДРОВИЧУ

1. Тема роботи «Розробка технології відновлення кулачкового валу двигуна ЯМЗ- 238 »

керівник роботи Поляков А.М. канд. техн.наук, доцент

затверджені наказом закладу вищої освіти від « ____ » ____ 2023 р. № _____

2. Строк подання здобувачем роботи 05.06.2023р. _____

3. Вихідні дані до роботи

1) завдання кафедри;

2) матеріали огляду літературних джерел; нормативно - технічна документація.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки

- Загальний розділ.

- Конструкторський розділ

- Організаційна частина.- Технологічний розділ.

- Економічна частина. - Охорона праці.

5. Перелік графічного матеріалу:

- Ремонтне креслення розподільного валу.

- Схема технологічного процесу відновлення розподільного валу.

- План ділянки з відновлення деталей плазменою наплавкою.

- Установка для нарощення зношених поверхонь розподільних валів .

- Копір для експериментальної установки.

- Таблиця економічних показників.

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 25.04.2023 р.**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

| № з/п | Назва етапів кваліфікаційної роботи | Строк виконання кваліфікаційної роботи | Примітка |
|-------|-------------------------------------|--|----------|
| 1 | Загальний розділ | 12.04.2023 | |
| 2 | Конструкторський розділ | 20.04.2022 | |
| 3 | Організаційна частина | 30.04.2023 | |
| 4 | Технологічний розділ | 12.05.2023 | |
| 5 | Економічна частина | 24.05.2023 | |
| 6 | Охорона праці | 05.06.2023 | |

Здобувач _____ Крайній М.О.

Керівник кваліфікаційної роботи _____ Поляков А.М.

АНОТАЦІЯ

до випускної кваліфікаційної роботи на тему: «Розробка технології відновлення кулачкового валу двигуна ЯМЗ- 238»

Об'єм дипломної роботи 59 сторінок, на яких розміщені 16 рисунка і 15 таблиць. При написанні диплому використовувалися 33 джерела.

Ключові слова: відновлення кулачкового валу, плазмова наплавка , установка для плазмової наплавки.

Об'єктом дослідження при написанні роботи була технологія відновлення кулачкових валів шляхом нарощення його зношених поверхонь плазмовою наплавкою на запропонованій новій установці.

В процесі роботи запропоновано пристосування для підвищення якості наплавлювання та продуктивності праці.

В підсумку зроблена оцінка економічної ефективності проектної технології показала на доцільність відновлення заданої деталі та можливість одержати позитивний економічний ефект .

ЗМІСТ

| | |
|---|----|
| ВСТУП | 7 |
| 1 ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ | 8 |
| 1.1 Обґрунтування теми | 8 |
| 1.2 Сфера застосування | 12 |
| 1.3 Конструктивні і технічні особливості деталі | 13 |
| 1.4 Аналіз технічного стану зношеного розподільного валу | 13 |
| 1.5 Вибір раціонального способу відновлення деталі | 14 |
| 2 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ | 17 |
| 2.1 Вибір пристосування і принцип його дії | 17 |
| 2.2 Розрахунок індуктора | 18 |
| 2.3 Вибір індукційної печі для наплавлення | 20 |
| 3 ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА | 22 |
| 3.1 Режими роботи і фонди часу | 22 |
| 3.2 Визначення річної трудомісткості виробничої програми | 23 |
| 3.3 Розрахунок кількості робітників | 24 |
| 3.4 Визначення завантаження робочого місця | 24 |
| 3.5 Розрахунок кількості основного устаткування | 26 |
| 3.6 Розрахунок площ виробничої майстерні | 26 |
| 3.7 Розробка планування ділянки | 27 |
| 4 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ | 30 |
| 4.1 Характеристика плазмового нагріву | 30 |
| 4.2 Устаткування для плазмового наплавлення розподільних валів | 31 |
| 4.3 Вибір схеми і оптимізація режимів наплавлення кулачків | 34 |
| 4.4 Технологія відновлення розподільних валів. | 35 |
| 4.5 Вибір наплавлювального порошку, плазмоутворюючого і транспортуючого газів | 37 |

| | | |
|-----|---|----|
| 4.6 | Порядок роботи на установці | 39 |
| 5 | ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА | 40 |
| 5.1 | Методика розрахунку економічної ефективності відновлення деталей | 42 |
| 5.2 | Результати розрахунку економічної ефективності відновлення кулачкового валу двигуна ЯМЗ-238 | 43 |
| 6 | ОХОРОНА ПРАЦІ | 47 |
| 6.1 | Конструктивно-технологічна характеристика об'єкту | 47 |
| 6.2 | Методи і технічні засоби зниження професійних ризиків | 47 |
| 6.3 | Забезпечення пожежної і техногенної безпеки даного технічного об'єкту | 48 |
| 6.4 | Розробка технічних засобів і організаційних заходів по забезпеченню пожежної безпеки | 50 |
| | ВИСНОВОК | 54 |
| | СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ | 55 |

ВСТУП

Нині народне господарство нашої держави характеризується наявністю великого парку автомобілів, тракторів, будівельних і дорожніх машин, вживаних для вирішення широкого спектру завдань.

У зв'язку із скороченням виробництва і фізичним старінням техніки виникла проблема високоефективного їх використання, підвищилися вимоги до їх експлуатаційної надійності, якості технічного обслуговування і ремонту, відновлення зношених деталей. Постійний дефіцит ремонтного виробництва в запасних частинах є серйозним чинником зниження технічної готовності парку машин АПК.

В той же час близько 75% деталей, що выбраковуюються при ремонті машин, є ремонтпридатними. Тому доцільною альтернативою розширенню виробництва запасних частин являється вторинне використання зношених деталей, відновлюваних в процесі ремонту.

З позиції матеріаломісткості відтворення економічна доцільність ремонту обумовлена можливістю повторного використання після відновлення більшості деталей з ремонтного фонду.

Реальною стратегією забезпечення працездатності є відновлення деталей, що виступає як один з пріоритетних напрямів ресурсозберігання. У зв'язку з цим для підтримки машинного парку в постійній готовності необхідно розширювати і удосконалювати експлуатаційну базу існуючих ремонтних підприємств. На ремонтних підприємствах одним з вузьких місць є вихід з ладу в результаті інтенсивного зношування розподільних валів двигунів внутрішнього згорання.

Метою цієї кваліфікаційної роботи є розробка технології відновлення розподільних валів, що є актуальним завданням, рішення якого дозволить уникнути не лише простоїв машин, але і заощадити трудові, матеріальні і енергетичні ресурси.

1 Загальний розділ

1.1 Обґрунтування теми

Розроблений ряд способів відновлення розподільного валу. Наприклад, кулачки розподільного валу можна ремонтувати шліфуванням зі зберіганням профілю кулачка або наплавленням з подальшою обробкою до початкових розмірів. Куркульки шліфують по копіру на шліфувальному верстаті. Кулачок перешліфовують до виведення слідів зносу.

Після шліфування кулачка висота підйому клапана не змінюється. Це підтверджується наступним:

Висота підйому клапана при незношеному кулачку рівна:

$$h = H - 2R, \quad (1.1)$$

Висота підйому при перешліфованому кулачку:

$$h_1 = H_1 - 2R_1, \quad (1.2)$$

При шліфуванні зношеного кулачка його розміри зменшуються за усім профілем на однакову величину b , рівну сумі величин зносу і припуску на шліфування, тобто

$$H_1 = H - 2b, \quad (1.3)$$

$$2R_1 = 2R - 2b \quad (1.4)$$

Підставивши значення H_1 і $2R_1$ у формулу (1.2) для визначення h_1 , отримаємо:

$$h_1 = H - 2b - 2R + 2b = H - 2R = h \quad (1.5)$$

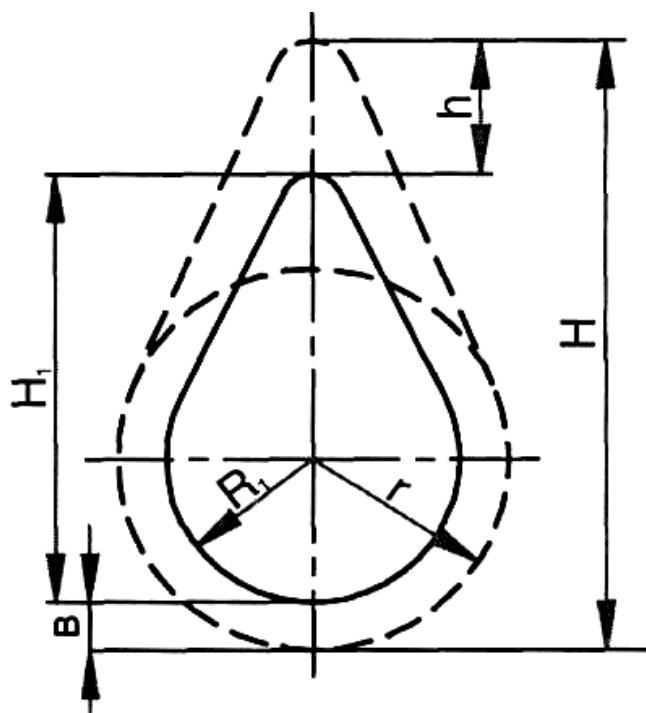


Рисунок 1.1 - Схема кулачка розподільного валу

Таким чином, висота підйому клапана при незношеному кулачку дорівнює висоті підйому клапана при перешліфованому кулачку.

При значному зносі кулачка по висоті ремонт його шліфуванням під ремонтний розмір стає неможливим із-за зняття великого шару металу, що у свою чергу, призводить до зменшення радіусу закруглення вершини кулачка. Тому тут доцільно застосовувати плазмове наплавлення, яке забезпечуватиме необхідну твердість деталі після наплавлення.

Порівняльний аналіз результатів дослідження способів відновлення деталей, а це перешліфовування, електродугове напилення, газове наплавлення сормайттом, індукційне наплавлення, хромування, показавши, що для забезпечення високої зносостійкості і довговічності поверхонь при незначних виробничих недорогих матеріалів, найбільш раціональним способом відновлення є плазмове наплавлення.

Враховуючи вищевикладене, можна зробити висновок, що для поліпшення показателів виробничої діяльності ремонтної майстерні, доцільні розробка і впровадження найбільш перспективних технологічних процесів

відновлення автотракторних розподільних валів плазменним наплавленням, а також проектування ділянки, оснащеної відповідним устаткуванням.

1.2 Сфера застосування

Нині величезне значення надається вдосконаленню і розвитку ремонтно-обслуговуючої бази, оскільки підтримка техніки АПК в працездатному стані - найважливіше народногосподарське завдання.

Підвищення якості відремонтованої техніки, зниження витрат на її ремонт нерозривно пов'язані з оптимальним розміщенням, виробничою потужністю ремонтного підприємства, з раціональним їх використанням.

Для підтримки її в працездатному стані і відновлення втраченого ресурсу повинна створюватися ремонтна база, до складу якого входять підприємства, необхідні для відновлення деталей і ремонту техніки.

Структура, розміри і функція об'єктів цієї ремонтної бази, передусім, обумовлені роботами, що виконуються при відновленні деталей і ремонті машин в цілому.

Аналіз численних робіт показує, що вони мають бути, як правило, централізованими (діяти у складі ремонтного підприємства) і децентралізованими (діяти як самостійний підрозділ). Для виконання ремонтних робіт необхідно організувати підприємства (ділянки) більш високої оснащеності - це центральні ремонтні майстерні, цехи по ремонту машин і відновлення деталей.

Ремонтні і інші роботи високої складності (відновлення деталей) слід виконувати на підприємствах з високою оснащеністю виробництва, високої кваліфікації виробничих робіт і інженерно-технічних працівників.

У цій кваліфікаційній роботі проектується ділянка по відновленню розподільних валів автомобільних двигунів методом плазмового наплавлення. Ділянка по відновленню деталей може діяти як у складі ремонтного підприємства, так і самостійно.

В даному випадку ділянка по відновленню розподільних валів автомобільних двигунів плазмовим наплавленням діє у складі цеху по ремонту і відновленню

деталей плазмовим наплавленням.

Така ділянка може бути організована на будь-якому підприємстві, що займається питаннями експлуатації, ремонту і відновлення деталей (авторемонтні підприємства, підприємства технічного сервісу, майстерні по капітальному ремонту техніки, цеху (ділянки) відновлення зношених деталей і другі підприємства).

1.3 Конструктивні і технічні особливості деталі

Розподільні вали виготовляють із сталі 45 (у двигунів ЗІЛ -130 та ЯМЗ - 238) та сталі 45 селект (у ЗМЗ - 53). Кулачки, ексцентрики, шестерні та опорні шийки розподільних валів піддані поверхневому загартуванню з нагріванням ТВЧ на глибину 2-5 мм. Твердість поверхні зубів шестерні розподільчого валу двигуна ЗІЛ - 130 $HRC_e = 40-56$, решта термічно оброблених поверхонь $HRC_e = 52-62$. В процесі експлуатації розподільний вал з конструктивно закладений малою жорсткістю піддається дії змінних, рознесених по довжині навантажень, причому кожне навантаження додається з кутовим зміщенням по відношенню до іншої. Внаслідок цього розподільний вал працює не тільки на вигин, але і на кручення. Значні контактні тиски, що виникають в з'єднанні "кулачок-штовхальник", є причиною зносу кулачків розподільних валів.

1.4 Аналіз технічного стану зношеного розподільного валу

Основними дефектами розподільних валів є: вигин, знос опорних шийок і шийки під розподільну шестерню, кулачків, канавки шпони, знос або ушкодження різьблення.

Поверхні опорних шийок слід поновлювати при зносі більше 0,1...0,4 мм Знос кулачків сосредотачивается в області, яка примикає до вершини кулачка, і не перевищує 0,05 мм за межами 20 ...25 відносно вершини кулачка, допустимий знос залежить від типу двигуна і складає 0,2...1,4 мм Різьбову поверхню поновлюють при зносі, вифарбовуванні, зриві більше двох ниток різьблення. Правку валів

проводять при вигинах, які перевищують 0,1...0,15 мм пази Шпон поновлюють при зносі по ширині більше 0,07...0,09 мм

1.5 Вибір раціонального способу відновлення деталі

Для підвищення довговічності відновлених деталей велике значення мають науково обгрунтовані способи і технологічні процеси їх восстановлення. Вирішення цього питання має величезне народногосподарське значення, особливо у зв'язку з розвитком централізованого відновлення деталей на спеціалізованих підприємствах. Вибір оптимального способу є одним з основних питань при розробці технологічних процесів відновлення зношених деталей.

Великий внесок у розвиток теоретичних основ вибору раціонального способів відновлення зношених деталей автомобілів, тракторів, будівельної і дорожньої техніки внесли Батищев А.Н., Конкин М. Ю., Черноиванов В. І. і інші учені [2, 11, 27].

Аналіз літературних джерел [12, 20,21] показав, що нині оцінка способів відновлення деталей робитися за трьома критеріями :

- технологічному (критерій застосовності);
- технічному (критерій довговічності);
- техніко-економічному.

Таблиця 1.1 - Дефекти розподільних валів

| Дефект | Коефіцієнт повторюваності для двигунів | | | | | |
|--|--|---------|-------|---------|----------|------------|
| | ЯМЗ- 238 | СДМ- 60 | А- 01 | ЗМЗ- 53 | ЗИЛ- 130 | КамАЗ- 740 |
| Вигин валу,мм | 0,3 | 0,2 | 0,9 | 0,3 | 0,2 | - |
| Знос, мм : | | | | | | |
| - поверхні опорних шийок в межах ремонтних розмірів | 0,02 | 0,04 | 0,01 | 0,08 | 0,04 | 0,02 |
| - опорних шийок тих, щовиходять за межі ремонтних розмірів | 0,5 | 0,6 | 0,5 | 0,6 | 0,4 | - |
| - кулачків по висоті | 0,16 | 0,02 | 0,08 | 0,4 | 0,02 | 0,9 |
| - паза шпони вище за допустимий | 0,04 | 0,06 | 0,04 | - | 0,06 | - |
| - шийки під ексцентрик | - | - | - | 0,05 | - | - |
| - шийки під розподільну шестерню (зубчасте колесо) | 0,01 | 0,07 | 0,03 | 0,05 | 0,07 | - |
| Ушкодження різьблення (різьбового отвору) | 0,05 | 0,07 | 0,02 | 0,05 | 0,07 | - |

За технологічним критерієм вибір способів роблять на підставі можливостей їх застосування для усунення конкретного дефекту заданої деталі з урахуванням величини і характеру зносу, матеріалу деталі і її конструктивних особливостей. За цим критерієм призначають усі можливі способи, які в принципі можуть бути використані для усунення конкретного дефекту.

За технічним критерієм оцінюють технічні можливості деталі, відновленої кожним з намічених за технологічним критерієм способом, тобто цей критерій оцінює експлуатаційні властивості деталі в надійності від способу відновлення. Оцінка робиться по таких основних показниках:

- зчіплюваності;
- зносостійкості;
- втомній міцності;
- мікротвердості;
- довговічності.

2 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

2.1 Вибір пристосування і принцип його дії

У цьому розділі описуємо технічні рішення, що стосуються модернізованої установки для наплавлення. При відновленні кулачків розподільного валу наплавленням виникають труднощі. Тому для наплавлення кулачків по усій площі розроблено пристосування, що складається з копіювального пристрою і дозволяє наплавити кулачок з усіх боків. Кріпиться цей пристрій на обертачі установки. В якості базового верстата (на який кріпиться) запропоновано використати широко поширений верстат 16к20.

Схема установки для наплавки розташованої на базі верстата представлена на рис. 2.1. Вона включає установку порошкового живильника, плазмотрона і механізму коливань, а також вузол поздовжнього і поперечного переміщення супорта верстата. Блок отримання плазми зібраний з використанням вузлів і деталей установки для наплавлення моделі УПП5- 69.

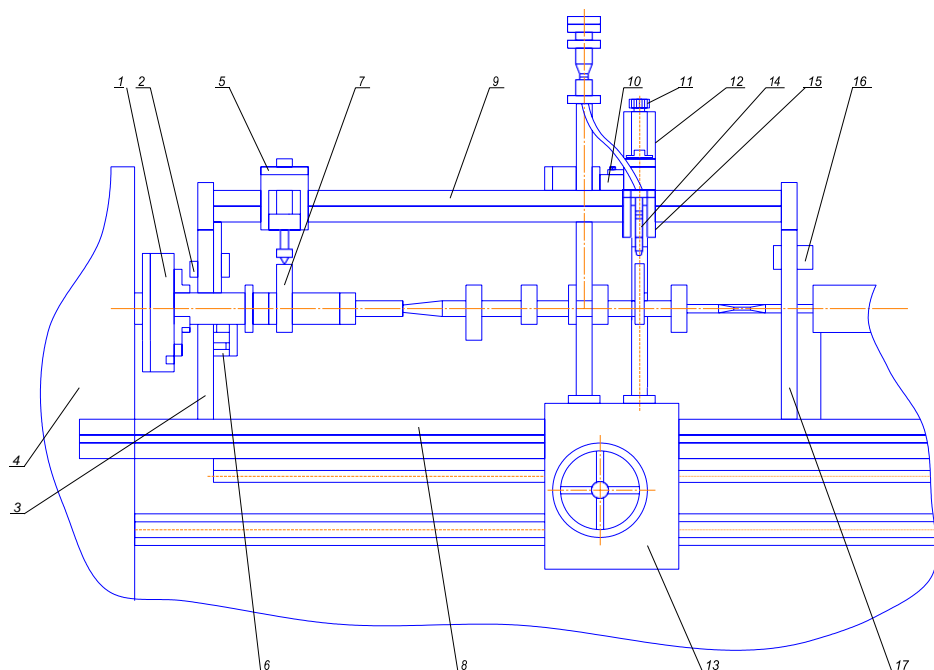


Рисунок 2.1 - Загальний вигляд проектованої установки

2.2 Розрахунок індуктора

Індуктори для загартування і нагріву поверхонь виконують у вигляді плоских спіралей або поодиноких витків, розташованих над тією, що нагрівається поверхнею. Індукований струм внаслідок ефекту близькості концентрується під індуктором. При загартуванні плоских поверхонь найчастіше використовується безперервно-послідовний нагрів

Нагрів вестимемо безперервно-послідовним способом. Для розрахунку використовуємо наступні параметри:

– товщина пластини $d=25$ мм;

– ширина $l_n=100$ мм

Частоту індуктора виберемо $f=25000$ Гц.

1. З [35 ст.34] знаходимо час нагріву $t_k=15$ с;

питома потужність - $p_0 = 1,5$ кВт.

2. Ширина паза в магнітопроводі:

$$v = \frac{0.6P_{\bar{A}}}{l_n \cdot p_0}; \quad (2.1)$$

Приймаємо $P_{\bar{A}} = 100$ кВт, тоді

$$v = \frac{0.64 \cdot 100}{20 \cdot 1.5} = 2.1 \text{ см}$$

3. Ширина індукуючого дроту (на ізоляцію з кожного боку залишимо $b=0.15$ см):

$$b = a - 2 \cdot \Delta b \quad (2.2)$$

тоді

$$b = 2,1 - 2 \cdot 0,15 = 1,8 \text{ см}$$

4. Висота індукторного дроту вибирається з наявності сортаменту круглих

трубок, з яких виготовляється прямокутна трубка для дроту. При цьому треба мати на увазі, що для пропуску води висота трубки у світлу не має бути менше 0,5 см.

5. Ширина магнітопровода :

$$c = (0.3 \div 0.75)a = 0.63 \pm 1.6 \text{ см} \quad (2.3)$$

Приймаємо $c = 1 \text{ см}$

6. Напруга на індукуючому дроті:

$$U = l_n U_0 \sqrt{p_0} \quad (2.4)$$

$$U = 20 \cdot 0.75 \sqrt{1.2} = 16.4 \text{ В}$$

7. Струм в індукторі:

$$I = a \cdot I_0 \sqrt{p_0} \quad (2.5)$$

$$I = 2.1 \cdot 3400 \sqrt{1.27821} \text{ А}$$

8. Визначаємо реактивне опір і струмопровідних шин. Розміри

шини :

$$l = 10 \text{ см}$$

$$b_1 = 2.5 \text{ см}$$

$$b_2 = 9 \text{ см}$$

$$b' = \frac{9 + 2.8}{2} = 5.75 \text{ мм}$$

— довжина контактної колодки трансформатора

Реактивний опір:

$$x_{\theta} = 2.5 \cdot 10^{-8} \cdot f \cdot l_{\theta} \cdot (2.3 \cdot \lg \frac{4 \cdot l_{\theta}}{b' + \Delta} + 0.5)$$

$$x_o = 2.5 \cdot 10^{-8} \cdot 2500 \cdot 10 \cdot (2,3 \cdot \lg \frac{4 \cdot 10}{5.75 + 0,14} + 0.5) = 1500 \hat{I} \text{ } \hat{I}$$

9. Падіння напруги на струмопровідних шинах:

$$U_o = 6.5 \cdot 10^{-3} \cdot 7821 = 50.84B$$

10. Напруга на індукторі:

$$U_i = 16.4 + 50.84 = 67.24B$$

11. Потужність, що підводиться до індуктора

$$P_i = \frac{p_0 \cdot I_n \cdot a}{\eta_n};$$

$$P_i = \frac{1.2 \cdot 20 \cdot 2.1}{0.8} = 63 \text{ кВт}$$

2.3 Вибір індукційної печі для наплавлення

Для плавки сормайти вибираємо електропіч індукційну плавильну типу ИСТ- 0,06/0,1

Електропіч індукційна плавильний тигель типу ИСТ- 0,06/0,1 місткістю 0,06 т. призначена для індукційної плавки і перегрівання чорних, кольорових і дорогоцінних металів струмами середньої частоти.

Електропіч може бути використана в ливарних виробництвах промислових підприємств усіх галузей народного господарства і для постачань на експорт, в країни з помірним і тропічним кліматом.

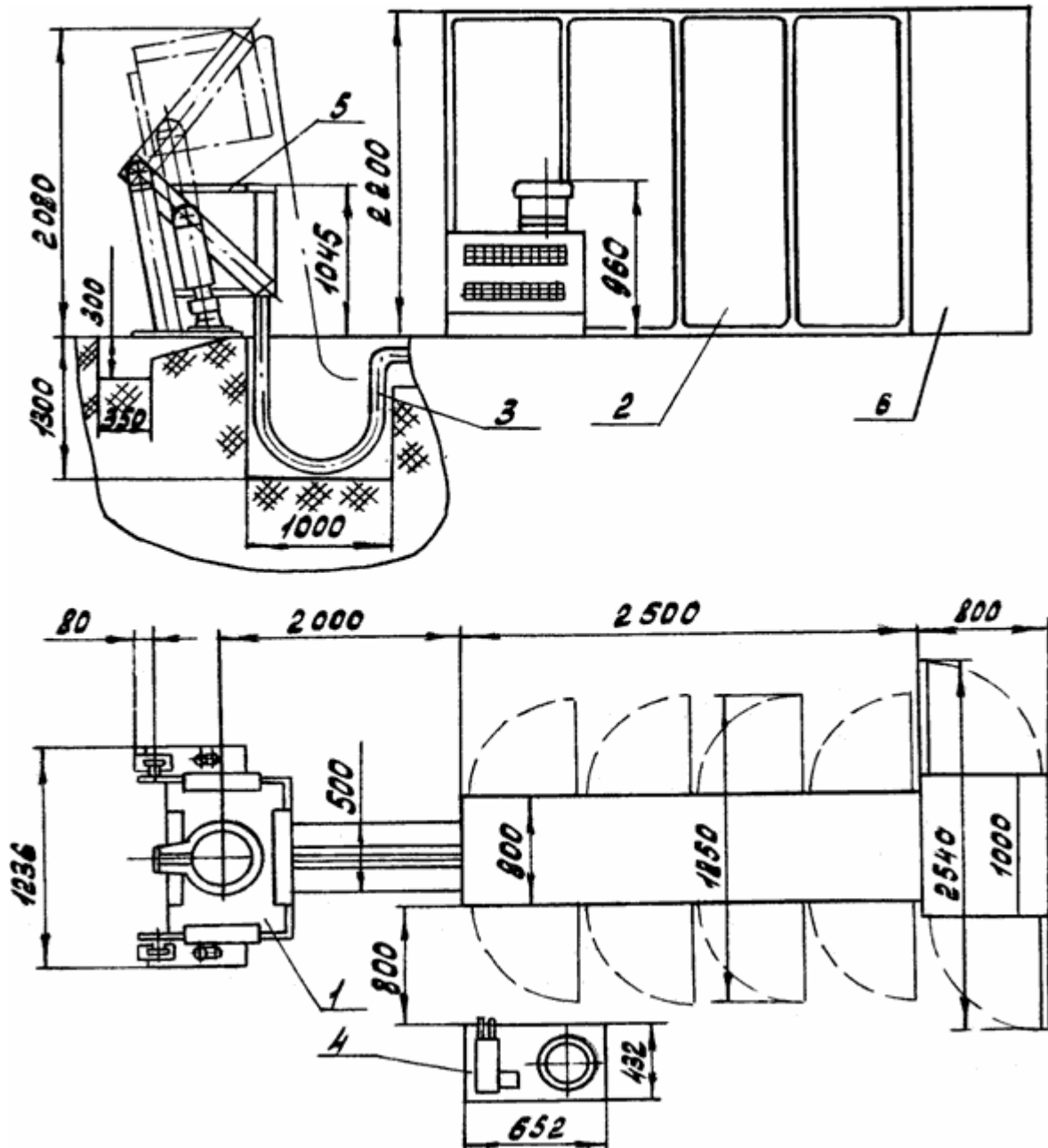


Рисунок 2.2 - Габаритні, настановні розміри і рекомендоване розміщення комплектуючого устаткування плавильної печі.

1 – електропіч індукційна ИСТ- 0,06/0,1; 2 - шафа управління;
3 – токопро вод; 4 - гідропривід; 5 - шаблон; 6 - перетворювач тиристора частоти.

3 Організаційна частина

3.1 Режими роботи і фонди часу

Режим роботи підприємства приймаємо однозмінний при п'ятиденній робочому тижню.

Номінальний річний фонд часу роботи робітників і устаткування визначаємо по формулі (3.1) :

$$\Phi_H = (K_P - t_{CM} - K_{\Pi} \cdot t_C) \cdot n, \quad (3.1)$$

Де K_P - число робочих днів в році ($K_P = 253$);

t_{CM} - тривалість зміни ($t_{CM} = 8,2$ год);

K_{Π} - число святкових днів;

n - число змін ($n = 1$).

$$\Phi_H = (253 - 8,2 - 6 \cdot 1) \cdot 1 = 2068,6 \text{ год.}$$

Дійсний річний фонд часу роботи робітника визначається з номінального фонду часу усіх втрат часу :

$$\Phi_{ДР} = (\Phi_H - K \cdot t_{CM}) \cdot \eta_P \quad (3.2)$$

де, Φ_H - номінальний річний фонд часу роботи;

K - загальне число робочих днів відпустки в році ($K = 24$);

η_P - коефіцієнт втрат часу роботи, приймаємо з таблиці $\eta_P = 0,97$

$$\Phi_{ДР} = (2068,6 - 24 \cdot 8,2) \cdot 0,97 = 1863,37 \text{ год.}$$

Дійсний річний фонд годині роботи устаткування розраховується по формулі (3.3) :

$$\Phi_{ДО} = \Phi_H \cdot n_C \cdot \eta_O \quad (3.3)$$

де, Φ_H - номінальний річний фонд часу роботи, год;

n_C - число змін в добу;

η_O - коефіцієнт використання устаткування, приймаємо з таблиці $\eta_{про} = 0,95$

$$\Phi_{ДО} = 2068,6 \cdot 1 \cdot 0,95 = 1965,17 \text{ год.}$$

3.2 Визначення річної трудомісткості виробничої програми

Загальний такт ремонту розраховується по формулі (3.4) :

$$r_O = \frac{\Phi_D}{N_K}, \quad (3.4)$$

де, Φ_D - дійсний річний фонд часу роботи робітників;

N_K - річна продуктивна програма.

$$r_O = \frac{1863,37}{1000} = 1,86.$$

Річна програма підприємства по ремонту розподільних валів двигунів складає 1000 шт.

Таблиця 3.1 - Річна програма підприємства

| Найменування операції | Норма часу | | Річна трудомісткість | Розрахунок кількості робітників | |
|-------------------------|------------|------|----------------------|---------------------------------|----------|
| | хв | год. | | розрахункове | прийняте |
| 1. Токарна обробка | 5 | 0,08 | 640 | 0,3 | 3 |
| 2. Наплавлення | 22 | 0,3 | 2400 | 1,2 | |
| 3. Правка | 3 | 0,05 | 400 | 0,03 | |
| 4. Шліфування | 9 | 0,15 | 120 | 0,06 | |
| 5. Контрольна перевірка | 2 | 0,03 | 240 | 0,12 | |
| РАЗОМ | | 0,61 | 3800 | 1,71 | 3 |

3.3 Розрахунок кількості робітників

Розрахунок кількості робітників визначається по формулі (3.5) :

$$P_C = \frac{T_T}{\Phi_D \cdot K}, \quad (3.5)$$

де: P_C - облікове число робітників;

T_T - річна трудомісткість по наплавленню;

Φ_D - планований коефіцієнт перевиконання норм вироблення $\Phi_D = 1,05 \dots 1,15$.

Для наплавлення:

$$P_C = \frac{2400}{1863,37 \cdot 1,05} = 1,2.$$

Для токарної обробки:

$$P_C = \frac{640}{1863,37 \cdot 1,05} = 0,3.$$

Для шліфовки:

$$P_C = \frac{120}{1863,37 \cdot 1,05} = 0,06.$$

Для контролю:

$$P_C = \frac{240}{1863,37 \cdot 1,05} = 0,12.$$

3.4 Визначення завантаження робочого місця

$$Z_P = \left(\frac{P_C}{P_{\text{ПР}}} \right) \cdot 100\%, \quad (3.6)$$

де $P_{пр}$ - прийняте число
робітників. Для наплавлення

$$z_p = \left(\frac{0,6}{1} \right) \cdot 100\% = 60\%.$$

Для токарної обробки:

$$z_p = \left(\frac{0,3}{1} \right) \cdot 100\% = 30\%.$$

Для шліфовки:

$$z_p = \left(\frac{0,06}{1} \right) \cdot 100\% = 6\%.$$

Для контролю:

$$z_p = \left(\frac{0,12}{1} \right) \cdot 100\% = 12\%.$$

3.5 Розрахунок кількості основного устаткування

Таблиця 3.2 - Зведена відомість устаткування майстерні

| № з/п | Найменування устаткування і іншого оснащення | Кількість | Марки, тип, модель, ГОСТ | Габаритні розміри, мм | Загальна площа, зайнята обладнанням, м ² |
|-------|--|-----------|--------------------------|-----------------------|---|
| 1 | Верстат токарний | 1 | 16K20 | 3080 × 1565 | 4,82 |
| 2 | Наплавлювальна | 1 | ОКС11233 | 3080 × 1565 | 4,82 |
| 3 | Прес гідравлічний | 1 | ОКС167Ш | 1500 × 640 | 0,96 |
| 4 | Копіювально-шліфувальний верстат | 1 | ЗА433 | 725 × 530 | 0,38 |
| 5 | Стіл для контролю | 1 | ОРГ-1468-01,09А | 2400 × 800 | 1,92 |
| 6 | Шафа для інструменту | 1 | ОРГ- 1468-0,7-040 | 860 × 360 | 0,31 |
| 7 | Муфельна піч | 1 | Н-30 | 610 × 645 | 0,39 |
| 8 | Візок для распределительных валів, требующих відновлення | 1 | | 740 × 520 | 0,38 |
| 9 | Візок для восстановления валів | 1 | | 740 × 520 | 0,38 |
| 10 | Стійка для балонів | 1 | | 460 × 580 | 0,26 |
| 11 | Стелаж для приготування порошка | 1 | | 1200 × 800 | 0,96 |

3.6 Розрахунок площ виробничої майстерні

Розрахунок площ виробничої майстерні розрахований по формулі (3.7) :

$$F_{yч} = \sum F_O \cdot K_{\Pi}, \quad (3.7)$$

де: F_O - сумарна площа, займана устаткуванням, м²;

K_{Π} - перехідною коефіцієнт, що враховує робочі зони, проходи і проїзди на відповідних ділянках. Визначається по таблиці. Для наплавлювальної ділянки $K_{\Pi} = 5,5 \dots 6,5$. Приймається $K_{\Pi} = 6$.

Площу, займану устаткуванням, визначаємо з суми площ устаткування

$$\Sigma F_O = 4,82 + 4,82 + 0,96 + 0,38 + 1,92 + 0,31 + 0,39 + 0,38 + 0,38 + 0,26 + 0,96 = 15,58 \text{ м}^2.$$

$$F_{\Sigma} = 15,58 \cdot 6 = 93,48 \text{ м}^2.$$

3.7 Розробка планування ділянки

Габарити (довжина, ширина) виробничого корпусу встановлюють з умови, що периметр будівлі при заданій площі має бути мінімальним, оскільки в цьому варіанті вартість будівництва будівлі буде найменшою.

Для контролю вводять поняття коефіцієнта доцільності плану будівлі ремонтного підприємства [15]:

$$\eta_{\Pi} = \frac{\sqrt{F_{\Pi P}}}{l_{\Pi} \cdot 0,282}, \quad (3.8)$$

де, $F_{\Pi P}$ - виробнича площа підприємства, м²;

l_{Π} - периметр будівлі по зовнішніх стінах, м;

0,282 – коефіцієнт пропорційності, чисельно рівний квадратному кореню з відношення площі круга до довжини його кола.

Найоптимальніший периметр будівлі відповідає довжині кола. На практиці необхідно, щоб коефіцієнт доцільності дорівнював 0,8.

Приступаючи до планування виробничого корпусу майстернею, слід передусім вибрати схему основної технологічної лінії виробничого процесу. Для майстерень переважно прийняти схему прямого потоку, коли відношення ширини до довжини дорівнює 1/3, а будівлю вибрати довільної форми. Будівельні вимоги і

набутої форми будівлі оцінюють коефіцієнтом доцільності плану будівлі майстерні.

Відділення і ділянки на плані виробничого корпусу розміщують так, щоб ремонтвані агрегати і окремі громіздкі деталі пересувалися по найкоротшому шляху, а взаємозв'язок розбірно-складальних відділень і відділень по відновленню деталей відповідав ходу технологічного процесу і напряму основного вантажопотоку. Тому слід розташовувати цехи і ділянки в одному корпусі.

Виробничі ділянки можуть займати один або декілька прольотів, а також частину прольоту. Не рекомендується розділяти їх перегородками, якщо це відповідає умовам виконання технології, вимогам техніки безпеки або пожежній безпеці. Ділянки, небезпечні в пожежному відношенні зварювальний, ковальсько-пресовий, термічний, деревообробний, малярний, відновлення деталей синтетичними матеріалами), мають бути ізолювані від інших приміщень вогнетривкими стінами.

Приміщення, відокремлювані перегородками, слід розміщувати у зовнішніх стін будівлі, оскільки це полегшує виконання перегородок і вентиляційних пристроїв.

При розставлянні устаткування дотримуються таких вимог. Відстань від стіни до задньої сторони верстата при його установці перпендикулярно до стіни повинно бути не менше 500 мм, відстань від верстата до стіни - не менше 1 м. Витяжні парасольки в суміжних відділеннях (наприклад, в ковальському і зварювальному) розташовують поруч, щоб влаштувати один димовідвід.

Технологічне планування передбачає розміщення устаткування усередині проєктованих підрозділів підприємства з урахуванням їх призначення, санітарно-технічних і будівельних норм. Планування ділянок розробляється одночасно з об'ємно-планувальним рішенням будівель і споруд на підставі цих розрахунків і прийнятої відомості устаткування.

Розставляння технологічного устаткування і оргоснастки на плануваннях зон і ділянок повинне виконуватися відповідно до схеми технологічного процесу, необхідних умов техніки безпеки, зручності обслуговування і монтажу

устаткування при дотриманні відстаней між устаткуванням і елементами будівлі, а також вимог норм технологічного проєктування підприємств.

При розставлянні устаткування необхідно: забезпечувати вільні шляхи транспортування по прямим лініях (основні потоки не повинні перетинатися і повинні мати чіткі межі), влаштовувати робочі зони так, щоб вони не перетиналися з шляхами руху транспортних засобів.

Технологічне устаткування і оргоснастка на плані об'єкту мають бути позначені позиціями, а їх перелік представлений в специфікації, що містить в табличній формі номери за планом, найменування устаткування і кількість.

Крім того, разом з вимогами оформлення, приведеними для планів виробничих корпусів, на плануваннях зон і ділянок вказують маркувальні осі будівлі і відстані між ними відповідно до загального компоувального планів виробничого корпусу, а також габаритні розміри зони (ділянки) .

Джерело живлення струмом має бути на відстані від стіни не менше 250 мм, верстат наплавальний на відстані 900 мм. Площа кожної установки при плазмовому наплавленні має бути 14-16 м². Норма відстаней між тильними сторонами обладнання має бути 700 мм при обладнанні з габаритами до 3000 × 1500 мм. Зазвичай застосовують прямокутне і прямолінійне розміщення, яке забезпечує організацію потоків в одному напрямі. При обслуговуванні робітником декількох одиниць устаткування передбачають зручне розташування усіх робочих зон з мінімальними переходами. З метою полегшення обслуговування робочі місця доцільно передбачати з боку проходів. При цьому обладнання, використане постійно, розміщують в зоні найбільшого природного освітлення.

Технологічне устаткування зображують в прийнятому масштабі умовним спрощеним контуром з урахуванням крайнього положення частин, що рухаються, дверець (кожухів), постійних обгороджувань і встановлюваних на устаткуванні виробів, якщо останні виходять в плані за габаритні розміри устаткування. У середині контура устаткування і оргоснастки або поза контуром на виносній полиці вказують його номер по специфікації до креслення.

4 Технологічний розділ

4.1 Характеристика плазмового нагріву

В якості джерела теплоти при наплавленні використовується плазмовий струмінь. Вона є високоінтенсивним джерелом теплоти, максимальна температура якого може перевищувати 2000°K , що дозволяє розплавити різні тугоплавкі матеріали. Плазму отримують пропусканням газового струменя через дуговий розряд, що збуджується між двома електродами. Дуга горить в замкнутому циліндричному каналі, стінки якого піддаються інтенсивному охолодженню. Охолодження зовнішньої поверхні стовпа дуги викликає його концентрацію, внаслідок чого температура стовпа дуги різко підвищується. Плазмоутворюючий газ проходить через міжелектродний простір, набуває високий запас енергії, яку використовують для нагріву в процесі наплавлення.

Для плазми характерна певна міра іонізації газу, якою називається відношення числа заряджених часток, що утворилися, до загальної кількості нейтральних часток в цьому об'ємі газу до іонізації.

Оскільки виділити плазму в чистому вигляді дуже важко, то для технічних цілей використовують дуговий розряд, що збагачений плазмою, називається низькотемпературною плазмою. В якості плазмообразуючих газів самостійно можуть бути використані аргон, азот, гелій, аміак. Водень і кисень можна застосовувати в суміші з аргонем, азотом. Застосування одного водню неможливе із-за його високої теплопровідності, що призводить до швидкого нагріву і руйнування сопла плазмотрона.

Різні гази і газові суміші мають різні фізико-хімічні властивості, доцільність використання яких визначається видом

плазмової обробки металів і мірою дії на вольфрамовий електрод. Найкращим газом, що захищає розжарений вольфрамовий електрод від окислення, є хімічно інертний аргон.

Газ в стані плазми електрично нейтральний, оскільки іонізація не створює надлишку в зарядах того або іншого знаку, і негативний заряд електронів компенсується позитивним зарядом іонів. Важливе значення має енергетичне саморегулювання дугового розряду. Ця властивість полягає в тому, що втрати енергії в довкілля компенсуються припливом свіжої енергії від джерела струму. Плазма придбаває нові властивості в порівнянні із звичайними газами. Висока концентрація електронів робить її електропровідною, причому електропровідність плазми досягає величини електропровідності металів. Із-за великої насиченості зарядженими магнітними частками плазма піддається дії магнітних полів.

Нині основним методом отримання плазми є метод пропускання газового струменя через полум'я стислої електричної дуги, розташованої у вузькому мідному каналі.

У сучасній зварювальній техніці застосовують три схеми отримання плазми.

Перша відповідає схемі стислої дуги прямої дії, коли анодом служить оброблюваний матеріал. Друга - стисла дуга побічної дії виникає між вольфрамовим електродом і внутрішнім соплом плазмотрона, з якого витікає у вигляді плазмового струменя. Дуга побічної дії електрично не пов'язана з оброблюваним металом.

Для нашого способу відновлення деталей найбільш застосовна третя схема з комбінованим підключенням плазмотрона до джерела живлення. В цьому випадку між вольфрамовим електродом і соплом анода запалюється стисла дуга побічної дії, що має електропровідність і утворює при зіткненні з струмоведучою оброблюваною деталлю стислу дугу прямої дії.

У звичайних умовах при прямій полярності дуга між неплавким вольфрамовим електродом і деталлю в атмосфері захисного газу має вигляд конуса, розміри якого залежать від сили струму і напруги. Зі збільшенням сили струму і напруги стовп такої дуги має можливість розширюватися, тому значної зміни температури і міри іонізації газу не спостерігається.

4.2 Устаткування для плазмового наплавлення розподільних валів

Нині застосовують установки для плазмового напилення (УМП- 5, УМП- 6, УПУ- 3, УПУ- 5), плазмового зварювання і плазмового наплавлення (УПН- 303, УПН- 602). Зварювальні плазмові установки також можна застосовувати для наплавлення. Монтажна схема установки включає:

- 1) джерело живлення;
- 2) обертач;
- 3) деталь, що наплавляється;
- 4) порошковий живильник;
- 5) плазмотрон;
- 6) пульт управління;
- 7) балони з газом;
- 8) баластний реостат;
- 9) дросель.

Стабільність наплавлення порошковими матеріалами в першу чергу залежить від надійності роботи плазмотрона і порошкового живильника.

Плазмотрони. Для наплавлення порошковими сплавами та дротом найбільшого поширення набули плазмотрони постійного струму прямої полярності. Незважаючи на велику різноманітність конструкцій плазмотронів, принцип їхньої дії та пристрій приблизно однакові. Принцип дії заснований на стисканні водоохолоджуваним соплом і газом, що проходить через нього. Плазмотрон складається з водоохолоджуваних катода та анода, відокремлених один від одного ізолятором, виготовленим найчастіше з текстоліту. У катоді кріпиться вольфрамовий електрод, що не плавиться, в аноді передбачені канали для формування плазмової дуги, подачі газів, наплавочного порошку.

Конструкції плазмотронів повинні забезпечувати виконання наступних вимог:

- надійність захисту зварювальної ванни від дії оточуючого повітря при мінімальній витраті газу;

- стабільність роботи плазмотронів відносно підтримки постійних заданих параметрів стислої дуги;
- великий термін служби при безперервній роботі;
- вільне проходження порошку різної форми в зону наплавлення через виконані в плазмотроне канали;
- достатнє і надійне охолодження ділянок плазмотрона, схильних високим наплавленням навантаженню.

Нині створений ряд плазмотронів і порошкових живильників для наплавлення. Принципова відмінність конструкцій цих плазмотронів від інших плазмових пальників з поданням порошку в зону дуги - використання газу, що транспортує порошок і службовця одночасно для захисту зварювальної ванни. Ця важлива конструктивна особливість дозволяє на 50- 60% скоротити загальну витрату газів, зменшити розміри пальників і поліпшити захист зварювальної ванни.

Плазмотрони дають можливість наплавляти зношені поверхні. Термін служби плазмотрона не менш півроку. Плазмотрон виходить з ладу із-за розплавлення плазмоутворюючого сопла, що відбувається в результаті порушення режиму наплавлення : сила струму більше допустимої величини, замикання плазмотрона на деталь. Напруга, залежно від використання транспортуючого газу, складає 25-35 В, при наплавленні в аргоні і 45-55 В, при наплавленні в азоті і вуглекислому газі.

Порошковий живильник. Порошкові живильники служать для утримання порошку, регулювання його витрати та забезпечення стабільної та рівномірної подачі через плазмотрон у зону наплавлення. Після плазмотрону порошковий живильник є найважливішим вузлом, що визначає якість наплавлення. В даний час для газотермічного наплення застосовують різні за конструкцією типи порошкових живильників: інжекторні, барабанні, шнекові. Як правило, перелічені типи живильників забезпечують стабільну роботу порошку при витраті щонайменше 25-30 г/хв. У той же час при плазмовому наплавленні шарів товщиною до 1 мм і при комбінованій наплавці потрібна рівномірна та безперебійна подача порошку від 4 г/хв і більше. Для цього живильники, що серійно випускаються, доводиться допрацьовувати шляхом установки в дозуючий

пристрій шайби з меншим отвором.

Шафа управління. На шафі управління зосереджені прилади і пристрої, контролюючі процес плазмоутворення і водопостачання. Основне призначення шафи управління при плазмовому наплавленні з поданням порошку в зварювальну ванну - забезпечення включення установки тільки після подання в плазмотрон охолоджувальної води і плазмоутворюючого газу. Інакше плазмоутворююче сопло розплавляється і плазмотрон виходить з ладу. Проте шафи управління, що входять до складу установок для плазмового напилення, непридатні для роботи в режимі плазмового наплавлення і вимагають переобладнання газовою і електричною схем. Це пов'язано з тим, що в плазмотронах для напилення витрата плазмообразуючого газу складає не менше 25 л/хв, а в плазмотронах для наплавлення порошками не перевищує 2,5 л/хв, і робота розпочинається з первинного запалення

Коливальний механізм. Коливач призначений для зворотно-поступального переміщення плазмового пальника уздовж осі наплавляючої циліндричної деталі із заданою частотою і амплітудою з метою підвищення продуктивності праці шляхом отримання валика необхідної ширини за один оберт деталі. При наплавленні плоских поверхонь коливач переміщує плазмотрон перпендикулярно напрямку подання деталі, що наплавляється, формуючи валик необхідної ширини.

При відновленні деталей плазмовим наплавленням з поданням порошку в зону наплавлення необхідно, щоб коливач забезпечував частоту коливань в межах $50 \dots 70 \text{ хв}^{-1}$ з амплітудою 4...30 мм. Застосовують коливачі з пневматичним та електричним приводом. Останні забезпечують плавні та рівномірні коливання, що дозволяє отримувати якісні наплавлені шари без підрізів. Однак коливачі з пневматичним приводом простіше у пристрої, для їх приводу не потрібне застосування дефіцитних малогабаритних електродвигунів постійного струму.

Джерела живлення. Для живлення наплавної установки плазмової з поданням порошку у зварювальну ванну потрібно джерело живлення постійного струму з тією, що падає вольт - амперною характеристикою і напругою холостого ходу не нижче 60 В. Цій вимозі задовольняють зварювальні випрямлячі ВД-306, що серійно

випускаються, ВД- , ВДУ-504.

Обертач. Токарний верстат забезпечує задану частоту обертання деталі і швидкість переміщення плазмотрона уздовж деталі. Підтримка необхідної частоти обертання здійснюється установкою до верстата знижуючого редуктора. Частота обертання має бути в межах $0,3 \dots 10 \text{ хв}^{-1}$. При плазмовому наплавленні на супорті токарного верстата необхідно змонтувати пристрій для кріплення плазмотрона і його переміщення по вертикалі. Кращим варіантом кріплення і переміщення плазмотрона і деталі є спеціальні верстати для плазмового наплавлення з електромеханічним приводом, що забезпечує безступінчате регулювання усіх необхідних рухів плазмотрона і деталі в заданих межах.

Окрім перерахованого устаткування в плазмову установку входять:

- баластні реостати (РБ- 300) для регулювання струму і створення падаю- щів характеристики джерела струму;
- осцилятор або блок підпалу для запалення плазмового струменя, який виникає в результаті іонізації проміжку між вольфрамовим електродом і плазмоутворюючим соплом;
- дросель для оберігання ізоляції джерелом живлення ось пробою розрядами осцилятора;

4.3 Вибір схеми і оптимізація режимів наплавлення кулачків

Механізоване відновлення кулачків розподільних валів на ремонтних підприємствах здійснювався з використанням копіювальних пристроїв, принцип дії яких заснований на зміні положення валу в просторі при нерухомій наплавлювальній голівці.

Застосування стислої дуги і наплавлювальних порошків для відновлення розподільних валів за рахунок мобільності плазмотрона дозволяє змінити традиційну схему копіювання.

4.4 Технологія відновлення розподільних валів

Розподільні вали працюють в умовах знакозмінних навантажень. Для їх відновлення найраціональніше застосовувати порошкові тверді сплави. Для більшості кулачків вимагається наплавити тільки верхівку. Однак при значному зносі кулачки наплавляють за профілем і потім шліфують під номінальний розмір. Наплавлення виконують за допомогою копіювального пристрою, змонтованого на токарному верстаті. Для плавного регулювання швидкості наплавлення верстат наводиться в рух від джерела постійного струму. В якості наплавлювальних матеріалів для наплавлення кулачків сталевих розподільних валів використовуються порошкові сплави ПГ-СР4+3% Al, ПГ-ФБХ6- 2+6%, ПГ-С1+6% Al. Кулачки чавунних валів найдоцільніше наплавляти порошковим сплавом ПГ-СР4+5% Al. Товщина шару наплавлення на вершину кулачка 1,3-1,6 мм, на циліндричну поверхню 0,4-0,6 мм. При напавленні сплавів на залізній основі (ПГ-ФБХ6- 2+6% Al, ПГ-С1+6% Al) на кулачки розподільних валів, виготовлених із сталі, в якості транспортуючого газу можна застосовувати азот. Обробка кулачків, відновлених порошковими сплавами ПГ-СР4 з твердістю покриття HRCЭ = 45...50 здійснюється шліфувальними кругами з електрокорунда ЭБ16-25С1Б, ЭБ16-25С1К, зернистістю 16-25, середній твердості СІ на бакелітовій або керамічній зв'язці. Обробка кулачків, відновлених порошковими сплавами на основі заліза, производится шліфувальними кругами з карбіду кремнію чорного або карбіду кремнію зеленого, зернистістю 16-25, середній твердості СІ, на керамічній зв'язці.

В процесі наплавлення постійними параметрами залишалися витрата плазмоутворюючого газу 1,2 - 2л/хв, транспортуючого газу 7 - 9 л/хв, частота коливань плазмотрона 0,4 - 0,5 Гц; відстань від плазмотрона до деталі 9 - 12 мм.

$T_{п.з}$ - підготовчо-завершальне; $T_{п.з}=15$ хв;

Виходячи з цих даних, визначається норма часу на наплавлення (див. формулу 4.12) :

$$T_H = 4,7 + 0,54 + 0,12 + 15 / 20 = 6,11 \text{ хв.}$$

Токарна обробка

$$T_H = T_{OCH} + T_{BCП} + T_{ДОП} + \frac{T_{П.З}}{n}, \text{ хв}$$

$$T_{OCH} = \frac{L}{n \cdot S} \cdot i, \text{ хв} \quad (4.13)$$

де: L - розрахункова довжина обробки у напрямі подання, мм;

n - частота обертання, хв^{-1} ;

S - подання, мм/об.

$$L = l + l_1 + l_2 + l_3, \text{ мм} \quad (4.14)$$

$$L = 70 + 0,8 + 9 + 5 + 1 = 79,8 \text{ мм}$$

Частота обертання визначається як:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}, \quad (4.15)$$

$$T_{OCH} = \frac{L}{n \cdot S} \cdot i, \text{ хв},$$

$$T_{OCH} = \frac{79,8}{20 \cdot S}; T_{OCH} = 5,4 \text{ хв},$$

$$T_H = 5,4 + 0,54 + 0,12 + 10 / 20 = 6,56 \text{ хв}.$$

4.5 Вибір наплавлювального порошку, плазмоутворюючого і транспортуючого газів

Наплавлення деталей робиться зносостійкими присадними металами, відмінними по складу і структурі ось основного металу. В цьому випадку для зменшення деформацій і попередження тріщин слід прагнути до того, щоб зона плавлення була мінімальною і досить міцною, по пластичній структурній, здатній до релаксації напруги. .

У більшості випадків при відновленні деталей наплавлення зношених поверхонь здійснюють твердими порошковими сплавами, що мають високу зносостійкість. Проте ці сплави не забезпечують в зоні сплаву достатньої міцності із-за утворення крихких прошарків. Тому нерідко для відновлення деталей, працюючих зі знакозмінними навантаженнями, використовується наплавний

матеріал з меншою межею міцності, менш зносостійкий, але більш пластичний. Вибір високолегованих твердих порошкових сплавів пояснюється не тільки їх високою зносостійкістю, але і особливими властивостями, характерними для дисперсних частин. У порівнянні з монолітними проводами температура плавлення їх нижча, вони мають вищу питому поверхню та їх додавання до проводів значно збільшує хімічну активність перебігу реакцій у зварювальній ванні, яка сприяє зниженню температури формування кращого протікання процесу. Порошкові тверді сплави по зносостійкості в 1,5 разу перевершують традиційно вживані наплавлювальні матеріали (зносостійкі електродні проволікання, порошкові проволікання, стрічки). Відновлення з їх використанням деталі зазвичай мають ресурс вище за нових.

При плазмовому наплавленні застосовують порошкові тверді сплави на нікелевій (ПР-Н70Х17С4Р4, ПР-Н77Х15С3, ПР-Н73Х16С3Р3) і на залізній (ПГ-С27, ПГ-УС25, ПГ-ФБС6- 2, ПГ-С1) основі. С27, ПГ-УС25, ПГ-ФБС6-2, ПГ-С1) основі. Твердість перших складає $HRCE = 35-58$, других $HRCЭ = 42-60$. Грануляція порошків для наплавлення повинна бути не менше 100 мкм, так як дрібні частинки більшою мірою окислюються і випадають, крім того, вони забивають сопло плазмотрону. Для наплавлення валів були відібрані такі тверді сплави на залізній основі: УС-25, сормайт-1, ФБХ-6-2+3% Al, ПГ-СП4+3% Al. Ці порівняно недорогі та зносостійкі сплави у достатній кількості випускаються нашою промисловістю. Однак відомо, що тверді сплави мають значну крихкість і при наплавленні часто утворюються тріщини. Додавання 8% за вагою порошкового алюмінію сплави сормайт- 1, УС- 25, сприяє усуненню тріщин в наплавочних шарах. Добавка алюмінію не знижує зносостійкості наплавлених шарів, а навпаки, спостерігається деяке їх підвищення. Твердість перших складає $HRCE = 35-58$, других $HRCЭ = 42-60$.

Плазмове наплавлення раціонально застосовувати для відновлення розподільних валів з використанням як присадковий матеріал порошкових твердих сплавів на залізній та на нікелевій основі. Як газу для плазмоутворення використовується аргон. Для транспортування порошку у зварювальну ванну та її

захисту можуть застосовуватися аргон, витрата 6-10 л/хв, та азот 10-16 л/хв. У разі застосування аргону якість наплавлення, як правило, висока. Але для розподільних валів, головним чином, посадкових місць, найбільш доцільно використовувати дешевий азот, застосування якого при наплавленні порошками на залізній основі з обов'язковим додаванням до останніх у відсотках по вазі порошкового алюмінію дозволяє отримати зносостійкі покриття високої якості. Хімічний склад порошків наведено у таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 - Хімічний склад хромонікелевих порошків і порошків на залізній основі

| Марка | нікель | вуглець | хром | кремній | бор | залізо | марганець | вольфрам | молібден |
|----------------------------|-----------|------------|---------|-----------|-----------|--------|-----------|-----------|----------|
| хромонікелеві порошки | | | | | | | | | |
| ПР-Н77Х15С3Р2 | Основа | 0,35 – 0,8 | 14 – 16 | 2,8 – 3,5 | 1,8 – 2,3 | до 5 | — | — | — |
| ПР-Н73Х16С3Р3 | Основа | 0,6 – 0,9 | 15 – 17 | 2,7 – 3,7 | 2,3 – 3,0 | до 5 | — | — | — |
| ПР-Н77Х17С4Р4 | Основа | 0,8 – 1,2 | 16 – 18 | 3,8 – 4,5 | 3,1 – 4,0 | до 5 | — | — | — |
| ПР-Н67Х18С5Р5 | Основа | 0,9 – 1,5 | 16 – 19 | 4,0 – 5,0 | 4,0 – 4,7 | до 5 | до 1 | — | — |
| порошки на залізній основі | | | | | | | | | |
| ПГ-С27 | 2 – 4 | 3,3 – 4,5 | 25 – 28 | 1,0 – 2,0 | — | Основа | 0,8 – 1,5 | 0,2 – 0,4 | 0,08 |
| ПГ-СР4 | 3 – 5 | 3,1 – 4,3 | 27 – 31 | 1,0 – 3,0 | — | Основа | 0,5 – 1,3 | 0,4 – 0,7 | 0,15 |
| ПГ-С1 | 3 – 5 | 2,5 – 3,3 | 32 – 37 | 2,8 – 4,2 | — | Основа | 0,4 – 1,5 | 0,4 – 1,5 | — |
| ПГ-ФБХ- 6-2 | 1,3 – 2,5 | 3,5 – 6,5 | 32 – 37 | 1,0 – 2,5 | 1,3 – 2,0 | Основа | 0,4 – 1,5 | 1,5 – 4,0 | — |
| ПГ-УС25 | 1,0 – 1,8 | 4,4 – 5,4 | 35 – 41 | 1,6 – 2,6 | < 2,5 | Основа | — | — | — |

4.6 Порядок роботи на установці

У цьому пункті проекту рекомендується наступний порядок роботи на установці для плазмового наплавлення розподільних валів.

1. Засипати просушений присадний порошок у бачок живильника.
 2. Закріпити розподільний вал в центрах верстата і встановити плазменну пальник на необхідну висоту.
 3. Відкрити вентилі балонів і за допомогою редукторів встановити необхідний тиск газів, що подаються до пульта управління.
 4. Включити подання води і переконатися, що вона проходить через пальник і зливається в каналізацію.
 5. Включити в мережу пульт управління.
 6. Включити токарний верстат, зачистити металевою щіткою або наждачний шкіркою місце наплавлення і встановити необхідну швидкість обертання деталі і крок наплавлення.
 7. Встановити струм чергової і прямої дуг.
 8. Включити місцеву вентиляцію.
 9. Включити джерело струму.
 10. Відкрити вентиль подання плазмообразующего і що транспортує газ заклик, манометром і ротаметром встановити їх відповідну витрату.
 11. За допомогою тумблера включити пульт управління.
 12. Натисненням кнопки "Пуск" включити двигун порошкового живильника, встановити необхідну витрату наплавлювального порошку.
 13. Тумблером, розташованим на пульті управління, включити двигун порошкового живильника.
 14. Включити коливальний механізм і відрегулювати частоту коливань.
 15. Включити контактором або рубильником пряму дугу, почати наплавлення і у разі потреби за допомогою реостатів відкоригувати струм.
- Виключити верстат.

5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Методика розрахунку економічної ефективності відновлення деталей

Якість і економічна доцільність проведення ремонтно-відновних робіт має велике значення в промисловому і сільськогосподарському виробництві. Часто з тих або інших причин не вдається придбати новий, замість зношеного елементу машини або механізму, зважаючи на що виникає необхідність проведення ремонту в умовах власної майстерні.

«Використовуючи традиційні методи відновлення деталей, вдається ефективно відновити номінальні розміри з вказаними в ТУ допусками, а також продовжити експлуатаційний ресурс шляхом зміцнення і усунення наслідків зносу, деформаційних і інших процесів.

Ефективність відновлення деталей під час ремонту машин важлива ще й тому, що усуваються небажані значні перерви при виконанні необхідних операцій загального виробничого технологічного процесу, тобто зменшуються матеріальні затрати за рахунок зних простоїв техніки.

Таким чином, розрахунки доцільності і ефективності відновлення деталей можна одержати порівнюючи витрати при діючий чи пропонованій до впровадження технології виробництва.

Доцільність відновлення також можна оцінити співвідношенням ціни нової деталі із собівартістю відновленої. Рахується, що ремонт економічно вигідний, якщо собівартість відновлення менша, або дорівнює витратам на нову деталь. Ця виглядає наступним чином:

$$C_v \leq B_n, \quad (5.1)$$

де C_v - собівартість відновлення дефектної деталі;

B_n - вартість нової деталі з урахуванням всіх торгово-заготівельних і транспортних витрат, грн.

Така умова об'єктивно оцінює економічну доцільність відновлення, якщо споживча якість відновленої деталі така ж як у нової, ресурс деталей однаковий.

Якщо ж ресурс після відновлення деталі змінився, тоді економічну доцільність відновлення одержують, враховуючи зниження питомих витрат на одиницю ресурсу» [6]:

$$\frac{B_n - B_{2зал}}{T_n} \geq \frac{B_{1зал} + C_v - B_{2зал}}{T_p}, \quad (5.2)$$

де $B_{1зал}$ - залишкова вартість деталі (вартість ремонтного фонду), грн. ($B_{1зал} = 1,2 \cdot B_{2зал}$);

$B_{2зал}$ - залишкова вартість деталі до закінчення терміну її служби, грн.

($B_{2зал} = (0,025-0,03) \cdot B_n$);

C_v - собівартість відновлення деталі, грн;

T_p - термін служби деталі після відновлення, мото-год,

($T_p = (0,8 - 1,1) \cdot T_n$);

T_n -термін роботи нової деталі до чергового ремонтного впливу (ресурс) мото-год; ($T_n = 1000-6000$ мото-год, в залежності від виробників деталі, умов роботи тощо).

«Ліва частина нерівності є критерій ефективності відновлення, а права частина дійсний критерій ефективності відновлення деталі.

У роботі необхідно спочатку визначити критерій ефективності відновлення K_e »[6]:

$$K_e = \frac{B_n - B_{2зал}}{T_n}, \quad (5.3)$$

де K_e - граничне значення критерію ефективності на одиницю ресурсу, грн / мото-год .;

«Після одержання критерію ефективності відновлення треба розрахувати дійсний критерій ефективності відновлення деталі :

$$K_e = \frac{B_{1\text{зал}} + C_e - B_{2\text{зал}}}{T_p}, \quad (5.4)$$

де K_e - граничне значення критерію ефективності в грошовому вираженні на одиницю ресурсу, грн / мото-год .;

«Собівартість відновлення деталей враховує всі витрати виробництва по здійсненню виробничого процесу та визначається за формулою:

$$C_e = B_m + Z_{пл} + B_{обл} + B_{ни} + B_{ц} + B_{нев}, \quad (5.5)$$

де C_e - собівартість відновлення деталі, грн;

B_m - вартість ремонтних матеріалів $B_m = (0,25 - 0,40) \cdot B_{1\text{зал}}$, грн;

$Z_{пл}$ - повна заробітна плата виробничих робітників з відрахуваннями на соціальне страхування, грн;

$B_{обл}$ - витрати на утримання та експлуатацію обладнання, грн;

$B_{ни}$ - витрати на утримання інструменту, пристроїв і оснащення

$B_{ни} = (0,1 - 0,15) \cdot B_{обл}$, грн;

$B_{ц}$ - цехові витрати, грн;

$B_{нев}$ - невиробничі витрати, що являють собою витрати по збуту продукції (тару, упаковка, витрати на доставку та інші витрати, пов'язані зі збутом продукції), грн., $B_{нев}$ дорівнює 3% від виробничої собівартості, тобто

$$B_{нев} = 0,03 (B_m + Z_{пл} + B_{обл} + B_{ни} + B_{ц}).$$

Основна та додаткова заробітна плата виробничих робітників з відрахуваннями до державних страхових фондів визначають з наступної формули :

$$Z_{пл} = \left(\frac{T_{н1} \cdot C_1}{60} + \frac{T_{н2} \cdot C_2}{60} + \dots + \frac{T_{н6} \cdot C_6}{60} \right) \cdot K_c \cdot K_d \cdot K_{с.с} = T_{шт} \cdot C_{ср.год} \cdot K_c \cdot K_d \cdot K_{с.с}, \quad (5.6)$$

де $T_{н1}, T_{н2} \dots T_{н6}$ - норма часу на виконання операцій з першого по шостий розряд (з урахуванням підготовчого часу) в розрахунку на одну деталь, хв;

$C_1 C_2 \dots C_6$ - тарифна ставка робітника відповідного розряду, грн./год;

$C_{cp.год}$ - годинна тарифна ставка робітника середнього розряду, грн/год.
Приймаємо $C_{cp.год} = 88,6$ грн / год , що відповідає теперішнім нормам годинних тарифних ставок робітників відповідного розряду;

$T_{ум}$ - трудомісткість відновлення деталі, люд-год – (розраховується як сума трудомісткостей операцій по відновленню деталей, данні яких беруться з технологічної документації);

K_c , K_d , $K_{c.c}$ - коефіцієнти, що враховують, відповідно, доплату за понаднормові та інші роботи ($K_c = 1,025-1,03$), додаткову заробітну плату ($K_d = 1,1-1,3$) і відрахування в державні соціальні фонди ($K_{c.c} = 1,425$).

«Витрати на утримання і експлуатацію обладнання визначають у відсотковому відношенні від амортизації обладнання за формулою :

$$B_{обл} = 2,49 \sum_{j=1}^m \frac{Ц_{aj} \cdot a_j \cdot t_j}{100 \cdot \Phi_d \cdot \eta_{oj}}, \quad (5.7)$$

де $Ц_{aj}$ - балансова вартість обладнання, на якому виконується j -а операція, грн;

a_j - норми амортизаційних відрахувань по обладнанню з j -й операції, % (для стендового обладнання $a_j = 20\%$ для верстатного обладнання $a_j = 10\%$, для зварювально-наплавочного обладнання $a_j = 40\%$,);

t_j - трудомісткість j -й операції, люд-год ;

Φ_d - дійсний річний фонд часу обладнання, год – (приймається при однозмінному режимі роботи рівним 2000 год.);

η_{oj} - коефіцієнт завантаження обладнання на j -й операції – (для токарних операцій $\eta_{oj} = 0,65$, фрезерних $\eta_{oj} = 0,87$, шліфувальних $\eta_{oj} = 0,93$, наплавочних $\eta_{oj} = 0,48$, зварювальних $\eta_{oj} = 0,70$).

Цехові витрати визначаються за формулою[6]:

$$B_{ц} = 2,33(0,3 \cdot Z_{пл} + 0,17 \cdot B_{обл}), \quad (5.8)$$

Виконані розрахунки дають змогу провести порівняльний аналіз одержаних значень критерію ефективності відновлення і дійсного критерію

ефективності відновлення деталі.

Якщо при відновленні деталей питомі витрати в розрахунку на одиницю ресурсу зменшуються, то такі ремонтні роботи економічно виправдані. Тобто, якщо $K_e \leq K_e$ - дійсний критерій ефективності використання деталі після відновлення менше або, в крайньому випадку, дорівнює граничним значенням, визначеним до проведення відновлення, то відновлення деталі доцільно»[6].

5.2 Результати розрахунку економічної ефективності відновлення кулачкового валу двигуна ЯМЗ-238

1. Визначаємо залишкову вартість деталі до моменту закінчення терміну її служби або вибраковування:

$$B_{2\text{зал}} = (0,025 - 0,03) \cdot B_H = 0,03 \cdot 9500 = 285 \text{ грн}$$

2. Визначаємо критерій ефективності відновлення за формулою (5.3):

$$K_e = (B_H - B_{2\text{зал}}) / T_H = (9500 - 285) / 4000 = 2,3 \text{ грн/мото-год.}$$

3. Визначаємо залишкову вартість деталі з урахуванням всіх транспортно-заготовчих витрат (вартість ремонтного фонду):

$$B_{1\text{зал}} = 1,2 \cdot B_{2\text{зал}} = 1,2 \cdot 285 = 342 \text{ грн.}$$

4. Витрати на ремонтні матеріали дорівнюють:

$$B_M = (0,25 - 0,40) \cdot B_{1\text{зал}} = 0,35 \cdot 342 = 119,7 \text{ грн.}$$

5. Основну та додаткову заробітну плату виробничих робітників з відрахуваннями до страхових фондів визначаємо за формулою (5.6):

$$Z_{\text{пл}} = \left(\frac{T_{\text{н1}} \cdot C_1}{60} + \frac{T_{\text{н2}} \cdot C_2}{60} + \dots + \frac{T_{\text{н6}} \cdot C_6}{60} \right) \cdot K_e \cdot K_\delta \cdot K_{e.c} = T_{\text{шт}} \cdot C_{\text{ср.год}} \cdot K_e \cdot K_\delta \cdot K_{e.c} =$$

$$= 0,56 \cdot 88,6 \cdot 1,03 \cdot 1,2 \cdot 1,42 = 87,08 \text{ грн.}$$

6. Витрати на утримання і експлуатацію обладнання визначаємо

за формулою (5.7):

$$B_{обл} = 2,49 \sum_{j=1}^m \frac{C_{aj} \cdot a_j \cdot t_j}{100 \cdot \Phi_d \cdot \eta_{oj}} = 2,49 \left\{ \frac{50000 \cdot 10 \cdot 0,08}{100 \cdot 2000 \cdot 0,65} + \frac{36000 \cdot 40 \cdot 0,3}{100 \cdot 2000 \cdot 0,48} + \frac{99000 \cdot 10 \cdot 0,15}{100 \cdot 2000 \cdot 0,93} \right\} = 4,5$$

грн.

7. Витрати на утримання інструменту, пристроїв і оснащення цільового призначення складуть:

$$B_{ni} = (0,1 - 0,15) \cdot B_{обл} = 0,15 \cdot 4,5 = 0,67 \text{ грн.}$$

8. Цехові витрати визначаємо за формулою (5.8):

$$B = 2,33(0,3 \cdot 3_{пл} + 0,17 \cdot B_{бл}) = 2,33(0,3 \cdot 87,08 + 0,17 \cdot 4,5) = 60,31 \text{ грн.}$$

9. Невиробничі витрати визначимо з виразу:

$$B_{нев} = 0,03(B_M + 3_{пл} + B_{обл} + B_{ni} + B_{ц}) = \\ = 0,03(119,7 + 87,08 + 4,5 + 0,67 + 60,31) = 8,17 \text{ грн.}$$

10. Визначаємо собівартість відновлення деталі по формулі (5.5):

$$= 119,7 + 87,08 + 4,5 + 0,67 + 60,31 + 8,17 = 280,43 \text{ грн.}$$

11. Дійсний критерій ефективності відновлення деталі по формулі (5.4):

$$K_v = B_{I_{зал}} + C_v - B_{2_{зал}} = 342 + 280,43 - 285/3600 = 0,09 \text{ грн/мото-год.}$$

$$T_p = 0,9 \cdot T_H = 0,9 \cdot 4000 = 3600 \text{ мото-год.}$$

Так як $K_v \leq K_e$ –розподільний вал двигуна ЯМЗ - 238 доцільно відновлювати.

12. Економія від відновлення однієї деталі складе:

$$E = B - C_{\phi} = 9500 - 280,43 = 9219,57 \text{ грн.}$$

Результати розрахунків зводимо в табл. 7.1.

Таблиця 5.1 Техніко-економічні показники ефективності відновлення

| Найменування показника | Значення показника |
|--|--------------------|
| 1. Вартість нової деталі B_n , грн. | 9500 |
| 2. Залишкова вартість деталі $B_{I_{зал}}$, грн. | 342 |
| 3. Залишкова вартість деталі до моменту закінчення терміну її служби або вибраковування $B_{2_{зал}}$, грн. | 285 |
| 4. Термін служби нової деталі T_n , мото-год. | 4000 |
| 5. Термін служби деталі після відновлення, T_p , мото-год. | 3600 |
| 6. Собівартість відновлення деталі C_v , грн. | 280,43 |
| 7. Граничне значення критерію ефективності відновлення деталі K_e , грн/мото-год. | 2,30 |
| 8. Дійсний критерій ефективності відновлення деталі K_e , грн/мото-год. | 0,09 |
| 9. Економія від відновлення однієї деталі складе, грн. | 9219,57 |

6 Охорона праці

5.1 Конструктивно-технологічна характеристика об'єкту

Таблиця 6.1 - Технологічний паспорт об'єкту

| № з/п | Технологічний процес | Технологическая операция, вид работ | Найменування посади робітника, що виконує технологічний процес, операцію | Обладнання, пристрій, пристосування | Матеріали, речовини |
|-------|---|--|--|--|---|
| 1 | Наплавлення і восстановление рабочих шийок двигателя внутреннего сгорания грузового автомобиля и строительной техники | Операция газоплазменного наплавления шийок | Газосварник 4-го разряда, Токарь – универсал 3-го разряда | Спеціальна установка для наплавлення на базі токарний - винто-різьбленого верстата, модуль плазмотрона | Метал, спеціальні порошки для наплавлення |

6.2 Методи і технічні засоби зниження професійних ризиків

У цьому розділі необхідно підібрати і обґрунтувати використовувані організаційно-технічні методи і технічні засоби (способи, пристрої) захисту, часткового зниження, або повного усунення небезпечного і/або шкідливого виробничого чинника.

Таблиця 6.3 - Методи і засоби зниження дії небезпечних і шкідливих про-
изводственных чинників

| № з/п | Небезпечний і / або шкідливий произ- водственный чинник | Організаційні методи і технічні засоби захисту, зниження, устра- нения небезпечного і / або шкідливого производствен- ного чинника | Засоби індивіду- ального захисту ро- бітника |
|----------|--|--|--|
| 1 | Машини, що рухаються, і меха- низми | Дотримання правил без- небезпеки виконання робіт | Каска захисна окуляри захисні |
| 2 | Рухомі частини виробничого обладнання; вироби, що пересуваються, заготівлі | Обгороджування устаткування | Каска захисна, окуляри захисні |
| 3 | Підвищена запиленість і загазованість повітря робочої зони | Застосування приточно- витяжної вентиляції | Респіратор |
| 4 | Підвищена або знижена температура поверхонь обо- рудования, матеріалів | Обгороджування устаткування | Краги для металлур- га |
| 5 | Підвищений рівень шуму на робочому місці | Наладка устаткування | Беруші |

6.3 Забезпечення пожежної і техногенної безпеки даного технічного об'єкту

У цьому розділі проводиться ідентифікація потенційного
возникнове- ния класу пожежі і виявлених небезпечних чинників
пожежі з розробкою техни- ческих засобів і/або організаційних методів
по забезпеченню (поліпшенню) пожежної безпеки технічного об'єкту

(производственно-технологічного і інженерно-технічного устаткування, зробленою продукції, використовуваних сировинних матеріалів, а також мають бути вказані пожежобезпечні характеристики зроблених технічних об'єктів в процесах їх експлуатації (зберігання, кінцевій утилізації по завершенню життєвого циклу).

Ідентифікація небезпечних чинників пожежі

Пожежі класифікуються по виду горючого матеріалу і підрозділяються на наступні класи:

- 1) пожежі, пов'язані з горінням твердих горючих речовин і конструкційних матеріалів (А);
- 2) пожежі, пов'язані із займанням і горінням рідин або плавлячих твердих речовин і матеріалів (В);
- 3) пожежі, пов'язані із займанням і горінням газів (С);
- 4) пожежі, пов'язані із займанням і горінням металів (D);
- 5) пожежі, пов'язані із займанням і горінням речовин і матеріалів електроустановок, що знаходяться під електричною напругою (Е);
- 6) пожежі радіоактивних речовин матеріалів і радіоактивних відходів.

До небезпечних чинників пожежі, що впливають на людей і матеріального

майно, відносяться:

- 1) полум'я і іскри;
- 2) тепловий потік;
- 3) підвищена температура довкілля;
- 4) підвищена концентрація токсичних продуктів горіння і термічного розкладання;
- 5) знижена концентрація кисню;
- 6) зниження видимості в диму (задимлених просторових зонах).

До супутніх проявів небезпечних чинників пожежі відносяться:

- 1) осколки, що утворюються в процесі пожежі, частини будівель, що

зруйнувалися, інженерних споруд, транспортних засобів, енергетичного обладнання, технологічних установок, виробничого та інженерно-технічного обладнання, агрегатів і трубопроводних нафто-газо-аміакопроводів, виробленої та/або зберігається продукції та матеріалів та іншого майна, радіоактивні і токсичні речовини, що утворюються, і матеріали, пополеглі в докiлля із зруйнованих пожежею технологічних установок, устаткування, агрегатів, виробів і іншого майна, технічного об'єкту, що горить;

2) винесення (замикання) високої електричної напруги на струмопровідні частини технологічних установок, обладнання, агрегатів, виробів та іншого майна; небезпечні чинники вибуху, що виникають внаслідок пожежі;

термохімічні дії використовуваних при пожежі речовин на предмети і людей.

6.4 Розробка технічних засобів і організаційних заходів по забезпеченню пожежної безпеки

Таблиця 6.5 - Технічні засоби забезпечення пожежної безпеки

| | | | | | | | |
|---|-----------------------------------|---|--|------------------------|--|--|---|
| Первинні засоби пожежогасіння | Мобільні засоби пожежогасіння | Стационарні установки системи пожежогасіння | Засоби пожежної автоматики | Пожежне обладнання | Засоби індивідуального захисту та порятунку людей під час пожежі | Пожежний інструмент (механізований та немеханізований) | Пожежна сигналізація, зв'язок та оповіщення |
| Вогнегасники, вуглекислотні, пінні, порошкові, крани, | Пожежні автомобілі, пожежні сходи | Устаткування для піногенератора пожежогасіння | Прилади приймально-контрольні пожежні, | Напірні пожежні рукави | Мотузки пожежні, карабіни пожежні, респіратори, протигази | Ломи, багри, сокири, лопати, комплект діелектричний | Автоматичні сповіщувачі |

| | | | | | | | |
|------------------------|--|--|---|--|--|--|--|
| ящики з піс- ком | | | технічні засоби оповіщен ня та управлінн евакуаціє ю пожеж- ні | | | | |
|------------------------|--|--|---|--|--|--|--|

Організаційні заходи по запобіганню пожежі

У цьому розділі розробляються організаційні (організаційно-технічні) заходи по запобіганню виникненню пожежі або опас-них чинників сприяючих виникненню пожежі.

Таблиця 6.6 - Організаційні (організаційно-технічні) заходи по забезпеченню пожежної безпеки

| Найменування техноло- гічного процесу, устаткування техніч- ного об'єкту | Найменування видів тих,що реалізуються організаційних (організаційно- технічних) заходів | Пред'явлені вимоги щодо забезпечення пожежної безпеки, ефекти, що реалізуються |
|---|---|--|
| Багатоцільова операція, багатоцільовий верстат мод. МС- 32 | Контроль за правильною експлуатацією обладнання, утримання у справному стані обладнання. вання, проведення | Проведення протипожежних інструктажів, заборона куріння та застосування відкритого вогню в недозволених місцях, дотримання заходів пожежної |

| | | |
|--|---|---|
| | інструктажу по по- жарной небезпеки, застосування автома- тичних облаштувань виявлення, опове- щення і гасіння пожеж | безпеці при проведенні вогневих робіт, застосування способів пожежогасіння, застосування засобів пожежної сигналізації і засобів сповіщення про пожежу |
|--|---|---|

Висновки по розділу

У розділі «Охорона праці» приведена характеристика виробничої ділянки по відновленню деталей машин шляхом застосування газоплазмового наплавлення, перераховані технологічні операції, посади працівників, виробничо-технічне і інженерно-технічне устаткування, вживані сировинні технологічні і витратні матеріали, що комплектують вироби і вироблювані вироби.

Проведена ідентифікація професійних ризиків по здійснюваному технологічному процесу відновлення деталей машин.

Розроблені організаційно-технічні заходи, що включають технічні облаштування зниження професійних ризиків, підібрані засоби індивідуального захисту для працівників.

Розроблені заходи по забезпеченню пожежної безпеки технічного об'єкту. Проведена ідентифікація класу пожежі і небезпечних чинників пожежі і розробка засобів, методів і заходів забезпечення пожежної безпеки. Розроблені засоби, методи і заходи забезпечення пожежної безпеки. Розроблені заходи по забезпеченню пожежної безпеки на технічному об'єкті.

Ідентифіковані екологічні чинники і розроблені заходи по забезпеченню екологічної безпеки на технічному об'єкті.

Висновок

Проблема підвищення експлуатаційної надійності і довговічності строи- тільних і дорожніх машин невідкладно ставить завдання створення принципово нових технологічних процесів відновлення зношених деталей і зміцнення нових, таких, що забезпечують підвищення терміну їх служби і високу продуктивність при значному економічному ефекті.

Одним з ефективних шляхів вирішення цієї проблеми є нанесення захисних і відновних покриттів за допомогою плазми.

За останнє десятиліття робляться спроби впровадження різних плазмових способів нанесення покриттів в машинобудівному і ремонтному виробництві. Проте при цьому виникає ряд проблем, пов'язаних з недосконалістю технології методів і технологічних режимів нанесення порошкових сплавів, які дозволяють отримувати наплавлені шари завтовшки 0,3 - 2,5 мм без пір і тріщин і без попередньої теплової підготовки поверхонь. Наплавлювальні поверхні мають високу зносостійкість при роботі в різних середовищах, а також при високій контактній нарузі на робочих поверхнях деталей.

Таким чином, плазмове наплавлення можна використати навіть в масовому виробництві, де велике значення має швидкість і стабільність продукції.

У даній роботі розроблений технологічний процес відновлення розподільних валів двигунів мобільної сільгосптехніки плазмовим наплавленням, а також маршрути відновлення на підставі операцій технологічного процесу відновлення. Розрахунок техніко-економічних показників дає також основу вважати розробку технології відновлення розподільних валів методом плазмового наплавлення економічно ефективною.

Список використаних джерел

1. Горбачев, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие для вузов/ А.Ф. Горбачев, В.А. Шкред. М.: – ОООИД «Альянс.», 2007 – 256 с.
2. Ремонт сільськогосподарської техніки: Довід./ В.К. Аветисян, В.А. Бантковський, В.О. Деєв та ін.; За ред. О.І. Сідашенка, О.А. Науменка. – К.:Урожай, 1992. – 304 с.
3. Лебедев, В. А. Технология машиностроения : Проектирование технологий изготовления изделий : учеб. пособие для вузов / В. А. Лебедев, М. А. Тамаркин, Д. П. Гепта. - Гриф УМО. - Ростов-на-Дону : Феникс, 2008. - 361 с.
4. Маталин А. А. Технология машиностроения : учеб. для студ. вузов, обуч. по спец. 151001 напр. "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроит. производств" / А. А. Маталин. - Изд. 3-е, стер. ; Гриф УМО. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2010. - 512 с.
5. Суслов, А. Г. Технология машиностроения : учеб. для вузов / А. Г. Суслов. - 2-е изд., перераб. и доп. ; Гриф МО. - Москва : Машиностроение, 2007. - 429 с.
6. Проектирование ремонтно-технологической документации: Методические указания. / А.К. Автухов, А.В. Тихонов, В.А. Бантковский, В.Ф. . – Харьков, ХГТУСХ, 2001 – 45 с.
7. Расторгуев Д. А. Разработка плана изготовления деталей машин : учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2013. - 51 с.
8. Марочник сталей и сплавов / сост. А. С. Зубченко [и др.] ; под ред. А. С. Зубченко. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2003. - 782 с.
9. www.vniiinstrument.ru

- 10.Панов, А.А. Обработка металлов резанием: Справочник технолога / А.А.Панов, В.В.Аникин, Н.Г. Байм и др.; под общ. ред. А.А. Панова. – М. : Машиностроение, 1988.
- 11.Технология машиностроения : учеб. пособие для вузов. В 2 кн. Кн. 1. Основы технологии машиностроения / Э. Л. Жуков [и др.] ; под ред. С. Л. Мурашкина . - Изд. 3-е, стер. ; Гриф МО. - Москва : Высш. шк., 2008. - 278 с.
- 12.Технология машиностроения : учеб. пособие для вузов. В 2 кн. Кн. 2. Производство деталей машин / Э. Л. Жуков [и др.] ; под ред. С. Л. Мурашкина.
- 13.- Изд. 3-е, стер. ; Гриф МО. - Москва : Высш. шк., 2008. - 295 с. : ил. - Библиогр.: с. 292-293.
- 14.Технология машиностроения : учеб. пособие для вузов / под ред. М. Ф. Пашкевича. - Минск : Новое знание, 2008. - 477 с.
- 15.Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 1 / А. М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. - 5-е изд., испр. - Москва : Машиностроение-1, 2003. - 910 с.
- 16.Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 2 / А. М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. - 5-е изд., испр. - Москва : Машиностроение-1, 2003. - 941 с.
- 17.Гузеев В. И., Режимы резания для токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станков с числовым программным управлением : справочник / В. И.Гузеев, В. А. Батуев, И. В. Сурков ; под ред. В. И. Гузеева. - 2-е изд. - Москва : Машиностроение, 2007. - 364, [1] с.
- 18.Режимы резания металлов : справочник / Ю. В. Барановский [и др.] ; под ред. А. Д. Корчемкина. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва : НИИТавтопром, 1995. - 456 с.
- 19.Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов :

- справочник / под общ. ред. В. И. Баранчикова. - Москва : Машиностроение, 1990. - 399 с.
20. Расчет припусков и межпереходных размеров в машиностроении: Учеб. пособ. Для машиностроит. спец. вузов/ Я.М. Радкевич, В.А. Тимирязев, А.Г. Схиртладзе, М.С. Островский; Под ред. В.А. Тимирязева. – 2-е изд. Высш.шк. 2007 г.
21. Афонькин, М.Г. Производство заготовок в машиностроении. / М.Г. Афонькин, В.Б. Звягин – 2-е изд., доп. и пер.ера. СПб: Политехника, 2007 – 380с.
22. Боровков, В.М. Заготовки в машиностроении : учеб. пособие для ву- зов по спец. 1201 "Технология машиностроения" / В. М. Боровков [и др.] ; ТГУ. - Гриф УМО; ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2007. - 67 с. : ил. - 34-00.
23. Металлорежущие станки [Электронный ресурс] : учебник. В 2 т. Т. 1 / Т. М. Авраамова [и др.] ; под ред. В. В. Бушуева. - Москва : Машиностроение, 2011. - 608 с.
24. Металлорежущие станки [Электронный ресурс] : учебник. В 2 т. Т. 2 / В. В. Бушуев [и др.] ; под ред. В. В. Бушуева. - Москва : Машиностроение, 2011. - 586 с.
25. Блюменштейн В. Ю. Проектирование технологической оснастки : учеб. пособие для вузов / В. Ю. Блюменштейн, А. А. Клепцов. - Изд. 3-е, стер. ; гриф УМО. - Санкт-Петербург : Лань, 2014. - 219 с.
26. Горохов В. А. Проектирование технологической оснастки : учеб. для вузов / В. А. Горохов, А. Г. Схиртладзе, И. А. Коротков. - Гриф УМО. - СтарыйОскол : ТНТ, 2010. - 431 с.
27. Ермолаев В.В. Технологическая оснастка. Лабораторно-практические работы и курсовое проектирование: учеб. пособ. – М.: Изд-во «Академия», 2012. – 320 с.
28. Зубарев, Ю.М. Расчет и проектирование приспособлений в машино-

- строении [Электронный ресурс] : учебник. - Электрон. дан. - СПб. : Лань, 2015.- 309 с.
- 29.Тарабарин, О. И. Проектирование технологической оснастки в машиностроении : учеб. пособие для вузов / О. И. Тарабарин, А. П. Абызов, В. Б. Ступко.- Изд. 2-е, испр. и доп ; гриф УМО - Санкт-Петербург : Лань, 2013. - 303 с.
- 30.Станочные приспособления : справочник. В 2 т. Т. 1 / редсовет: Б. Н. Вардашкин (пред.) [и др.] ; ред. тома Б. Н. Вардашкин [и др.]. – М. : Машиностроение, 1984. - 592 с.
- 31.Основи охорони праці: Підручник. 21ге видання, доповнене та перероблене. / К. Н. Ткачук, М. О. Халімовський, В. В. Зацарний, Д. В. Зеркалов, Р. В. Сабарно, О. І. Полукаров, В. С. Коз'яков, Л. О. Мітюк. За ред. К. Н. Ткачука і М. О. Халімовського. — К.: Основа, 2006 — 448 с.
- 32.Система стандартів з інформації, бібліотечної та видавничої справи. Бібліографічний запис. Бібліографічний опис. Загальні вимоги та правила складання (ГОСТ 7.1–2003, IDT) ДСТУ ГОСТ 7.1:2006. – К.: Лебеденко О.В. Методичні рекомендації з економічного обґрунтування дипломних проектів і робіт для студентів факультету механізації сільського господарства, (кафедра надійності і ремонту машин) за напрямом підготовки "Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва" / Лебеденко О.В. Дніпропетровськ: ДДАУ, 2011. – 16 с
- 33.Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення ДСТУ3008 – 95. - [Чинний від 1996-01-01]. — К. : Держстандарт України 1995. – 37 с. – (Національний стандарт України).

