

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

ТРУБЧАНИНОВ АРТЕМ АНДРІЙОВИЧ

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

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ВІДНОВЛЕННЯ КОРПУСУ ЕЛЕКТРОДВИГУНА
ПОГРУЖНОГО НАСОСА

Спеціальність 208 Агроінженерія

Кваліфікаційна робота бакалавра

Керівник:
Кім Єн Дар., д.т.н, професор

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**

ТРУБЧАНИНОВУ АРТЕМУ АНДРІЙОВИЧУ

1. Тема роботи «Розробка технології відновлення корпусу електродвигуна
погружного насоса»

керівник роботи Кім Є.Д. доктор техн.наук, професор

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

- Аналіз сучасного стану відновлення корпусу електродвигуна насоса.

- Проектна технологія відновлення корпусу.

- Безпека і екологічність технічного об'єкту.

- Оцінка економічної ефективності випускної кваліфікаційної роботи.

5. Перелік графічного матеріалу:

- Погружний насос.

- Ремонтне креслення деталі.

- Схема технологічного процесу відновлення погружного насоса.

- План ділянки для наплавлення деталей.

- Сучасне обладнання для газополум'яного напилення деталей.
- Схема модернізованої установки для плазмового наплавлення

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	Аналіз сучасного стану відновлення корпусу електродвигуна насоса	12.04.2023	
2	Проектна технологія відновлення корпусу	25.04.2022	
3	Безпека і екологічність технічного об'єкту	12.05.2023	
4	Оцінка економічної ефективності випускної кваліфікаційної роботи	30.05.2023	
5	Представлення до захисту	05.06.2023	

Здобувач _____ Трубочанінов А.А.

Керівник кваліфікаційної роботи _____ Кім Єн Дар

АНОТАЦІЯ

Тема роботи: «Розробка технології відновлення корпусу електродвигуна погрузного насоса»

Пояснювальна записка складається з 60 сторінок, 22 рисунків, 25 джерел.

Мета випускної кваліфікаційної роботи - підвищення продуктивності і якості відновлення елементів корпусу погрузного електродвигуна гідравлічного насоса із сталі 20ХГСФЛ.

Основним дефектом виробу є знос посадочних поверхонь. Попередній літературний огляд дозволив виділити п'ять найбільш застосованих до даного виробу способів відновлення :

1) ручне дугове наплавлення штучними електродами; 2) наплавлення порошковим дротом; 3) наплавлення в середовищі вуглекислого газу; 4) лазерне наплавлення; 5) плазмове наплавлення.

Подальша робота по досягненню поставленої мети велася шляхом рішення наступних завдань : 1) обґрунтування вибору способу відновного наплавлення виробу; 2) складання проектної технології відновного наплавлення виробу; 4) оцінка безпеки і екологічності технічних рішень; 5) оцінка економічної ефективності технічних рішень.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 Аналіз сучасного стану відновлення корпусу електродвигуна насоса	8
1.1 Опис виробу і особливостей його експлуатації	8
1.2 Опис дефектів у виробі.	11
1.3 Відомості про матеріал виробу.	13
1.4 Недоліки базової технології ремонту.	15
1.5 Аналіз змісту джерел науково-технічної інформації з питання відновлення деталей машин.	16
1.6 Формулювання завдань випускної кваліфікаційної роботи . .	18
2 Проектна технологія відновлення корпусу	20
2.1 Обґрунтування вибору способу відновлення.	20
2.2 Підвищення ефективності плазмового наплавлення.	26
2.3 Планування ділянки для наплавлення деталей	31
3 Безпека і екологічність технічного об'єкту	35
3.1 Технологічна характеристика об'єкту.	35
3.2 Персональні ризики, що виникають при реалізації технологічного процесу.	37
3.3 Розроблені технічні і організаційні пропозиції по зменшенню виявлених при аналізі проектної технології професійних ризиків	39
3.4 Розроблені технічні і організаційні пропозиції по забезпеченню пожежної безпеки на ділянці зварювання	40
3.5 Оцінка безпеки для природного середовища пропонуваніх технічних рішень	42
3.6 Укладення по розділу	43
4 Оцінка економічної ефективності випускної кваліфікаційної роботи	44
4.1 Початкові дані для виконання розрахунків	44
4.2 Розрахунок фонду часу	46
..	

4.3 Розрахунок норми штучного часу на ті, що змінюються операції технологічного процесу.	47
4.4 Розрахунок заводської собівартості базового і проектного варіантів технології.	49
4.5 Калькуляція заводської собівартості зварювання по базовому і проектному варіанту технології.	53
4.6 Капітальні витрати по базовому і проектною технологіям .	54
4.7 Показники економічної ефективності проектній технології.	56
4.8 Укладення по економічному розділу.	57
ВИСНОВОК	58
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.	59

ВСТУП

Зараз сучасне виробництво має в розпорядженні десятки різних способів, якими можна зробити ремонт і відновлення деталей машин [3].

Вибір способу відновлення конкретної деталі повинен доводити доцільність застосування цього способу відновлення і ґрунтуватися на аналізі технічних, економічних і організаційних показників альтернативних способів відновлення деталі.

Існуюча технологія ремонту включає наступні операції: заварка тріщин, відновлення посадочних поверхонь шляхом постановки додаткової ремонтної деталі. Ці способи відновлення деталей мають ряд недоліків : при заварці тріщин вище вказаним методом в деталі виникає значна термічна напруга, такий процес дуже трудомісткий і вимагає великі енерговитрати, що в умовах високих цін на енергоресурси є великим недоліком; при постановці додаткової ремонтної деталі значно зменшується втомна міцність деталі. Таким чином існуючі технології відновлення мають ряд серйозних недоліків, що і обумовлює необхідність проектування ефективнішої технології відновлення.

Для відновлення деталей корпусу погрузного електродвигуна із сталі 20ХГСФЛ зараз використовується стандартна технологія ремонту із застосуванням ручного дугового зварювання електродами марки УОНИ 13/55 або УОНИ 13/65. Також при зварюванні застосовується додатковий локальний нагрів дефектної ділянки. Як показала практика, ця технологія має малу продуктивність, ускладнюється наявністю термічної обробки, в процесі її реалізації в зварному шві, і в околшовній зоні висока вірогідність утворення тріщини. Після закінчення нетривалого часу після відновлення деталі виходять з ладу.

Мета випускної кваліфікаційної роботи - підвищення продуктивності і якості відновлення елементів корпусу погрузного електродвигуна гідравлічного насоса із сталі 20ХГСФЛ/

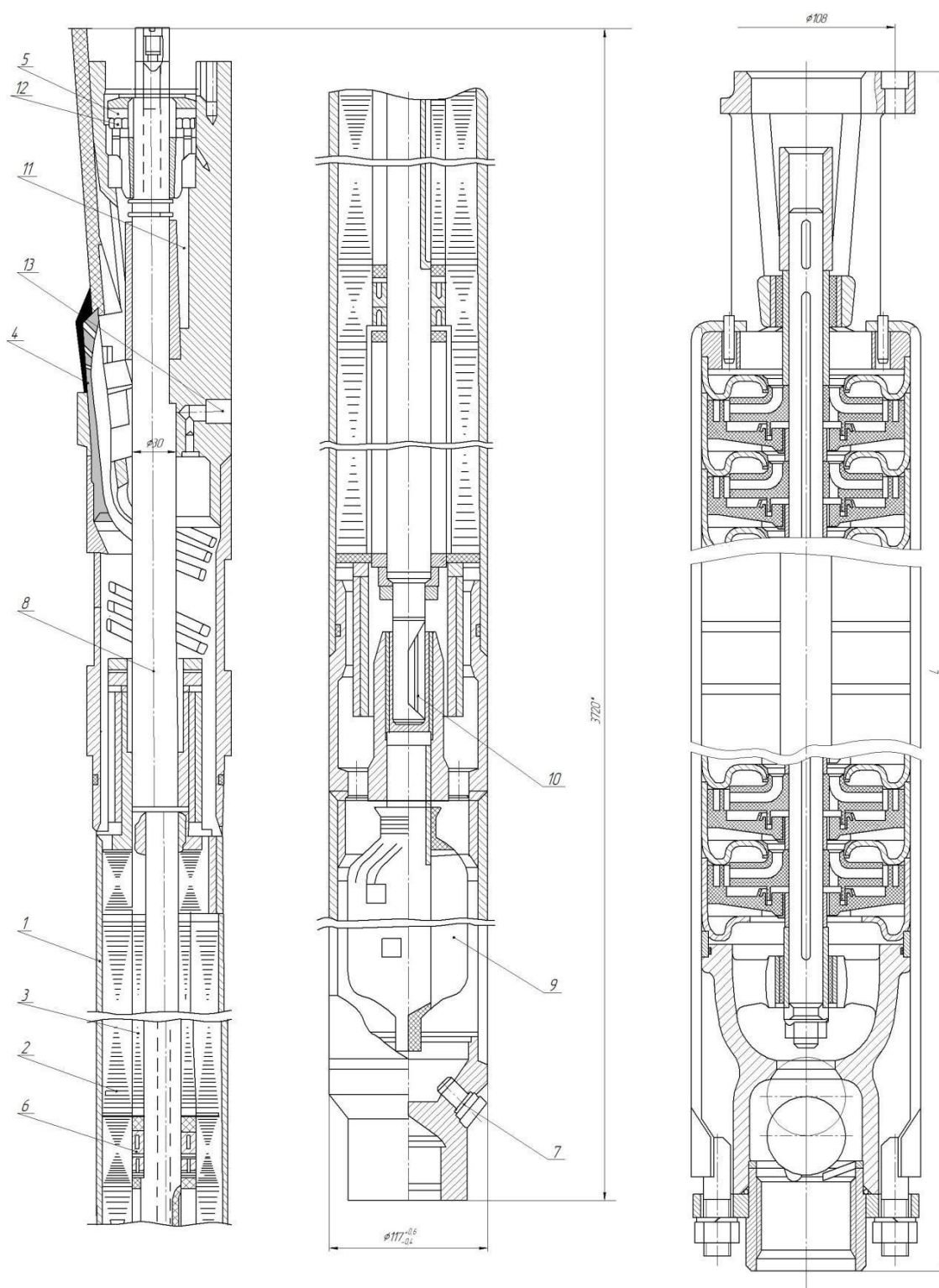
1 Аналіз сучасного стану відновлення корпусу електродвигуна насоса

1.1 Опис виробу і особливостей його експлуатації

Гідравлічні насоси типу ЭЦВ відносяться до вертикальних відцентрових насосів. На рис.1.1 показаний свердловинний насос типу ЭЦВ. Цей насос - багатоступінчастий, відмітною особливістю якого є агрегування його в єдиний блок з електродвигуном погрузного типу, при цьому увесь агрегат (насос - електродвигун) занурюється під динамічний рівень води у свердловині.

Гідравлічний насос типу ЭЦВ складається з двох основних частин: насосної частини і електродвигуна. Енергія до електродвигуна підводиться по спеціальному кабелю. Насоси типу ЭЦВ об'єднані в єдину серію. Вони призначені для подання чистої води зі свердловин з температурою до 25 °С. відповідно до ГОСТ 10428-71 подання їх складає 0,63... 1000 м³/год при натиску 12...680 м. Гідравлічні занурювальні насоси працюють в умовах гідроабразивного зношування. Увесь насос знаходиться у водному середовищі тому до них пред'являються жорсткі вимоги по корозійній стійкості. Особлива увага приділяється електроізоляції струмопровідних частин деталей.

Найбільш поширеними є наступні несправності: агрегат не дає необхідного подання; агрегат працює, але вода не подається; агрегат споживає підвищену потужність. Причинами того, що агрегат не дає необхідного подання являються : великий опір всмоктуючої частини насоса (забита сітка), обертання у зворотний бік, зношені робочі колеса і направляють. Причина того, що агрегат працює, але вода не подається являється те, що насос знаходиться вище за статичний рівень води у свердловині. Головною причиною падіння потужності є збільшений проміжок між статором і ротором в наслідок гідроабразивного зношування.



1 – корпус, 2 - статор, 3 - ротор, 4 - муфта, 5 - п'ята, 6 - підшипник, 7 - зливний кран, 8 - вал, 9 - масляною фільтр, 10 - отвір для циркуляції олії, 11 - відстійник, 12 - кабель

Рисунок 1.1 - Гідравлічний занурювальний насос

Причини того, що агрегат споживає підвищену потужність :
неправильна збірка насоса, що викликає заїдання бічних поверхонь колеса об
лопаточні відведення, неправильна збірка насоса з електродвигуном.

Занурювальні насоси містять ряд різьбових, пресових і штифтових
з'єднань, що обумовлює зниження їх ремонтної технологічності.

Деталь корпусу, що розглядається для відновлення, - корпус підшипника
(рис. 1.2). Ця деталь складається з власне верхнього корпусу підшипника,
втулки, підшипника. Оскільки ця деталь є базовою, то від якості її відновлення
багато в чому залежить працездатність насоса в цілому. Верхній корпус
підшипника виготовлений із сталі 20ХГСФЛ, а підшипник - сталь 20 + гума.

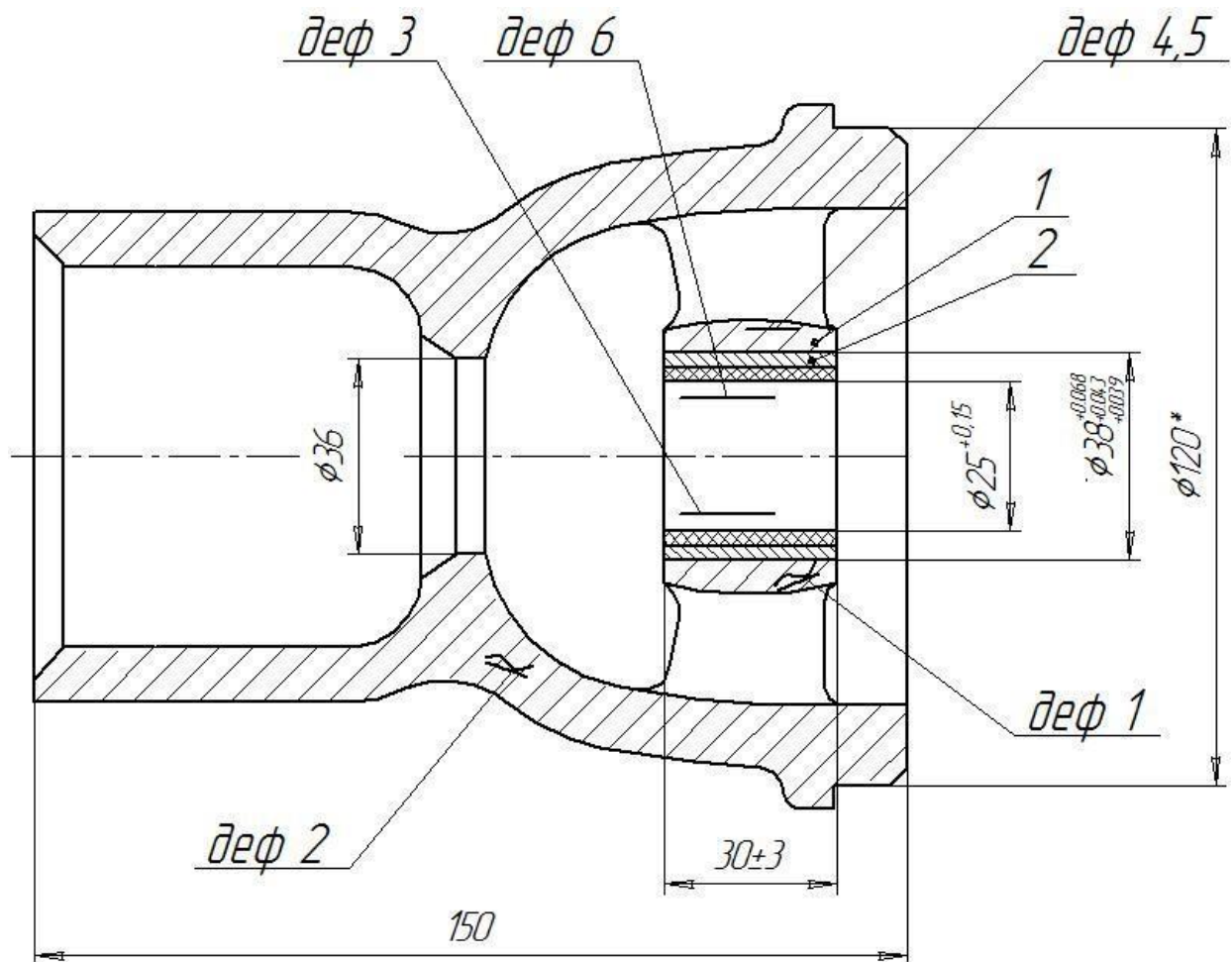


Рисунок 1.2 - Дефекти корпусу підшипника

Ресурс відновленої деталі повинен складати не менше 80% ресурсу нової деталі.

Ця деталь є корпусною, тому основними конструктивними елементами є внутрішні циліндричні поверхні, що обумовлюють точність взаємного розташування інших деталей насосної частини насоса. Окрім цього деталь містить конусні поверхні, одна з яких є посадочним гніздом кульки клапана, а також зовнішню циліндричну поверхню сполучення з кільцем.

1.2 Опис дефектів у виробі

При дефектації порівнюють фактичні розміри деталей або їх дефекти з допустимими величинами і роблять укладення про придатність деталі.

Технічний стан деталей оцінюють за технічними умовами на ремонт. У них приведені основні розміри: номінальний і ремонтний, а також нормальні, допустимі і граничні величини натягу і проміжків, контрольовані дефекти :

- 1) тріщини, облом, що виходить на посадочну поверхню і площини роз'єму;
- 2) тріщини, що не виходять на посадочну поверхню і площини роз'єму;
- 3) тріщини, вырывы, розшарування гуми підшипника;
- 4) знос посадочної поверхні отвору;
- 5) знос посадочної поверхні втулки;
- 6) знос робочої поверхні підшипника.

З вищеперелічених дефектів вибраковочними ознаками є тріщини, облом, що виходить на посадочну поверхню і площини роз'єму, а також знос посадочної поверхні отвору. Деталь вибраковується також у разі, якщо дефект 2 повторився; оскільки в цьому випадку повторне закладення тріщини неминуче приведе до порушення точності розташування валу, що у свою чергу може викликати поломку робочих коліс. При виявленні вибраковочних показників подальший технічний огляд деталі припиняють, і деталь визнають непридатною.

Придатні деталі повинні мати ресурси подальшої роботи без заміни.

Видимі дефекти виявляються візуально.

Для виявлення невидимих тріщин використовують фізичні методи контролю : метод магнітної дефектоскопії, капілярний метод, ультразвуковий метод.

Для визначення геометричних розмірів найбільш раціональне застосування універсального вимірювального інструменту.

Оскільки корпус верхнього підшипника виготовлений з феромагнітного матеріалу, то для виявлення дефекту 1 і 2 використовуємо метод магнітної дефектоскопії. Дефект 3 визначається в основному візуально. Дефекти 4, 5, 6 визначатимемо за допомогою вимірювального інструменту.

Для виявлення дефектів корпус верхнього підшипника скористаємося трьома методами: зовнішній огляд, метод магнітної дефектоскопії і метод виміру розмірів за допомогою штангенциркуля і індикаторного нутроміра.

Вимірювальне устаткування і інструмент призначені для виміру лінійних і кутових величин. Їх підрозділяють на заходи, калібри і універсальні вимірювальні засоби.

Виявлення прихованих дефектів, перевірку твердості і контроль взаємного положення елементів деталей проводять із застосуванням спеціально призначених для цього приладів і пристосувань : дефектоскопів, магнітних, ультразвукових, люмінесцентних приладів, твердомерів.

Залежно від оптимальності вибору вимірювального інструменту, який буде застосований при дефектації, змінюватиметься якість і ефективність самої дефектації. Визначення дефектів, які вказані вище, відбувається із застосуванням наступних інструментів: штангенциркуля ШЦ- II - 250-0,05; нутроміра індикаторного НИ-50М; дефектоскопа для магнітного контролю ПМД- 70.

1.3 Відомості про матеріал виробу

Виготовлення даної деталі - корпуси підшипника - здійснюють із сталі 20ХГСФЛ. Ця низьколегована сталь, що має ферито-перлитний клас, яка знайшла широке застосування при виготовленні корпусів машин і агрегатів (насоси, компресори, гідравлічні коробки і ін.).

Таблиця 1.1 - Хімічний склад сталі 20ХГСФЛ

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	V
0,14...0,21	0,5...0,8	0,9...1,3	до 0,4	до 0,03	до 0,035	0,3...0,6	0,07...0,13

Застосування цієї сталі при виробництві устаткування, працюючого при одночасній дії високого тиску, корозійної і ерозійної дії, при значному перепаді температур, механічних навантаженнях.

При аналізі працездатності устаткування, яке було піддано ремонту, було висловлено припущення, передчасне руйнування конструкцій із сталі 20ХГСФЛ після ремонту відбувається унаслідок високого рівня в металі зварного з'єднання залишкової зварювальної напруги, фазових змін і низької ефективності технології в питанні зняття напруги. При попередньому підігріванні перед зварюванням відбувається ріст ділянки перегрівання в біляшовній зоні, що у свою чергу супроводжується окрихчуванням металу, стає причиною крихкого руйнування в зоні термічного впливу [7, 8]

Оскільки зварюваний метал має значну товщину, в зоні термічного впливу слід чекати формування досить об'ємного прошарку металу, схильного до росту зерна внаслідок перегрівання при температурі нагріву вище 900 С.

Як показує практика, виникнення найбільшої концентрації напруги і деформацій слід чекати в зоні зварного шва і зоні сплаву. З урахуванням зміни властивостей металу в зоні термічного впливу, можливе спотворення форми конструкції із-за залишкової зварювальної напруги при малій жорсткості самої конструкції, що у свою чергу буде причиною передчасного її руйнування в

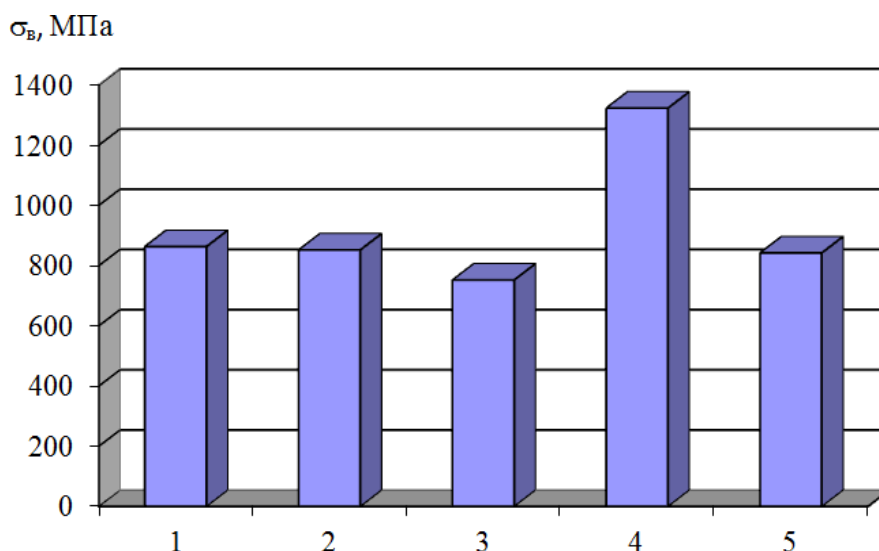
процесі експлуатації. Залишкова напруга негативно позначається на корозійній стійкості зварних з'єднань.

Робили експериментальне зварювання електродами марки УОНИ 13/55, застосовуючи наступні методи обробки :

- 1) зварювання без обробки; 2) попереднє підігрівання до 250°C;
- 3) ультразвукова обробка в процесі і після зварювання з частотою дії 25...27 кГц; 4) супутнє охолодження; 5) вібраційна обробка 50 Гц.

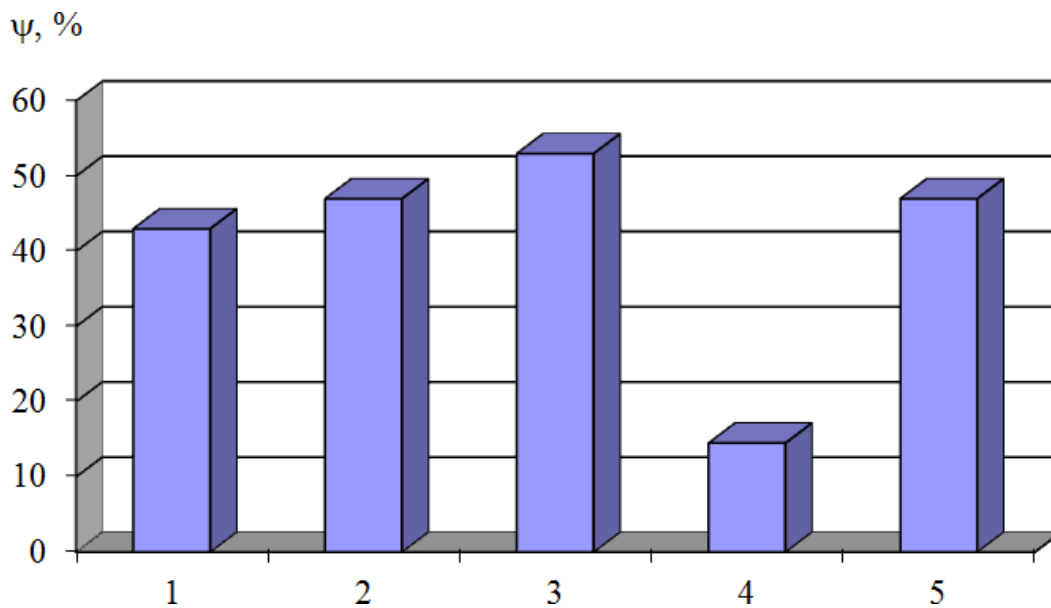
Ручне дугове зварювання вели електродами діаметром 3 мм, силу зварювального струму встановлювали в межах 70...90 А. В якості зразків використали вирізані з корпусу насоса пластини. Довжина пластини складала 110 мм, ширина пластини складала 65 мм, товщина пластини складала 4,4 мм.

Для випробування на розтягування використовувалася випробувальна машина ИР 5113-100. Для кожного режиму обробки було виготовлено по 3 зразки згідно ГОСТ 6996. Механічні характеристики визначалися в зоні зварного шва зразків. На зразках виконували шийки, які забезпечували руйнування металу саме по зоні зварного шва. За результатами випробувань на статичне розтягування побудовані діаграми (рис. 1.3 і 1.4).



- 1 – зварювання без обробки; 2 - попереднє підігрівання до 250°C;
 3 – ультразвукова обробка в процесі і після зварювання з частотою дії 25.27 кГц; 4 - супутнє охолодження; 5 - вібраційна обробка 50 Гц

Рисунок 1.3 - Межа міцності (тимчасовий опір руйнуванню) зварного шва при різних видах обробки [8]



1 – зварювання без обробки; 2 - попереднє підігрівання до 250°C;
 3 – ультразвукова обробка в процесі і після зварювання з частотою дії 25.27 кГц; 4 - супутнє охолодження; 5 - вібраційна обробка 50 Гц

Рисунок 1.4 - Відносне звуження зразків при статичному розтягуванні при різних видах обробки [8]

1.4 Недоліки базової технології ремонту

Для відновлення деталей корпусу із сталі 20ХГСФЛ зараз використовується стандартна технологія ремонту із застосуванням ручного дугового зварювання електродами марки УОНИ 13/55 або УОНИ 13/65. Також при зварюванні застосовується додатковий локальний нагрів дефектної ділянки. Як показала практика, ця технологія має малу продуктивність, ускладнюється наявністю термічної обробки, в процесі її реалізації в зварному шві, і в біляшовній зоні висока вірогідність утворення тріщини. Після закінчення нетривалого часу після відновлення деталі виходять з ладу, при цьому відбувається утворення тріщини уздовж зони сплаву з основним металом (рис. 1.5).

Відновлені деталі з наплавленими посадочними місцями працюють приблизно 300...400 годин. Часто, після зварювання устаткування перестає відповідати заявленим технічним характеристикам.



Рисунок 1.5 - Тріщина в місці ремонтного зварювання

1.5 Аналіз змісту джерел науково-технічної інформації з питання відновлення деталей машин

Був здійснено пошук і аналіз джерел науково-технічної інформації з питання відновлення деталей машин. Пошук джерел науково-технічної інформації вестимемо в мережі ІНТЕРНЕТ за ключовими словами «відновлення», «наплавлення», «журнал Автоматичне зварювання», «журнал Зварювальне виробництво», «дисертація», «наукова стаття».

У першій роботі [17] проведено дослідження впливу різних способів дугового наплавлення на величину проплавлення основного металу, геометрію наплавленого валика і якість наплавлення. При проведенні експерименту було використано дев'ять партій порошкового дроту з діаметрами 1,8; 2,4 і 2,8 мм. Наплавлення здійснювалося в широкому діапазоні режимів : $I_n = 150 \dots 450 \text{ A}$; $U_n = 20.34 \text{ В}$, при швидкості наплавлення 20 м/год. Показано, що напруга дуги найсильніше впливає на формування наплавлених валиків. Значення напруги на дузі, що забезпечують хороше формування наплавленого валика і відсутність пір, можуть істотно відрізнятися при різних способах наплавлення дротами одного діаметру. Отримані результати можуть бути застосовані для вибору способу наплавлення, призначення параметрів

режиму наплавлення, прогнозування якості наплавлювальних робіт. Отримані результати також будуть використані для наповнення баз даних для комп'ютерного програмування роботизованого дугового наплавлення.

Результати цієї роботи будуть використані при обґрунтуванні вибору способу відновлення, який буде використаний при складанні проектної технології відновлення деталей.

У другій роботі [18] поставлена мета - дослідження впливу кількості екзотермічної суміші і товщини покриття електродів на продуктивність розплавлення. Доведена ефективність при відновленні деталей з використанням ручного дугового наплавлення штучними електродами. Експериментально встановлено, що введення в покриття електродів екзотермічної суміші до 53,4 % збільшує коефіцієнти наплавлення, розплавлення стержня, виходу наплавленого і придатного металу, швидкості плавлення електродів.

Результати цієї роботи будуть використані при обґрунтуванні вибору способу відновлення, який буде використаний при складанні проектної технології відновлення деталей.

У третій роботі [19] проведено дослідження залежності формування наплавлюваного валика та якості наплавлення, зносостійкості наплавленого металу та втрат на розбризкування від параметрів імпульсної подачі електродного дроту. Проведено порівняння результатів, отриманих при зварюванні з постійною швидкістю подачі дроту та при зварюванні з імпульсною подачею дроту. Встановлено, що шляхом зміни швидкості подачі електродного дроту можна ефективно керувати формуванням наплавленого валика, підвищуючи зносостійкість та знижуючи втрати електродного металу. Результати цієї роботи будуть використані при аналізі стану питання і при складанні проектної технології, якщо буде прийнято рішення використати наплавлення в захисних газах.

У четвертій роботі [20] запропонований склад присадного порошку на

основі заліза і технологія плазмового наплавлення деталей машин на прикладі штоків (шпинделів) арматури. При напавленні з використанням запропонованого порошку виходять необхідні експлуатаційні властивості, при цьому вартість наплавлення істотно нижче в порівнянні із вживаними нікелевими сплавами. Плазмово-порошкове наплавлення замість ручного дугового наплавлення і наплавлення порошковим дротом дозволяє істотно підвищити якість напавленого металу зменшити припуск на механічну обробку, а також підвищити економічну ефективність відновних робіт.

Результати цієї роботи будуть використані у випускній кваліфікаційній роботі при виборі напавлювального матеріалу, якщо буде прийнято рішення використати плазмове наплавлення.

У п'ятій роботі [21] досліджені властивості покриттів, отриманих лазерним напавленням, характеристики властивостей покриттів зіставлені з характеристиками покриттів, які були отримані при використанні традиційних методів напавлення. Доведена висока ефективність лазерного напавлення при відновленні деталей машин.

Результати цієї роботи будуть застосовані нами при аналізі можливих способів відновного напавлення виробу і, можливо, при складанні проектної технології напавлення.

1.6 Формулювання завдань випускної кваліфікаційної роботи

У даній випускній кваліфікаційній роботі поставлена мета - підвищення продуктивності і якості відновлення елементів корпусу погрузного електродвигуна гідравлічного насоса із сталі 20ХГСФЛ.

Основним дефектом виробу є знос посадочних поверхонь. Попередній літературний огляд дозволив виділити п'ять найбільш застосованих до даного виробу способів відновлення :

1) ручне дугове напавлення штучними електродами; 2) напавлення порошковим дротом; 3) напавлення в середовищі вуглекислого газу; 4)

лазерне наплавлення; 5) плазмове наплавлення.

Подальша робота по досягненню поставленої мети повинна вестися шляхом рішення наступних завдань :

- 1) обґрунтування вибору способу відновного наплавлення виробу;
- 2) складання проектної технології відновного наплавлення виробу;
- 4) оцінка безпеки і екологічності технічних рішень;
- 5) оцінка економічної ефективності технічних рішень.

2 Проектна технологія відновлення корпусу

2.1 Обґрунтування вибору способу відновлення

2.1.1 Ручне дугове наплавлення штучними електродами

Як відомо, вимоги до складу і властивостей наплавленого металу визначаються умовами експлуатації виробу, їх вибір є складним завданням, що пояснюється різним протіканням зносу залежно від умов роботи.

Наплавлений матеріал вибирається з урахуванням провідного виду зносу при експлуатації, якому приділяється основна увага.



Рисунок 2.1 - Процес дугового наплавлення штучними електродами

Електроди для наплавлення вибираються залежно від технології наплавлення і умов роботи наплавленого металу. Властивості наплавленого металу залежать від попереднього підігрівання, методів наплавлення, погонної енергії, умов охолодження, маси і хімічного складу, термічної обробки. Тому при напавленні одними і тими ж електродами, можна отримати метал, що має різні властивості. Необхідні властивості забезпечуються відповідною

системою легування.

Відновлення деталей із застосуванням ручного дугового наплавлення передбачає використання звичайних джерел живлення зварювальної дуги. При завданні параметрів режиму наплавлення необхідно враховувати, що надмірна сила зварювального струму призводить до зниження якості наплавлення. У числі недоліків способу слід вказати низьку продуктивність, високі втрати електродного металу на чад, розбризкування і огарки. Ручне дугове наплавлення слід виконувати переважно на плоских поверхнях, виріб слід розташовувати в нижньому положенні. Товщина шару, що наплавляється, складає від 3 до 10 мм.

До недоліків, які має наплавлення штучними електродами, можна віднести малу продуктивність плавлення, яка обумовлена низькою щільністю струму на електроді, втрату частини електродного матеріалу на огарки, а також істотну залежність якості зварних з'єднань від кваліфікації і кондиції зварювальника. Проте, слід зазначити широкі межі для регулювання зварювальних властивостей за рахунок можливості істотної зміни складу покриття електродів. Це призводить до того, що і нині зберігається висока конкурентоспроможність ручного дугового наплавлення штучними електродами в порівнянні з механізованими способами зварювання.

2.1.2 Наплавлення порошковим дротом

Порошковий дріт є одним з найбільш універсальних електродних матеріалів для механізованого і автоматизованого дугового наплавлення [1, 4, 5, 6]. До основних переваг порошкового дроту, в порівнянні з іншими електродними матеріалами, можна віднести досить просту адаптацію її хімічного складу до складу і властивостей деталей, що наплавляються, високу стабільність горіння дуги відносно невелике розбризкування електродного металу і хороше формування наплавлених валиків.

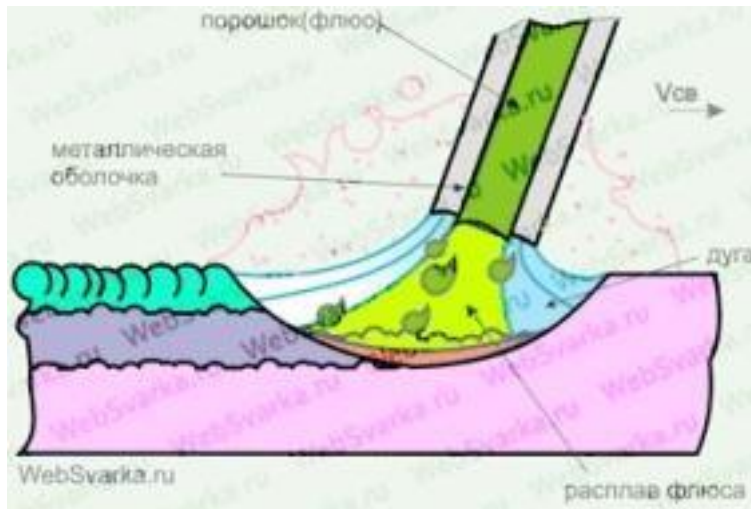


Рисунок 2.2 - Процес наплавлення порошковим дротом

При напавленні самозахисними порошковими дротами забезпечення газового захисту відбувається шляхом введення до складу шихти сердечника дроту карбонатів (мармуру, магнезит, кальцинована сода) або органічних компонентів. Більшість сердечників порошкових дротів в числі обов'язкових компонентів містять плавиковий шпат, який підвищує рідкотекучість шлаку і покращує рафінування металу, що наплавляється. Самозахисні порошкові дроти можуть сильно відрізнятися за змістом інших шлакотворних компонентів [6, 9, 10, 11].

2.1.3 Напавлення в середовищі вуглекислого газу

Велике поширення при відновленні зношених деталей отримало механізоване напавлення у вуглекислому газі плавким електродом суцільного перерізу. Це напавлення ведеться на постійному струмі зворотної полярності. Внаслідок того, що вуглекислий газ окислює метал зварювальної ванни, вимагається вводити в напавлювальний дріт розкислювачі (марганець, кремній та ін.). Підбір типу і марки електродного дроту слід виконувати виходячи з матеріалу що підлягає ремонту деталі і необхідних властивостей напавленого металу.

З усіх способів автоматичного дугового наплавлення, спосіб наплавлення CO₂ найбільш технологічний і універсальний, дозволяє виконувати наплавлення у всіх просторових положеннях більшістю матеріалів, що застосовуються в процесах наплавлення: маловуглецевими, низько-і середньолегованими, а також деякими нержавіючими сталями [12, 13]. Захисне середовище – вуглекислий газ, є доступним і порівняно недорогим засобом захисту області дуги. Однак використання даного способу наплавлення у ряді випадків обмежує недостатня ефективність технологічного управління геометричними параметрами валика наплавленого металу, велика глибина проплавлення основного металу, низька стабільність процесу, високі втрати електродного металу на розбризкування. Підвищеною увагою останнім часом також користуються питання енергозбереження і поліпшення екологічності процесу наплавлення у CO₂.

Рисунок 2.3 - Установка для дугового наплавлення у вуглекислому

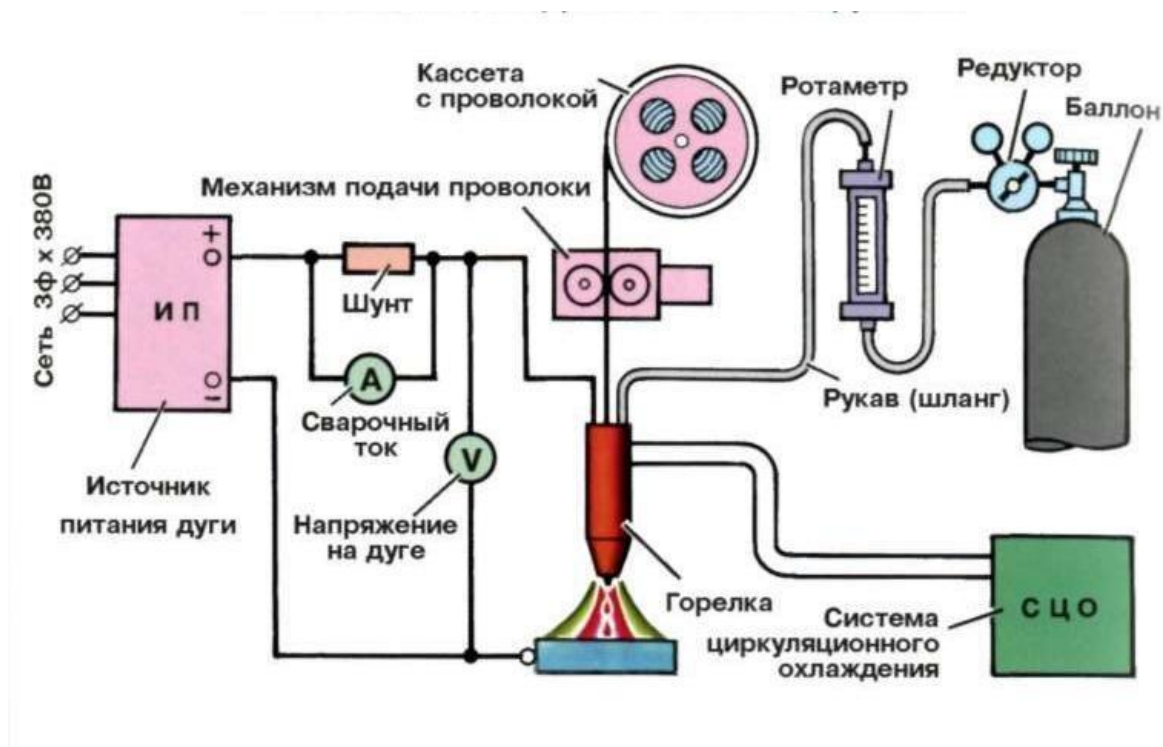


Рисунок 2.3 - Установка для дугового наплавления у вуглекислому газі

Подання електродного дроту регулюють так, щоб при наплавленні не було коротких замикань або обривів дуги. Швидкість наплавлення залежить від товщини металу якості формованого шару, що наплавляється. Наплавлення ведуть з накладенням валиків з кроком 2,5...3,5 мм. Перекриття сусідніх валиків має бути не менше чим на третину від ширини одного валика.

У числі переваг наплавлення в середовищі захисного газу слід виділити:

- 1) можливість отримання високої якості наплавленого шару для широкого спектру поєднань металів і товщини; 2) можливість отримання наплавленого шару високої міцності; 3) однорідний хімічний склад наплавленого шару і основного металу відновлюваної деталі; 4) інваріантність просторових положень;
- 5) можливість здійснення спостереження за процесом наплавки;
- 6) відсутність необхідності застосування флюсу і видалення шлакових відкладень; 7) висока продуктивність і простота механізації способу наплавлення.

В якості недоліку способу слід зазначити сильне розбризкування електродного металу, яке призводить до налипання бризок розплавленого металу на мундштук і засмічує сопло пальника.

2.1.4 Лазерне наплавлення

У разі наплавлення за рахунок подання наплавлювального матеріалу (переважно у вигляді порошку, рідше у вигляді дроту) в зону дії сфокусованого в пляму діаметром 1,0...5,0 мм лазерного випромінювання на оброблюваній поверхні створюється покриття певної висоти із заданими фізико-хімічними характеристиками (рис. 2.4)[22]. Можливі також варіанти лазерного наплавлення по заздалегідь нанесених на підкладку шарах матеріалу, що наплавляється. Ці шари наносять газотермічним напиленням або обмазкою що складається з наплавлювального порошку з єднальним, а потім переплавляють лазерним випромінюванням.

Наплавлення з попереднім напиленням шарів зазвичай називають лазерною переплавкою. Отримуване покриття пов'язане з матеріалом основи перехідною зоною порівняно малих (зазвичай від 5...10 мкм до 50...200 мкм) розмірів.

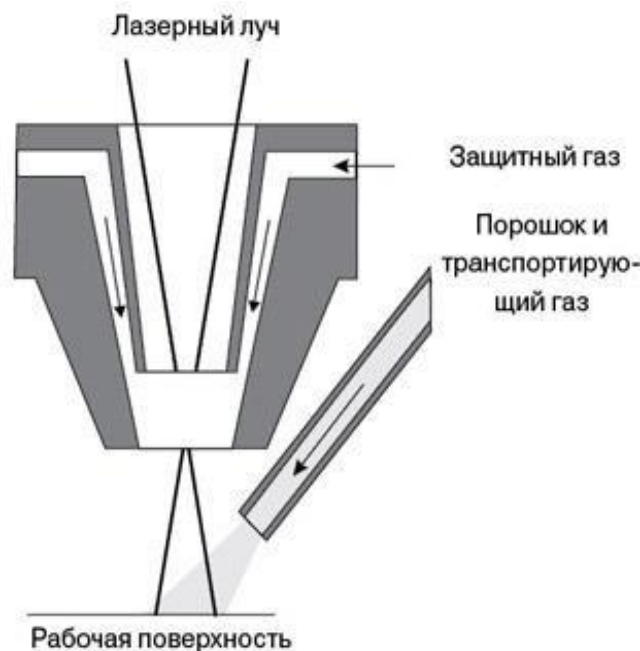


Рисунок 2.4 - Схема лазерного наплавлення з бічним поданням порошку

До переваг лазерного наплавлення відносяться [22]: можливість нанесення шарів із заданими властивостями заввишки 0,1...3,0 мм; значне послаблення ефекту перерозподілу компонентів з матеріалу основи в наплавлений шар, сприяюче підвищенню точності прогнозування результатів і максимальному наближенню властивостей наплавленого шару до початкових властивостей матеріалу, що наплавляється; отримання рівноосних дрібнокристалічних (високодисперсних) структур наплавленого металу і малої (до 0,1...0,5 мм) зони термічного впливу; мінімізація припуску під фінішну механообробку до величин близько 0,3...0,5 мм на сторону за рахунок малої шорсткості (до Ra 200...300 мкм) наплавлених поверхонь. Окрім перерахованих, до переваг лазерного наплавлення можна віднести і переваги термообробки і легування, пов'язані з особливостями лазерного випромінювання як теплового джерела.

Недоліками лазерного наплавлення є: вірогідність появи поперечних холодних мікротріщин в наплавлених шарах, які виникають із-за релаксації високої внутрішньої напруги розтягування [23]; висока вірогідність появи внутрішніх і зовнішніх пір, що пояснюється наявністю неметалічних включень в наплавлювальному порошку і його залишковою вологістю; висока вартість процесу лазерного наплавлення, що пояснюється високою собівартістю лазерного устаткування.

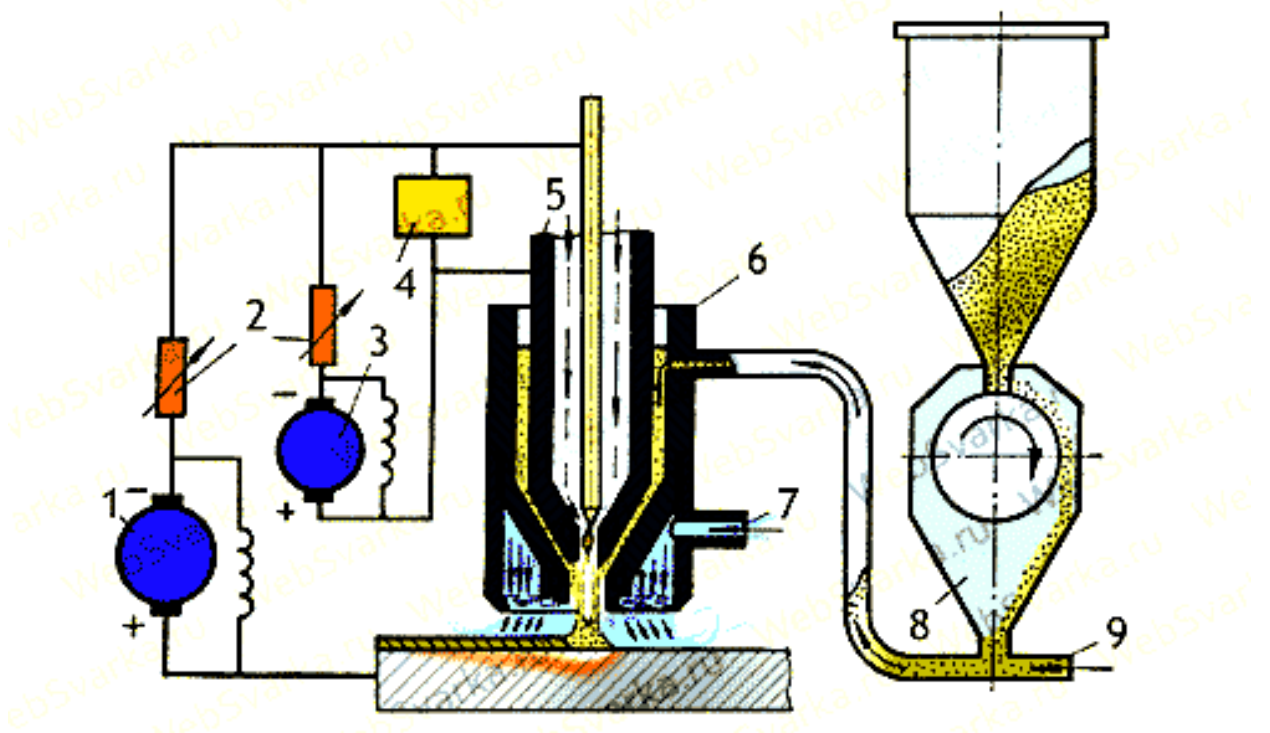
2.1.5 Плазмове наплавлення

Досвід застосування механізованого плазмового наплавлення у виробництві дозволяє стверджувати, що цей спосіб відновлення деталей машин має значні технічні і економічні переваги в порівнянні з іншими способами. Окрім високої продуктивності, меншої витрати дорогих і дефіцитних наплавлювальних матеріалів, поліпшення умов праці, плазмове наплавлення забезпечує стабільно високу якість відновлення деталей.

Плазмове наплавлення деталей ведуть з використанням сплавів на основі нікелю і кобальту. Ці сплави володіють високими технологічними і експлуатаційними характеристиками, але відрізняються високою вартістю. Нині для відновного наплавлення деталей машин запропоновані сплави на основі заліза, які істотно дешевше. Електродугове наплавлення деталей виконують, як правило, в три шари, що веде до перевитрати наплавлювальних матеріалів і збільшення тривалості процесу наплавлення.

Плазмово-порошкове наплавлення є перспективним напрямом при відновленні деталей машин. Проте нині промисловість не випускає установки для плазмово-порошкового наплавлення, а існуючі установки імпортного виробництва мають у край високу вартість [14]. Крім того, зарубіжні і такі, що випускалися раніше вітчизняні установки функціонують на постійному струмі однієї полярності (у європейських країнах застосовується в основному наплавлення на прямій полярності, а в Японії - на зворотній [15, 16]).

Менш поширені в промисловості плазмові установки змінного струму.



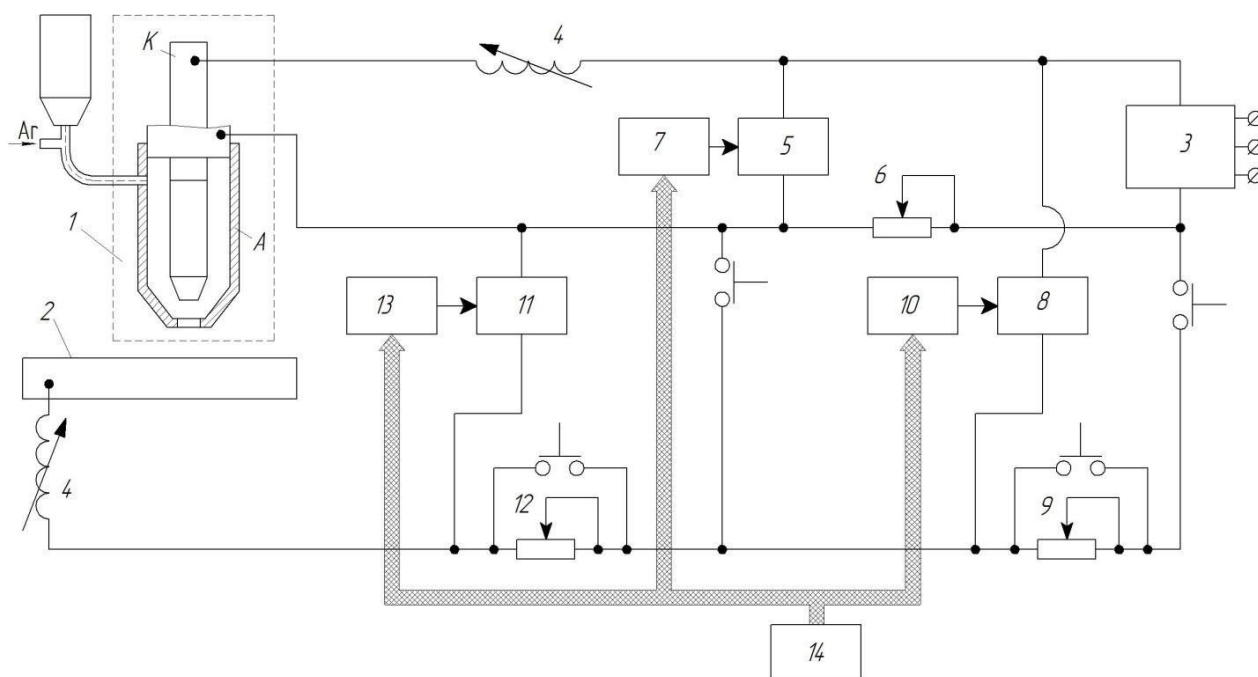
1 - джерело живлення дуги прямого дії; 2 - баластні опори; 3 - джерело живлення дуги побічної дії; 4 - осцилятор 5 - сопло для плазмоутворюючого газу; 6 - корпус пальника; 7 - отвір для введення захисного газу; 8 - живильник для подання порошку; 9 - трубка, по якій подається газ, що несе порошок

Рисунок 2.5 - Схема установки для плазмового наплавлення металевим порошком

2.2 Підвищення ефективності плазмового наплавлення

Для виконання плазмового наплавлення виробу запропоновано використати модернізовану установку (рис. 2.2), що складається з плазматрона 1, що передбачає розміщення відновлюваної деталі 2. Живлення плазматрона забезпечується джерелом 3 постійний токаи дроселем 4. Контур дуги побічної дії включає: модулятор 5, баластний опір 6 і блок управління 7. Контур дуги прямої дії включає модулятор 8, баластний опір 9 і блоком управління 10, модулятор 11, баластний опір 12 і блок управління 13. Погоджена робота

елементів схеми управління забезпечується блоком узгодження 14.



1 - плазмотрон, 2 - оброблювана деталь, 3 - джерело постійного струму, 4 - дросель, 5 - модулятор непрямої дуги, 6 - баластний опір, 7 - блок управління, (контур дуги побічної дії), 8 - модулятор дуги прямої дії, 9 - баластний опір, 10 - блок управління (контур дуги прямої дії між катодом "К" і деталлю); 11 - модулятор, 12 - баластний опір, 13 - блок управління, (контур дуги прямої дії між анодом "А" і деталлю), 14 - блок узгодження роботи модуляторів.

Рисунок 2.6 - Схема модернізованої установки для плазмового наплавлення

Термоактивацію поверхні деталі 2 здійснюють дугою прямої дії, яка горить між катодом "К" плазмотрона 1 і деталлю 2. У контур дуги прямої дії входять: джерело живлення 3, баластний реостат 9, дросель 4, модулятор 8 з блоком управління 10. Далі за допомогою модулятора 8 проводять модуляцію струму дуги прямої дії. За допомогою блоку управління 10 і положенням баластного реостата 9 задаються силу середнього струму дуги 15...20 А, величину середньої напруги 130...160 В, амплітуду потужності імпульсів 50...100 кВт, частоту модуляції розрядного струму 900...1600 Гц, тривалість імпульсу 300...500 мкс.

Після цього здійснюють подання в плазмотрон 1 плазмоутворюючого газу і запалення дуги побічної дії. Дуга побічної дії горить між катодом "К" і анодом "А". У контур дуги побічної дії складається з джерела живлення 3, баластного реостата 6, модулятора 5 і блоку управління 7. Подання плазмового порошку починають в плазмовий струмінь, що утворився. В ході наплавлення модуляцію струму непрямої дуги роблять модулятором 5. За допомогою блоку управління 7 і положення баластного реостата 6 задають силу середнього струму 160...170 А, величину середньої напруги - 180...220 В, амплітуду потужності імпульсів 10...50 кВт, частоту модуляції розрядного струму - 4000.5000 Гц, тривалість імпульсів 50...60 мкс.

Оплавлення отриманого покриття відбувається при включенні дуги прямої дії, яка горить між анодом "А" плазмотрона 1 і деталлю 2. У контур дуги прямої дії входить баластний реостат 12, дросель 4 і модулятор 11 з блоком управління 13. За допомогою модулятора 11 здійснюють модуляцію струму дуги прямої дії. Блоком управління 13 і величиною баластного опору 12 задають силу середнього струму 8...15 А, величину середньої напруги 110...150 В

амплітуду потужності імпульсів 100...250 кВт, частоту модуляції розрядного струму 300...400 Гц, тривалість імпульсу 1400...1600 мкс.

Дуга прямої дії, що горить між катодом і деталлю, забезпечує попереднє підігрівання деталі. Дуга прямої дії між анодом і деталлю забезпечує управління вкладенням енергії в зону наплавлення. В результаті відбувається підвищення міцності зчеплення шару, що наплавляється, з основним металом. Модуляція струму непрямої дуги і дуг прямої дії дозволяє стабілізувати процес наплавлення і підвищити гнучкість управління процесом наплавлення, понизити енерговитрати.

Підготовку поверхні перед наплавленням здійснювали піскоструминною установкою (рис. 2.8).

Матеріалами для зносостійкого і корозійностійкого наплавлення можуть

служити сплави марки ПГ-СР4+3%А1 і ПГ-ФБХ6- 2+3% А1, що мають грануляцію 40...60 мкм (таблиця 2.1).

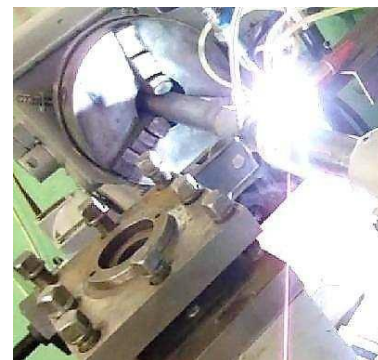
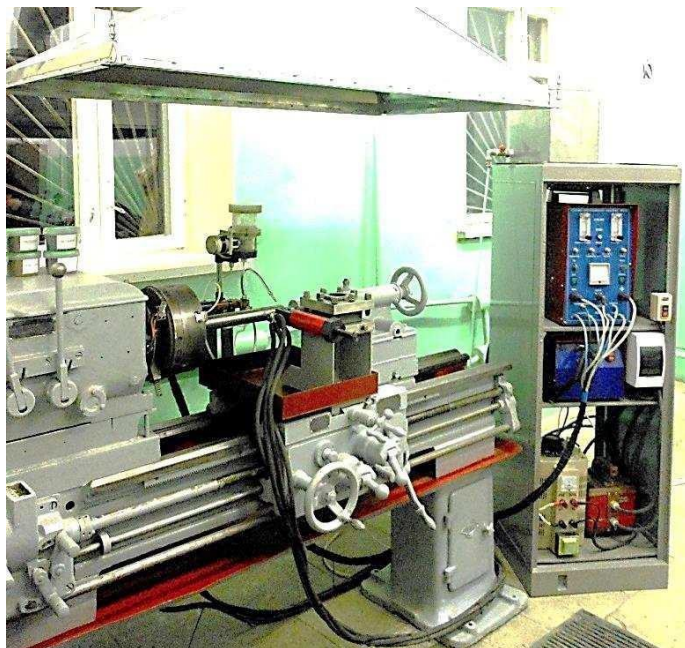


Рисунок 2.7 - Зовнішній вигляд устаткування для плазмового наплавлення деталей обертання



Рисунок 2.8 - Устаткування для піскоструминної обробки деталей обертання : компресор з піскоструминною камерою (а); оброблювана деталь з соплом піскоструминного апарату (б)

Таблиця 2.1 - Режими плазмового наплавлення

Параметри	ПГ-СР4+3% А1	ПГ-ФБХ6- 2+3% А1
Сила струму, А	160 – 170	180 - 190
Напруга, В	30...32	30
Частота обертання деталі, хв ⁻¹	0,65 – 0,70	0,5 – 0,6
Витрата порошку, г/хв	14 – 16	12 – 14

Таблиця 2.2 - Хімічний склад порошків для плазмового наплавлення

Марка	Ni	C	Cr	Si	B	Fe	Mn	W	Mo
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-СР4	3 – 5	3,1 – 4,3	27 – 31	1,0 – 3,0	—	Основа	0,5 – 1,3	0,4 – 0,7	0,15

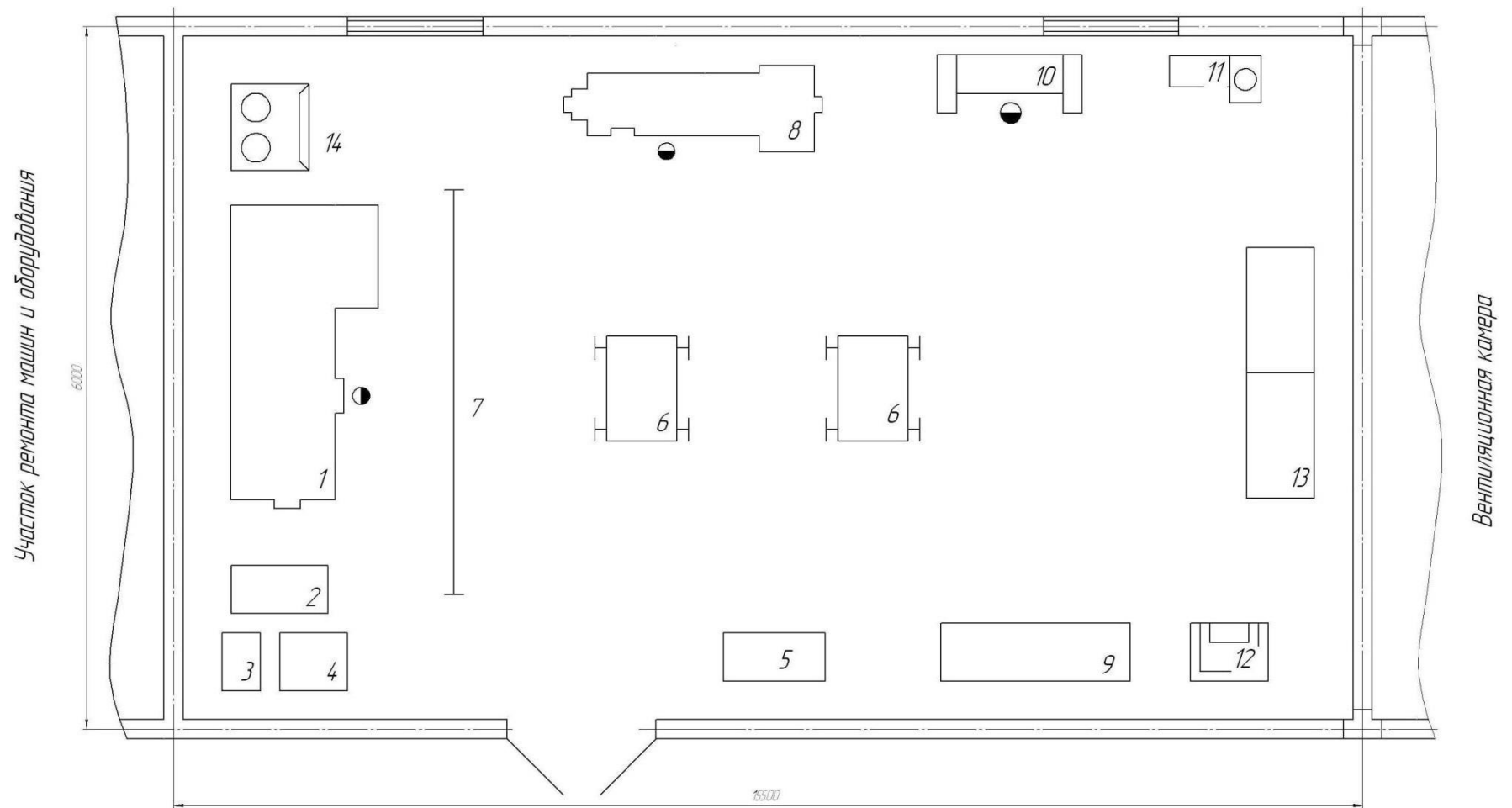
2.3 Планування ділянки для наплавлення деталей

На ділянці для проведення відновного наплавлення тіл обертання слід розмістити наступне устаткування (таблиця. 2.3) : токарний верстат; установку для плазмового наплавлення тіл обертання; прес гідравлічного типу; копіювально-шліфувальний верстат; стіл для проведення операції контролю; шафа для зберігання інструментів; нагрівальну піч муфельного типу; візок транспортування для деталей, що підлягають відновленню; візок транспортування для деталей після відновного наплавлення; газові балони; стенд для приготування наплавлювального порошку.

Таблиця 2.3 - Вживане при відновному наплавленні устаткування, що розміщується на ділянці

Найменування	Габаритні розміри, мм	Загальна площа, зайнята устаткуванням, м2
1. Токарний верстат	3080 × 1565	4,82

2. Установка для плазмового наплавлення тіл обертання	3080 × 1565	4,82
3. Прес гідравлічного типу	1500 × 640	0,96
4. Копіювально-шліфувальний верстат	725 × 530	0,38
5. Стіл для проведення операції контролю	2400 × 800	1,92
6. Шафа для зберігання інструментів	860 × 360	0,31
7. Нагрівальна піч муфельного типу	610 × 645	0,39
8. Візок транспортування для деталей, що підлягають відновленню	740 × 520	0,38
9. Візок транспортування для деталей після наплавлення	740 × 520	0,38
10. Газові балони	460 × 580	0,26
11. Стенд для приготування наплавлювального порошку	1200 × 800	0,96



1 - Установка плазмова; 2 - Випрямляч зварювальний; 3 - Осцилятор; 4 - Реостат баластний; 5 - Шафа;
 6 - Візок пересувний; 7 - Перегородка захисна; 8 - Верстат токарний; 9 - Стелаж для приготування порошків;
 10 - Верстат копіювально-шліфувальний; 11 - Прес; 12 - Пекти муфельна; 13 - Стіл для контролю; 14 - Стійка для контролю.

Рисунок 2.9 - Планування ділянки

3 Безпека і екологічність технічного об'єкту

3.1 Технологічна характеристика об'єкту

Ділянка, на якій виконують відновлення деталей корпусу погрузних електродвигунів насосів містить наступне устаткування : токарний верстат; установку для плазмового наплавлення тіл обертання; прес гідравлічного типу; копіювально-шліфувальний верстат; стіл для проведення операції контролю; шафа для зберігання інструментів; нагрівальну піч муфельного типу; візок транспортування для деталей, що підлягають відновленню; візок транспортування для деталей після відновного наплавлення; газові балони; стенд для приготування наплавлювального порошку.

Технологія плазмового наплавлення є джерелом небезпечних і шкідливих виробничих чинників. Це у свою чергу призводить до додаткового ускладнення і підвищення вартості устаткування для зварювання і наплавлення. У зв'язку з цим актуальними є роботи в області вивчення взаємозв'язку особливостей технології зварювання і наплавлення з виділеннями зварювального аерозоля і іншими шкідливих чинниками. Вплив процесу плазмового наплавлення на гігієнічні характеристики вивчений в недостатній мірі. У екологічному розділі справжньої випускної кваліфікаційної роботи буде виконана порівняльна гігієнічна оцінка технології плазмового наплавлення і запропоновані заходи по захисту персоналу від виникаючих небезпечних і шкідливих чинників, супроводжуючих проектну технологію.

Таблиця 3.1 - Технологічний паспорт об'єкту

Операція, здійснювана у рамках даного технологічного процесу	Посада працівника, що виконує цю операцію даного технологічного процесу	Устаткування, пристрої і пристосування, які будуть застосовані при реалізації цієї операції даного технологічного процесу	Речовини і матеріали, які будуть застосовані при реалізації цієї операції даного технологічного процесу
1. Мойка	Слюсар-складальник	Мийна машина Magido L331	2) Лужний розчин 3) Вода технічна
2 Дефектація	Інженер - дефектоскопист	Штангенциркуль ШЦ, нутромір індикаторний НИ-50М, дефектоскоп ПМД- 70	1) Олія
3. Підготовка дефектного місця	Слюсар-складальник	Дробеструйная камера ГАКС-ДК-м, дріб сталевий, фарбоопульт SATA - LM2000	Повітря стисле, 4) мастика захисна РУНАКРОМ-М3
4. Наплавлення	Електрозварник на автоматичних і напіваавтоматичних машинах	Установка плазмового наплавлення патрон Т- 100-0014, джерело живлення модернізоване	Порошок наплавлювальний ПГ- СРЧ+3% Al, аргон
5. Механічна обробка	Токар-фрезерувальник	Токарний верстат 1К62Ф3С	Різець Р6М5, СОЖ "Укринал"
6. Проведення контролю якості	Інженер - дефектоскопист	Лупа х4, лінійка, твердомер ТН-320, штангенциркул набір ДМК- 4	-

3.2 Персональні ризики, що виникають при реалізації технологічного процесу

Таблиця 3.2 - Професійні ризики, які виникають при реалізації технологічного процесу

Операція у рамках розглянутого технологічного процесу	Формулювання небезпечних і шкідливих виробничих чинників, що виникають в процесі виконання цієї операції при реалізації технологічного процесу	Джерело даного чинника, що виникає в процесі виконання цієї операції при реалізації технологічного процесу
1	2	3
1. Мойка	<ul style="list-style-type: none"> - наявність на зовнішніх поверхнях вживаного устаткування, пристосувань і інструменту гострих кромek, задирок; - перемещающиеся в процессе выполнения подготовительной операции детали и узлы применяемого оборудования, приспособлений; - небезпека замикання на тіло робітника високого напруги, що живить виробниче устаткування 	Мийна машина Magido L331
2 Дефектация	<ul style="list-style-type: none"> - підвищений рівень ультразвукових хвиль в робочій зоні; - наявність на зовнішніх поверхнях вживаного устаткування, пристосувань і інструменту гострих кромek, задирок; 	Ультразвуковий дефектоскоп
3. Підготовка дефектного місця	<ul style="list-style-type: none"> - наявність на зовнішніх поверхнях вживаного устаткування, пристосувань і інструменту гострих кромek, задирок; - що переміщуються в процесі виконання підготовчої операції деталі і вузли вживаного устаткування, пристосувань; - небезпека замикання на тіло робочої високої напруги, що живить виробниче устаткування; - підвищена запилена і загазованість повітря робочої зони 	Дробеструйная камера ГАКС-ДК-м, дріб сталевий, фарбоопульт SATA - LM2000

Продовження таблиці 3.2

1	2	3
4. Здійснений процес восстановительний наплавлення	<ul style="list-style-type: none"> - наявність на зовнішніх поверхнях вживаного устаткування, пристосувань і інструменту гострих кромок, задирок; - що переміщуються в процесі виконання підготовчої операції деталі і вузли вживаного устаткування, пристосувань; - небезпека замикання на тіло робочої високої напруги, що живить виробниче устаткування; - підвищена запиленість і загазованість повітря робочої зони; - нагрів зовнішніх поверхонь вживаного на операції устаткування, пристосувань, інструменту, деталей до високих температур 	Установка плазмового наплавлення
5. Механічна обробка	<ul style="list-style-type: none"> - наявність на зовнішніх поверхнях вживаного устаткування, пристосувань і інструменту гострих кромок, задирок; - що переміщуються в процесі виконання підготовчої операції деталі і вузли вживаного устаткування, пристосувань; - небезпека замикання на тіло робочої високої напруги, що живить виробниче устаткування; 	Токарний верстат 1K62Ф3С
6. Проведення контролю якості	<ul style="list-style-type: none"> - підвищений рівень ультразвукових хвиль в робочій зоні; - наявність на зовнішніх поверхнях вживаного устаткування, пристосувань і інструменту гострих кромок, задирок; 	Ультразвуковий дефектоскоп

3.3 Розроблені технічні і організаційні пропозиції по зменшенню виявлених при аналізі проектної технології професійних ризиків

Таблиця 3.3 - Пропозиції по захисту від шкідливих чинників виробничого персоналу

Перелік небезпечних і шкідливих виробничих чинників, що виникають в процесі виконання цієї операції при реалізації технологічного процесу	Розроблені технічні і організаційні пропозиції, що забезпечують мінімальну дію шкідливого чинника на виробничий персонал	Пропоновані захисні засоби для зниження дії шкідливого чинника на виробничий персонал
1	2	3
1. Наявність на зовнішніх поверхнях вживаного устаткування, пристосувань і інструменту гострих кромek, задирок;	Інструктаж виробничого персоналу	Захисні рукавички, захисний одяг.
2. Що переміщуються в процесі виконання складальної операції деталі і вузли вживаного устаткування пристосувань;	Обгороджування деталей, що переміщуються, і вузлів і їх застережне забарвлення, застережливі плакати.	-
3. Нагрів зовнішніх поверхонь вживаного на операції устаткування, пристосувань, інструменту, деталей до високих температур	Інструктаж виробничого персоналу	Захисні рукавички, захисний одяг.
4. Небезпека замикання на тіло робочої високої напруги, що живить виробниче устаткування;	Пристрій і періодичний контроль заземлення електричних машин і ізоляції	-

Продовження таблиці 3.3

1	2	3
5. Ультрафіолетове випромінювання в робочій зоні понад безпечні значення;	Здійснення екранування зони зварювання з використанням щитів	Захисні рукавички і одяг, захисна маска.
6. Інфрачервоне випромінювання в робочій зоні понад безпечні значення рівня інфрачервоної радіації	Екранування зони зварювальних робіт	Захисні рукавички і одяг, захисна маска.
7. Ультразвукове випромінювання в робочій зоні понад значення безпечні для здоров'я.	Застережливі плакати, забезпечення безпечної відстані від джерела випромінювання до оператора і безпечного часу перебування в оператора в зоні випромінювання	-
8. Підвищена запиленість і загазованість повітря робочої зони;	Інструктаж виробничого персоналу	Місцева і загальнообмінна витяжна вентиляція

3.4 Розроблені технічні і організаційні пропозиції по забезпеченню пожежної безпеки на ділянці зварювання

Таблиця 3.4 - Пропозиції технічного характеру по забезпеченню пожежної безпеки на ділянці зварювання

Засоби для гасіння займань в початковій стадії	Перелік мобільних засобів для проведення гасіння займань	Перелік стаціонарних систем пожежогасіння	Системи пожежної автоматика для проведення гасіння займань	Пожежне устаткування на ділянці зварювання	Засоби індивідуального захисту і порятунку виробничого	Встановлений на ділянці інструмент для ліквідації займань	Системи зв'язку і сповіщення на ділянці зварювання
Ящики з піском, кошма, огнетушитель ОП-5	Специализированные автомобили (вызываются)	Ні	Ні	-	План евакуації	Відро, лопата, багор, сокира	Тривожна кнопка

Таблиця 3.5 - Аналіз небезпечних чинників можливої пожежі ділянки зварювання

Ділянка, підрозділ	Виробничі устаткування ділянки	Можливий клас пожежі	Небезпечні чинники пожежі	Додаткові прояви чинників пожежі
Ділянка, на якій здійснюється ремонтне наплавлення	Кромострогальний верстат, машинка шліфувальна, джерело живлення зварювальної дуги, складальне пристосування, зварювальний напівавтомат, апарат ультразвукового контролю	пожежі, які відбуваються за рахунок займання і горіння речовин і матеріалів на електроустановках, що живлять електричною напругою (Е)	Різне підвищення температури на ділянці і навколо нього; виділення при горінні токсичних продуктів і чадного газу; виділення аерозолів, що знижують видимість на ділянці і навколо нього.	Короткі замикання на устаткуванні, високою електричною напругою, що живить; дія на людей, що знаходяться в районі займання продуктів розкладання складів, використовуваних для пожежогасіння.

Таблиця 3.6 - Розроблені організаційні заходи для виключення займань на ділянці зварювання

Перелік операцій, здійснюваних у рамках розробленого технологічного процесу	Найменування заходів	Найменування протипожежного устаткування, яким має бути укомплектована ділянка
Підготовча операція, термічна обробка, операції наплавлення, контрольні операції.	Навчання виробничого персоналу правилам Пожежної безпеки, розміщення на території виробничої ділянки наочної агітації по забезпеченню пожежної безпеки. Навчання виробничого персоналу діям у разі займання на виробничій ділянці в режимі навчань.	Необхідно стежити за наявністю на ділянці засобів, призначених для гасіння пожежі в початковій стадії, справністю тривожної кнопки системи сповіщення про пожежу.

3.5 Оцінка безпеки для природного середовища пропонованих технічних рішень

Таблиця 3.7 - Аналіз чинників пропонованих технічних рішень, що негативно впливають на природне середовище

Аналізований технологічний процес	Операції, здійснювані у рамках аналізованого технологічного процесу	Чинники, що негативно впливають на атмосферу	Чинники, що негативно впливають на гідросферу	Чинники, що негативно впливають на літосферу
Ремонтне наплавлення	Підготовча операція, термічна обробка, операція наплавлення, контрольні операції	Що виділяються в процесі горіння плазмової дуги аерозолі, частки сажі і газоподібні частки	Хімікати, використовувані в процесі прояву рентгенівської плівки і закріплення отриманого зображення.	Пакувальний матеріал від присадних матеріалів, сміття – побутовий і виробничий.

Таблиця 3.8 - Пропоновані організаційно-технічні заходи, по зменшенню чинників пропонованих технічних рішень, що негативно впливають на природне середовище

Даний технічний об'єкт у рамках проектної технології	Ремонтне наплавлення металевих конструкцій
Заходи, що зменшують негативний вплив на літосферу	На ділянці слід встановити контейнери, що забезпечують селективний збір сміття побутового і сміття виробничого. Крім того, окремий контейнер потрібний для збору металобрухту. Виробничий персонал слід детально проінструктувати за правилами збору сміття і металобрухту. На контейнерах мають бути вивішені таблички, що роз'яснюють їх призначення. .

Укладення по розділу

При виконанні екологічного розділу справжньої випускної кваліфікаційної роботи сформульовані небезпечні і шкідливі виробничі чинники, що виникають в процесі виконання операцій при реалізації технологічного процесу. Виконаний пошук і аналіз заходів, які дозволять усунути і зменшити небезпечні і шкідливі виробничі чинники. В ході виконання екологічного розділу вдалося встановити, що технології плазмового наплавлення, що виникають в процесі реалізації, небезпечні і шкідливі чинники усуваються або зменшуються до прийняттого рівня шляхом застосування стандартних засобів по забезпеченню безпеки і санітарії виробництва. Стосовно даної технології немає необхідності в розробці додаткових коштів і методик по захисту персоналу і довкілля. При впровадженні проектної технології можливе виникнення загроз екологічної безпеки. Усунення цих загроз станеться за умови дотримання технологічного регламенту і виробничої санітарії.

4 Оцінка економічної ефективності випускної кваліфікаційної роботи

4.1 Початкові дані для виконання розрахунків

Випускна кваліфікаційна робота присвячена розробці технологічних заходів по підвищенню продуктивності і якості плазмового наплавлення деталей корпусу електричного двигуна погрузного гідравлічного насоса. Виконання операцій базового технологічного процесу передбачає застосування ручного дугового зварювання. Це викликає виникнення значного числа дефектів і є причиною додаткових тимчасових витрат на ремонт дефектних ділянок. Також при наплавленні по базовому варіанту відбувається погіршення характеристик відновленого устаткування і його швидкий вихід з ладу. Запропоновані технологічні рішення дозволять зменшити трудомісткість виконання зварювальних робіт, досягти підвищення стабільності якості з'єднань. У таблиці 4.1 зібрані і систематизовані коефіцієнти, і інші дані, які можуть знадобитися при виконанні розрахунків.

Таблиця 4.1 - Початкові дані для виконання розрахунків

Найменування і суть економічного показника	Прийняте в розрахунках умовне позначення для показника	Одиниця виміру економічного показника	Величина даного показника в відповідності з варіантом технологічного процесу	
			Базовий	Проектний
1	2	3	4	5
Прийняте число робочих змін	Ксм	-	1	1
Значення норми амортизаційних відрахувань стосовно того, що розглядається в відповідній технології	На	%	21,5	21,5

Продовження таблиці 4.1

1	2	3	4	5
Розряд зварювальника	Р. р.		V	V
Значення вартості тарифної ставки	Сгод	Р/година	250	250
Величина коефіцієнта, що визначає частку відрахувань на формування додатковою заробітною плати	Кдоп	%	12	12
Величина коефіцієнта, що визначає долю доплат до основній заробітній платі	Кд		1,88	1,88
Величина коефіцієнта, що визначає частку відрахувань на забезпечення соціальних потреб	Ксн	%	30	30
Величина коефіцієнта, що визначає долю витрат на амортизаційні відрахування на площі	На.пл.	%	5	5
Набутого значення вартості експлуатації виробничих площ	Сзксп	(грн/м2)/рік	4000	4000
Ціна придбання виробничих площ	Цпл	грн/м2	30000	30000
Сумарна площа, займана устаткуванням для забезпечення відповідної технології	S	м2	30	40
Величина коефіцієнта, що визначає долю транспортно-заготівельних витрат	Кт -з	%	5	5
Величина коефіцієнта, що визначає долю витрати на здійснення монтажу і демонтажу устаткування	Кмонт Кдем	%	3	5
Величина ринкової вартості т устаткування для забезпечення відповідній технології:	Цоб	грн.	240 тис.	560 тис.
Величина коефіцієнта, що визначає долю витрат на додаткову виробничу площу	Кпл	-	3	3
Значення, що задається Споживаній потужності технологічного устаткування	Муст	кВт	3,6	5,0

Продовження таблиці 4.1

1	2	3	4	5
Набутого значення вартість електричної енергії для забезпечення відповідної технології	Цее	грн/ кВт	3,02	3,02
Величина коефіцієнта, визначального тимчасові витрати на виконання норми	Квн	-	1,1	1,1
Величина коефіцієнта корисної дії	ККД	-	0,7	0,7
Величина коефіцієнта що визначає ефективність капітальних вкладень	Ен	-	0,33	0,33
Величина коефіцієнта, що визначає долю цехових витрат	Кцех	-	1,5	1,5
Величина коефіцієнта, що визначає долю заводських витрат	Кзав	-	1,15	1,15
Час машинний	t маш	година	0,4	0,22

4.2 Розрахунок фонду часу

Значення річного фонду часу, впродовж якого відбувається робота що розглядається а базовій і проектній технології устаткування, обчислюємо згідно з формулою:

$$F_H (D_p - T_{см} - D_{п} \cdot T_{п}) \cdot C, (4.1)$$

де Тсм - тривалість в год. робочої зміни;

Ін - сумарне для одного року число робочих днів;

Дп - сумарне для одного року число передсвяткових днів;

Тп - передбачувані втрати робочого в годинах часу від передсвяткових днів;

З - прийняте число робочих змін.

Після підстановки відповідних значень у формулу (4.1) результати обчислення :

$$F_H = (277 \cdot 8 - 7 \cdot 1) \cdot 1 = 2209 \text{ год.}$$

Значення ефективного фонду часу, впродовж якого відбувається робота устаткування по базовому і проектному варіантам технології, обчислюємо згідно з формулою:

$$F_{\text{Э}} = F_{\text{Н}} \cdot \left(1 - \frac{B}{100}\right), \quad (4.2)$$

де B - величина планових втрат робочого часу.

Після підстановки відповідних значень у формулу (4.2) результати обчислення :

$$F_{\text{Э}} = 2209 \cdot (1 - 7/100) = 2054 \text{ год.}$$

4.3 Розрахунок норми штучного часу на операції технологічного процесу, що змінюються

Визначення тимчасових витрат, потрібних для виконання операцій технологічного процесу по базовому і проектному варіанту технологій виконуємо згідно з формулою

$$t_{\text{ШТ}} = t_{\text{МАШ}} + t_{\text{ПГТ}} + t_{\text{ОБ}} + t_{\text{ВП}} + t_{\text{ПЗ}}, \quad (4.3)$$

де $t_{\text{ШТ}}$ - загальний об'єм часу, що витрачається працюючим персоналом на операції базової і проектної технології;

$t_{\text{МАШ}}$ - об'єм часу, що витрачається робочим персоналом основні технологічні операції базової і проектної технології;

$t_{\text{ПГТ}}$ - об'єм часу, що витрачається робочим персоналом на підготовчі операції за базовою і проектною технологією, складові 10% від $t_{\text{МАШ}}$;

$t_{\text{ОБСЛ}}$ - об'єм часу, що витрачається робочим персоналом на проведення обслуговування, поточного і дрібного ремонту устаткування, складові 5% $t_{\text{МАШ}}$;

$t_{\text{ОТЛ}}$ - об'єм часу, що витрачається робочим персоналом на виконання потреб в особистому відпочинку, що становить 5% $t_{\text{МАШ}}$;

$t_{ПЗ}$ - об'єм часу, що витрачається робочим персоналом на виконання підготовчо - завершальних операцій, що становить 1% $t_{МАШ}$.

Після підстановки відповідних значень у формулу (4.3) результати обчислення :

$$t_{шт.баз} = 0,4 \cdot (100\% + 10\% + 5\% + 5\% + 1\%) = 0,525 \text{ год.}$$

$$t_{шт.проектн.} = 0,22 \cdot (100\% + 10\% + 5\% + 5\% + 1\%) = 0,28 \text{ год.}$$

Розмір річної програми об'єму робіт, що проводиться, обчислюваний згідно з формулою:

$$П_{Г} = \frac{F_{\Xi}}{t_{шт}} \quad (4.4)$$

де F_{Ξ} - значення ефективного фонду часу устаткування, що приймається для реалізації проектної і базової технології;

$t_{шт}$ - штучний час, що витрачається на виконання одного стику; Після підстановки відповідних значень у формулу (4.4)

результати обчислення :

$$П_{Г.баз.} = 4108 / 0,525 = 7824 \text{ виробів за рік;}$$

$$П_{Г.проектн.} = 4108 / 0,28 = 14671 \text{ виробів за рік.}$$

Виконання подальшого економічного розрахунку вестимемо виходячи їх набутого значення $П_{Г} = 1000$ виробів за рік.

Необхідну кількість устаткування для реалізації проектного і базового технологічного процесу обчислюємо згідно з формулою::

$$n_{РАСЧ} = \frac{t_{шт} \cdot П_{Г}}{F_{\Xi} \cdot K_{ВН}} \quad (4.5)$$

де $t_{шт}$ - штучний час, що витрачається на виконання одного стику;

$Пг$ - прийнята річна програма;

Fe - значення ефективного фонду часу устаткування, що приймається для реалізації проектної і базової технології;

$Квн$ - значення коеф-та, що визначає витрати на виконання норми

Після підстановки відповідних значень у формулу (4.5) результати обчислення :

$$\begin{aligned} n_{расч\ баз} &= \frac{0,525 \cdot 5000}{4108 \cdot 1,1} = 0,58 \\ n_{расч\ пр} &= \frac{0,28 \cdot 5000}{4108 \cdot 1,1} = 0,31 \end{aligned}$$

За результатами проведених розрахунків слід прийняти по одній одиниці технологічного устаткування при реалізації базової технології і проектної технології.

Значення коефіцієнта завантаження устаткування обчислюємо згідно з формулою:

$$Кз = n_{расч}/n_{пр} \quad (4.6)$$

де $n_{расч}$ - розраховане по (4.5) кількість устаткування;

$n_{пр}$ - прийнята кількість устаткування.

Після підстановки відповідних значень у формулу (4.6) результати обчислення :

$$Кзб = 0,58/1 = 0,58,$$

$$Кзп = 0,31/1 = 0,31.$$

4.4 Розрахунок заводської собівартості базового і проектного варіантів технології

Розмір витрат на матеріали, які потрібно для реалізації базової і проектної технології, обчислюваний згідно з формулою:

$$M = C_m \cdot H_p \cdot K_{т-з}, (4.7)$$

де C_m - ринкова вартість відповідного зварювального матеріалу;

$K_{т-з}$ - величина коефіцієнта, що визначає долю транспортно-заготівельних витрат.

$$M_{баз.} = 270 \cdot 1,5 \cdot 1,05 = 425,25 \text{ грн.}$$

$$M_{проектн.} = 410 \cdot 0,8 \cdot 1,05 + 90 \cdot 0,7 \cdot 1,05 = 410,55 \text{ грн.}$$

Розмір фонду заробітної плати (ФЗП) є сумою основної зарплати і додаткової зарплати. Розмір основної зарплати обчислюваний згідно з формулою:

$$З_{доп} = \frac{K_{доп}}{100} \cdot З_{осн} \quad (4.9)$$

де $K_{доп}$ - величина коефіцієнта, що визначає частку відрахувань на додаткову заробітну плату.

Після підстановки відповідних значень у формулу (4.9) результати обчислення :

$$З_{доп.баз.} = 246,75 \cdot 12 / 100 = 29,61 \text{ грн.};$$

$$З_{доп.проектн.} = 131,6 \cdot 12 / 100 = 15,79 \text{ грн.}$$

$$ФЗП_{баз.} = 246,75 + 29,61 = 276,36 \text{ грн.};$$

$$ФЗП_{проектн.} = 131,6 + 15,79 = 147,39 \text{ грн.}$$

Розмір відрахувань на соціальні потреби обчислюваний згідно з формулою:

$$Осн = ФЗП \cdot K_{сн} / 100 \quad (4.10)$$

де $K_{сн}$ - величина коефіцієнта, що визначає долю витрат на забезпечення соціальних потреб.

Після підстановки відповідних значень у формулу (4.10) результати обчислення :

$$Осс_{баз.} = 276,36 \cdot 30 / 100 = 93,96 \text{ грн}$$

$$Осс_{спр.} = 147,39 \cdot 30 / 100 = 50,11 \text{ грн.}$$

Розмір витрат на зміст і експлуатацію технологічного устаткування обчислюваний згідно з формулою:

$$З_{об} = A_{об} + P_{э-э}, \quad (4.11)$$

де $A_{об}$ - амортизація устаткування;

$P_{э-э}$ - розмір витрат на електричну енергію;

Розмір амортизації устаткування обчислюваний згідно з формулою:

$$A_{об} = \frac{C_{об} \cdot N_a \cdot t_{маш}}{F_э \cdot 100} \quad (4.12)$$

де $C_{об}$ - ринкова вартість устаткування для реалізації проектної і базової технології;

На - норма амортизації технологічного устаткування для реалізації проектної і базової технології.

Після підстановки відповідних значень у формулу (4.12) результати обчислення :

$$A_{обб} = \frac{240000 \cdot 0,4 \cdot 21,5 \cdot 1}{4108 \cdot 100} = 5,02 \text{ грн}$$

$$A_{обпр} = \frac{560000 \cdot 0,22 \cdot 21,5 \cdot 1}{4108 \cdot 100} = 6,45 \text{ грн}$$

Розмір витрат на електроенергію обчислюваний згідно з формулою:

$$P_{э-э} = \frac{M_{уст} \cdot t_{мощ} \cdot Ц_{э-э}}{КПД} \quad (4.13)$$

де МУСТ -мощность устаткування для реалізації проектної і базової технології;

Ц_е вартість електричної енергії при реалізації проектної і базової технології;

ККД - значення коефіцієнта корисної дії устаткування для реалізації проектної і базової технології.

Після підстановки відповідних значень у формулу (4.13) результати обчислення :

$$P_{еб} = \frac{3,6 \cdot 3,02 \cdot 0,4 \cdot 1}{0,7} = 22,09 \text{ грн}$$

$$P_{епр} = \frac{5,0 \cdot 3,02 \cdot 0,22 \cdot 1}{0,7} = 20,46 \text{ грн}$$

$$З_{оббаз.} = 5,02 + 22,09 = 27,11 \text{ грн.}$$

$$З_{обпроектн.} = 6,45 + 20,46 = 26,91 \text{ грн}$$

Розмір витрати на зміст і експлуатацію площ обчислюваний згідно з формулою:

$$З_{пл} = P_{пл} + A_{плч} \quad (4.14)$$

где Р_{пл} – размер расходов на эксплуатацию и содержание площадей;

A_{плч} - амортизация площ.

Розмір витрат на зміст площ обчислюваний згідно з формулою:

Після підстановки відповідних значень у формулу (4.15) результати обчислення :

$$P_{плб} = \frac{4000 \cdot 30 \cdot 0,4}{4108} = 11,68 \text{ грн.}$$

$$P_{плб} = \frac{4000 \cdot 40 \cdot 0,22}{4108} = 8,56 \text{ грн.}$$

Розмір витрат на амортизацію площі обчислюваний згідно з формулою:

$$A_{пл} = \frac{Ц_{пл} \cdot На_{пл} \cdot S \cdot t_{шт}}{F_{э} \cdot 100}, \quad (4.16)$$

ЦПЛ - вартість придбання площ

Після підстановки відповідних значень у формулу (4.16) результати обчислення

:

$$A_{\text{ПЛБ}} = \frac{30000 \cdot 30 \cdot 0,4 \cdot 21}{4108 \cdot 100} = 18,40$$

$$A_{\text{ПЛПр}} = \frac{30000 \cdot 40 \cdot 0,22 \cdot 21}{4108 \cdot 100} = 13,50$$

Після підстановки відповідних значень у формулу (4.14)

результати обчислення :

$$З_{\text{ПЛБаз.}} = 11,68 + 18,40 = 30,08 \text{ грн.}$$

$$З_{\text{ПЛПр.}} = 8,56 + 13,50 = 22,06 \text{ грн.}$$

$$C_{\text{ТЕХБаз.}} = 425,25 + 276,36 + 93,96 + 34,65 + 30,08 = 852,76 \text{ грн.}$$

$$C_{\text{ТЕХПроектн.}} = 410,55 + 147,39 + 50,11 + 26,91 + 22,06 = 657,02 \text{ грн.}$$

Розмір технологічної собівартості обчислюваний згідно з формулою: $C_{\text{ТЕХ}} =$

$$M + \Phi ЗП + O_{\text{сс}} + З_{\text{ОБ}} + З_{\text{ПЛ}} \quad (4.17)$$

Після підстановки відповідних значень у формулу (4.17) результати обчислення

:

$$C_{\text{ТЕХБаз.}} = 425,25 + 276,36 + 93,96 + 34,65 + 30,08 = 852,76 \text{ грн}$$

$$C_{\text{ТЕХПр.}} = 410,55 + 147,39 + 50,11 + 26,91 + 22,06 = 657,02 \text{ грн.}$$

Розмір цехової собівартості обчислюваний згідно з формулою:

$$C_{\text{ЦЕХ}} = C_{\text{ТЕХ}} + З_{\text{ОСН}} \cdot K_{\text{ЦЕХ}} \quad (4.18)$$

де $K_{\text{ЦЕХ}}$ - величина коефіцієнта, що визначає долю цехових витрат при реалізації проектної і базової технології.

Після підстановки відповідних значень у формулу (4.18) результати обчислення

:

$$C_{\text{ЦЕХБаз.}} = 852,76 + 246,75 \cdot 1,5 = 852,76 + 370,13 = 1222,89 \text{ грн.,}$$

$$C_{\text{ЦЕХПроектн.}} = 657,02 + 131,6 \cdot 1,5 = 657,02 + 197,40 = 854,42 \text{ грн.}$$

Розмір заводської собівартості обчислюваний згідно з формулою:

.

$$C_{\text{ТехПр.}} = 410,55 + 147,39 + 50,11 + 26,91 + 22,06 = 657,02 \text{ грн}$$

Розмір цехової собівартості обчислюваний згідно з формулою:

$$C_{\text{ЦЕХ}} = C_{\text{ТЕХ}} + Z_{\text{ОСН}} \cdot K_{\text{ЦЕХ}} \quad (4.18)$$

де $K_{\text{ЦЕХ}}$ - величина коефіцієнта, що визначає долю цехових витрат при реалізації проектної і базової технології.

Після підстановки відповідних значень у формулу (4.18) результати обчислення :

$$C_{\text{ЦЕХБаз.}} = 852,76 + 246,75 \cdot 1,5 = 852,76 + 370,13 = 1222,89 \text{ грн.},$$

$$C_{\text{ЦЕХПр.}} = 657,02 + 131,6 \cdot 1,5 = 657,02 + 197,40 = 854,42 \text{ грн.}$$

Розмір заводської собівартості обчислюваний згідно з формулою:

$$C_{\text{ЗАВ}} = C_{\text{ЦЕХ}} + Z_{\text{ОСН}} \cdot K_{\text{ЗАВ}} \quad (4.19)$$

де $K_{\text{ЗАВ}}$ - величина коефіцієнта, що визначає долю заводських витрат при реалізації проектної і базової технології.

Після підстановки відповідних значень у формулу (4.19) результати обчислення :

$$C_{\text{ЗАВБаз.}} = 1222,89 + 246,75 \cdot 1,15 = 1222,89 + 283,76 = 1506,65 \text{ грн.},$$

$$C_{\text{ЗАВПр.}} = 854,42 + 131,6 \cdot 1,15 = 854,42 + 151,34 = 1005,76 \text{ грн.}$$

.

4.5 Калькуляція заводської собівартості зварювання по базовому і проектному варіанту технології

Таблиця 4.2 - Заводська собівартість зварювання

ПОКАЗНИКИ	Умов позн.	Калькуляція, грн	
		Базовий	Проектн.
Матеріали	М	425,25	410,55
Фонд заробітної плати	ФЗП	276,36	147,39
Відрахування на соц. потреби	ОСН	93,96	50,11
Витрати на устаткування	Зоб	27,11	26,91

Витрати на площі	Зпл	30,08	22,06
Собівартість технологіч.	Стех	852,76	657,02
Витрати цехові	Рцех	370,13	197,40
Собівартість цехова	Сцех	1222,89	854,42
Витрати заводські	Рзав	283,76	151,34
Собівартість заводська	Сзав	1506,65	1005,76

4.6 Капітальні витрати по базовій і проектній технологіям

Розмір капітальних витрат, що вимагаються для реалізації базової технології, обчислюваний згідно з формулою:

$$K_{\text{ОБЦБ}} = K_{\text{ОББ}} = n \cdot \text{Ц}_{\text{ОБ.Би}} \cdot K_{\text{З.Б.}} \quad (4.20)$$

де $K_{\text{З}}$ - величина коефіцієнта, що визначає долю завантаження технологічного устаткування;

$\text{Ц}_{\text{ОБ.Б.}}$

n - прийнята кількість одиниць устаткування для виконання заданої виробничої програми за базовою технологією.

$$\text{Ц}_{\text{ОБ.Б.}} = \text{Ц}_{\text{ПЕРВ.}} - (\text{Ц}_{\text{ПЕРВ.}} \cdot T_{\text{СЛ}} \cdot N_{\text{А}} / 100), \quad (4.21)$$

де $\text{Ц}_{\text{ПЕРВ.}}$ - ринкова вартість в грн. придбання технологічного устаткування для реалізації базової технології; $T_{\text{СЛ}}$ - термін служби в літах устаткування для реалізації базової технології на початок впровадження пропонованих в випускній кваліфікаційній роботі технічних рішень;

$N_{\text{А}}$ - норма амортизації у відсотках устаткування для реалізації базового технологічного процесу.

Після підстановки відповідних значень у формулу (4.20) і у формулу (4.21) результати обчислення :

$$\text{Ц}_{\text{ОБ.Баз.}} = 240000 - (240000 \cdot 2,5 \cdot 21 / 100) = 114000 \text{ грн}$$

$$K_{\text{ОБЦБаз.}} = 1 \cdot 114000 \cdot 0,58 = 66120 \text{ грн}$$

Розмір загальних капітальних витрат для реалізації проектної технології

обчислюваний згідно з формулою:

$$K_{\text{ОБЩПР}} = K_{\text{ОБПР}} + K_{\text{ПЛПР}} + K_{\text{СОПР}} \quad (4.22)$$

Де $K_{\text{ОБПР}}$ - прийнята величина капітальних вкладень в технологічне устаткування;

$K_{\text{ПЛ}}$ - прийнята величина капітальних вкладень в площі;

$K_{\text{СОП}}$ - прийнята величина супутніх капітальних вкладень.

$$K_{\text{ОБПР}} = \Pi_{\text{ОБПР}} \cdot K_{\text{Т-З}} \cdot K_{\text{ЗПР}}. \quad (4.23)$$

Після підстановки відповідних значень у формулу (4.23) результати обчислення :

$$K_{\text{ОБПроектн.}} = 1 \cdot 560000 \cdot 1,05 \cdot 0,31 = 182280 \text{ грн.}$$

$$K_{\text{СОП}} = K_{\text{ДЕМ}} + K_{\text{МОНТ}} \quad (4.24)$$

де $K_{\text{ДЕМ}}$ - розмір витрат на демонтаж устаткування для реалізації базової технології;

$K_{\text{МОНТ}}$ - величина коефіцієнта, що визначає долю витрат на монтаж устаткування.

$$K_{\text{ДЕМ}} = \Pi_{\text{Б}} \cdot K_{\text{ДЕМ}} \quad (4.25)$$

де $K_{\text{ДЕМ}}$ - величина коефіцієнта, що визначає долю витрат на демонтаж устаткування.

Після підстановки відповідних значень у формулу (4.25) результати обчислення :

$$K_{\text{ДЕМ}} = 1 \cdot 240000 \cdot 3/100 = 7200 \text{ грн.}$$

де $K_{\text{МОНТ}}$ - величина коефіцієнта, що визначає долю витрат на монтаж устаткування для реалізації проектної технології.

Після підстановки відповідних значень у формулу (4.24) і у формулу

(4.26) результати обчислення :

$$K_{\text{МОНТ}} = 1 \cdot 560000 \cdot 2 / 100 = 11200 \text{ грн.}$$

$$K_{\text{СОП}} = 7200 + 11200 = 18400 \text{ грн.}$$

Після підстановки відповідних значень у формулу (4.22) результати обчислення :

$$K_{\text{ОБЩПР}} = 182280 + 18400 = 200680 \text{ грн}$$

Розмір додаткових капітальних вкладень обчислюваний згідно з формулою:

$$K_{\text{ДОП}} = K_{\text{ОБЩПР}} - K_{\text{ОБЩБ}} \quad (4.27)$$

Після підстановки відповідних значень у формулу (4.27) результати обчислення :

$$K_{\text{ДОП}} = 200680 - 66120 = 134560 \text{ грн.}$$

4.7 Показники економічної ефективності проектної технології

Зниження трудомісткості обчислюємо згідно з формулою:

$$\Delta t_{\text{ШТ}} = \frac{t_{\text{ШТБ}} - t_{\text{ШТПР}}}{t_{\text{ШТБ}}} \cdot 100\% \quad (4.28)$$

Після підстановки відповідних значень у формулу (4.28) результати обчислення :

$$\Delta t_{\text{ШТ}} = \frac{0,525 - 0,28}{0,525} \cdot 100\% = 46,7\%$$

Показник підвищення продуктивності праці обчислюваний згідно з формулою:

$$P_T = \frac{100 \cdot \Delta t_{\text{ШТ}}}{100 - \Delta t_{\text{ШТ}}} \quad (4.29)$$

Після підстановки відповідних значень у формулу (4.29) результати обчислення :

$$P_T = \frac{100 \cdot 46,7}{100 - 46,7} = 101,5\%$$

Зниження технологічної собівартості праці обчислюємо згідно з формулою:

$$\Delta C_{\text{ТЕХ}} = \frac{C_{\text{ТЕХБ}} - C_{\text{ТЕХПР}}}{C_{\text{ТЕХ}}} \cdot 100\% \quad (4.30)$$

Після підстановки відповідних значень у формулу (4.30) результати обчислення :

$$\Delta C_{\text{ТЕХ}} = \frac{852,76 - 657,02}{852,76} \cdot 100\% = 23\%$$

Умовно-річну економію (очікуваний прибуток) обчислюємо згідно з формулою:

$$\text{Пр}_{\text{оч}} = E_{\text{ур}} = (C_{\text{зав}}^{\text{б}} - C_{\text{зав}}^{\text{пр}}) \cdot \Pi_{\text{р}}$$

Після підстановки значень у формулу (4.31) одержимо

$$E_{\text{ур.}} = (1506,65 - 1005,76) \cdot 500 = 250445 \text{ грн.}$$

Термін окупності додаткових капітальних вкладень обчислюємо

$$\text{Ток} == K_{\text{доп}} / E_{\text{ур}}$$

$$\text{Ток} = 134560 / 250445 = 0,54 \text{ року.}$$

Висновки по економічному розділу

Економічний розділ даної випускної кваліфікаційної роботи присвячений визначенню основних економічних показників, які можуть охарактеризувати проектну і базову технології : технологічній і заводській собівартості ремонтного зварювання.

В ході виконання розрахунків встановлено, що проектна технологія при впровадженні у виробництво дозволить отримати позитивні ефекти: зменшити трудомісткість на 46,7 %, збільшити продуктивність праці на 101,5 %, зменшити технологічну собівартість на 23 %. Розмір розрахункової величини умовно-річної економії склав понад 250 тисяч грн.

Фінансові витрати на капітальні вкладення в технологічне устаткування окупляться за 0,54 року.

ВИСНОВОК

У даній випускній кваліфікаційній роботі була поставлена мета - підвищення продуктивності і якості відновлення елементів корпусу погрузного електродвигуна гідравлічного насоса із сталі 20ХГСФЛ. Основним дефектом виробу є знос посадочних поверхонь. Попередній літературний огляд дозволив виділити п'ять найбільш застосованих до даного виробу способів відновлення :

- 1) ручне дугове наплавлення штучними електродами;
- 2) наплавлення порошковим дротом;
- 3) наплавлення в середовищі вуглекислого газу;
- 4) лазерне наплавлення;
- 5) плазмове наплавлення.

Подальша робота по досягненню поставленої мети велася шляхом рішення наступних завдань :

- 1) обґрунтування вибору способу відновного наплавлення виробу;
- 2) складання проектної технології відновного наплавлення виробу;
- 4) оцінка безпеки і екологічності технічних рішень;
- 5) оцінка економічної ефективності технічних рішень.

В ході виконання екологічного розділу виконаний аналіз екологічної безпеки пропонованих у випускній кваліфікаційній роботі технічних рішень і запропоновані заходи по захисту персоналу від шкідливих і небезпечних чинників, які виникають при реалізації проектної технології. Аналіз економічної ефективності запропонованих рішень дозволив встановити, що розрахунковий економічний ефект складе понад 250 тис.грн.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ельцов, В. В. Ремонтная сварка и наплавка деталей машин и механизмов: учебное пособие / В. В. Ельцов. – Тольятти: ТГУ, 2012 – 176 с.
2. Ремонт машин та обладнання. Підручник. /О.І.Сідашенко, О.А.Науменко, Т.С.Скобло, О.В.Тіхонов та ін. За ред. проф. О.І.Сідашенка, О.А. Науменка. -Х.: «Міськдрук», 2010. – 744с.Сварка в машиностроении. Справочник в 4-х тт.— М.: Машиностроение, 1978.
3. Бабинец, А.А. Влияние способов дуговой наплавки порошковой проволокой на проплавление основного металла и формирование наплавленного металла / А.А. Бабинец, И.А. Рябцев, А.И. Панфилов [и др.] // Автоматическая сварка. – 2016. – № 11. – С. 20–34.
4. Походня, И.К. Металлургия дуговой сварки, взаимодействие металла с газами / И.К. Походня, И.Р. Явдошин, А.П. Пальцевич [и др.]. – К.: наукова думка, 1994. – 444 с.
5. Походня, И.К. Исследования и разработки ИЭС им. Е.О. Патона в области электродуговой сварки и наплавки порошковой проволокой (обзор) / И.К. Походня, В.Н. Шлепаков, С.Ю. Максимов [и др.] // Автоматическая сварка. – 2010. – № 12. – С. 34–42.
6. Файзулин, А.В. Ремонтная сварка корпуса насоса, изготовленного из среднеуглеродистой стали 20ХГСФЛ / А.В. Файзулин, А.И. Мадретдинов, В.Д. Каретников // 13-я Международная молодежная научная конференция «Севергеоэко-2012», Ухта, 21–23 марта 2012. Ч. 6. – Ухта, 2012. – С. 70–72.
7. Файзулин, А.В. Ремонт корпусов насосных агрегатов из стали 20ХГСФЛ с применением сварочных технологий / А.В. Файзулин, А.И. Мадретдинов, В.Д. Каретников, М.Р. Фаткуллин // Нефтегазовое дело: электронный научный журнал. – 2014. – № 1– С. 345–361.
8. Походня, И.К. Виробництво порошкового дроту / И.К. Походня, В. Ф. Альтер, В. Н. Шлепаков та ін. - Київ: Вища школа, 1980. - 231 с.

9. Шоно, С.А. Плавкость шлаков, образующихся при износостойкой наплавке порошковой проволокой открытой дугой / С.А. Шоно // Автоматическая сварка. – 1974. – № 1. – С. 7–9.

10. Юзвенко, Ю.А. Защита металла при наплавке порошковой проволокой открытой дугой / Ю.А. Юзвенко, Г.А. Кирилук // Автоматическая сварка. – 1974. – № 3. – С. 58–60.

11. Потапьевский, А.Г. Сварка сталей в защитных газах плавящимся электродом. Техника и технология будущего: монография / А.Г. Потапьевский, Ю.Н. Сараев, Д.А. Чинахов. Юргинский технологический институт. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 208 с.

12. Потальевский, А.Г. Сварка в защитных газах плавящимся электродом. Часть 1. Сварка в активных газах / А.Г.Потальевский. – Издание 2-е. недоработанное. – К.: Экотехнолопя, 2007. – 192 с.

13. Гладкий, П. В. Плазмове наплавлення / П. В. Гладкий, Е.Ф. Палітурників, И.А. Рябцев. - К. : Екотехнологія, 2007. - 202 с.

14. Сидоров, А.И. Восстановление деталей машины напылением и наплавкой / А.И. Сидоров. – М. : Машиностроение, 1987. – 192 с.

15. Кудинов, В.В. Нанесение плазмой тугоплавких покрытий / В.В. Кудинов, В.М. Иванов. – М. : Машиностроение. – 1981. – 192 с.

16. Бабинец, А.А. Влияние способов дуговой наплавки порошковой проволокой на проплавление основного металла и формирование наплавленного металла / А.А. Бабинец, И.А. Рябцев, А.И. Панфилов [и др.] // Автоматическая сварка. – 2016. – № 11. – С. 20–34.

17. Власов, А.Ф. Підвищення продуктивності ручного дугового наплавлення виробів, працюючих при високих температурах / А.Ф. Власов, Н.А. Макаренко, Н.А. Куций, В. П. Куликів // ВІСНИК Донбасівської державної машинобудівної академії. - 2017. - № 2. - С. 93-98.

18. Лендел, И.В. Влияние импульсной подачи электродной проволоки на формирование и износостойкость наплавленного валика, а также потери

электродного металла при дуговой наплавке в углекислом газе / И.В. Лендел, С.Ю. Максимов, В.А. Лебедев, О.А. Козырко // Автоматическая сварка. – 2015. – № 5–6. – С. 46–48.

19. Переплётчиков, Е.Ф. Плазменно-порошковая наплавка штоков энергетической арматуры / Е. Ф. Переплетчиков, И. А. Рябцев // Автоматическая сварка. – 2013. – № 4. – С. 56–58.

20. Балдаев, Л.Х. Опыт применения технологии лазерной наплавки для реновации уплотнительных поверхностей запорной арматуры / Л.Х. Балдаев, В.С. Степин, О.Е. Грачев, М.А. Киселев // Трубопроводная арматура и оборудование. - № 1. – 2015.

21. Лазерная техника и технология. В 7 кн. Кн. 3. Способы поверхностной лазерной обработки: Учеб. пособие для вузов / А.Г. Григорьянц, А.Н. Сафонов; под ред. А.Г. Григорьянца. – М.: Высш. шк., 1987. – 191 с.

22. Похмурська Г.В. Утворення тріщин у газотермічних покриттях залежно від умов їх лазерного переплавлення // Фізико-хімічна механіка матеріалів. – 2003. № 1. – С. 59–62.

23. Горина, Л. Н. Обеспечение безопасных условий труда на производстве: учебное пособие / Л. Н. Горина. – Тольятти: ТолПИ, 2000. – 68 с.

24. Краснопевцева, И. В. Экономическая часть дипломного проекта: метод. указания / И. В. Краснопевцева – Тольятти: ТГУ, 2008. – 38 с.

25. Іванов В.І., Бантковський В.А. Проектування технології ремонту деталей і вузлів сільськогосподарської техніки: Методичні вказівки до курсового проектування, – Х.: ХНТУСГ, 2013. – 45 с.