

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Інженерно-фізичний факультет
(повне найменування інституту, факультету)
Обладнання та технології зварювального виробництва
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту

Магістр

(ступінь вищої освіти)

на тему Розробка технології наплавлення на сталі вали зносостійкого
матеріалу

Виконав: студент(ка) 6 курсу, групи ІФ-411м

Спеціальності 131 Прикладна механіка
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма Відновлення та підвищення
зносостійкості деталей та конструкцій

Білий Р.Ю.

(прізвище та ініціали)

Керівник Нетребко В.В.

(прізвище та ініціали)

Рецензент Єршов А.В.

(прізвище та ініціали)

2022 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»
(повне найменування закладу вищої освіти)

Факультет Інженерно-фізичний факультет

Кафедра Обладнання та технології зварювального виробництва

Ступінь вищої освіти Магістр

Спеціальність 131 Прикладна механіка

(код і найменування)

Освітня програма Відновлення та підвищення зносостійкості деталей та конструкцій
(назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

В.В. Нетревко

« 19 » грудня 2022 року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТА(КИ)

Білий Роман Юрійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту Розробка технології наплавлення на сталіні вали зносостійкого матеріалу

керівник проєкту Нетревко В.В., д.т.н., проф.,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від «05» грудня 2022 р. №414

2. Строк подання студентом проєкту «15» вересня 2022р. - «9» грудня 2022р.

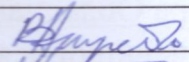
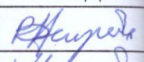
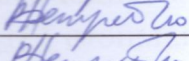
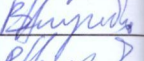
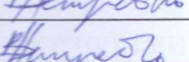
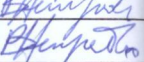
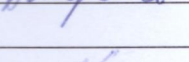
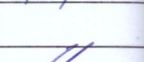
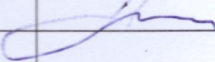
3. Вихідні дані до проєкту Креслення валу, строк експлуатації, існуюча технологія ТО

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Проаналізувати існуючу технологію відновлення валу; проаналізувати альтернативні технології відновлення валу; розробити технологію наплавки валу, спроектувати дільницю.

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

Зовнішній вид та кінематична схема установки УЦР-4 для обертання заготовки; Вал; Режим ТО валу, розподіл твердості по перерізу валу після ТО; Струмоведучий дріт, рекомендовані режими наплавки та особливості дроту; Схема технічного процесу відновлення валу; Установка для наплавки; Періоди проведення ремонтних робіт та кошторис витрат; Зразки та мікроструктура наплавленого металу на вал; План дільниці.

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконання завдання
1	Нетребко В.В. д.т.н., проф		
2	Нетребко В.В. д.т.н., проф		
3	Нетребко В.В. д.т.н., проф		
4	Нетребко В.В. д.т.н., проф		
5	Круглікова В.В. к.е.н. доц..		
6	Нестеров О.В. к.н.т. доц		

7. Дата видачі завдання « 15 » вересня 2022 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

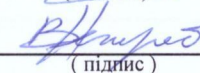
№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Приміт
1	Вступ	15.09.22	
2	Аналіз літературних джерел	17.09.22	
3	Особливості роботи валів установки центробіжного розпилення УЦР-4	15.09.22	
4	Розробка технології відновлення валу УЦР-4 з проектуванням ділянки	22.10.22	
5	Дослідження властивостей та Структури наплавленого металу	17.11.22	
6	Техніко-економічні розрахунки	1.12.22	
7	Охорона праці	4.12.22	
8	Висновки	5.12.22	
9	Перелік посилань	6.12.22	

Студент(ка)


(підпис)

Білий Р.Ю.
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту


(підпис)

Нетребко В.В.
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломного проєкту: 74 с., 21 табл., 25 рис., 1 дод., 36 джерел.

СТАЛЬ, СТРУМОВЕДУЧИЙ ДРІТ, НАПЛАВКА, КОШТОРИС ВИТРАТ, ЗНОСОСТІЙКІСТЬ.

Об'єкт дослідження – наплавка як процес відновлення та підвищення властивостей валів. Предмет дослідження – вплив наплавки на строк служби та ремонтпридатність валів.

Методи дослідження – для розв'язання поставлених задач і отримання основних результатів дипломної роботи використовувались експериментальні методи дослідження з визначення міжремонтних періодів шляхом порівняльного характеру початкового матеріалу та матеріалів зі зміненими властивостями.

Актуальність теми – підвищення та відновлення фізичних властивостей та геометрії деталі з точки зору економіки інколи цілком обґрунтовано. Серед інших нанесення покриттів наплавленням досі розповсюдженим процесом отримання поверхонь із спеціальними властивостями: корозійною стійкістю, зносостійкістю при різноманітних та швидкозмінних температурах, твердістю і т.д. Властивість нанесеного покриття визначається безпосередньо маркою дроту, який наплавляється, чіткістю та точністю технології нанесення, фізико-хімічними процесами.

Відомо, що міцність покриття значною мірою залежить від енергетичних характеристик (струму, напруги, витрати плазмоутворюючого та транспортуючого газів) та стану поверхні напилюваної основи.

ABSTRACT

Explanatory note: 74 pages, 21 tables, 25 figures, 1 supplement, 36 sources.

STEEL, CURRENT WIRE, SURFACE, COST ESTIMATE, DURABILITY.

The object of research is surfacing as a process of restoring and improving the properties of shafts. The subject of the study is the effect of surfacing on the service life and maintainability of shafts.

Research methods – to solve the tasks and obtain the main results of the thesis, experimental research methods were used to determine the inter-repair periods by comparing the nature of the initial material and materials with changed properties.

Actuality of theme – increasing and restoring the physical properties and geometry of the part from the point of view of economy is sometimes quite justified. Among others, the application of coatings by surfacing is still a widespread process of obtaining surfaces with special properties: corrosion resistance, wear resistance at various and rapidly changing temperatures, hardness, etc. The property of the applied coating is determined directly by the brand of the surfacing wire, the clarity and precision of the application technology, physic-chemical processes.

It is known that the strength of the coating largely depends on the energy characteristics (current, voltage, consumption of plasma-forming and transporting gases) and the state of the surface of the sprayed base.

ЗМІСТ

Вступ	8
1 Аналіз літературних джерел	9
2 Особливості роботи валів установки центробіжного розпилення уцр-4	14
2.1 Призначення виробу, аналіз працездатності матеріалу	15
2.2 Існуючі технології відновлення	19
3 Розробка технології відновлення валу УЦР-4 з проектуванням ділянки	21
3.1 Розробка технології відновлення валу УЦР-4	21
3.2 Вибір обладнання для проведення робіт	24
3.3 Організація енерго- та газопостачання	31
4 Дослідження властивостей та структури наплавленого металу	34
4.1 Дослідження мікроструктури	34
4.2 Дослідження твердості	38
4.3 Порівняльний аналіз працездатності валу, відновлено за запропонованою технологією	41
5 Техніко-економічні розрахунки	43
5.1 Виробнича програма і її матеріальне забезпечення	47
5.2 Склад, чисельність та фонд заробітної плати працівників.	48
Матеріальні витрати та амортизація.	
5.2.1 Чисельність основних працівників кожній професії	49
5.2.2 Фонд оплати праці	50
5.3 Кошторис витрат	56
6 Охорона праці	59
6.1 Аналіз потенційних небезпек	59
6.2 Заходи забезпечення безпеки	61
6.3 Заходи забезпечення нормативних санітарно-гігієнічних параметрів в робочих зонах.	66

	7
6.4 Заходи з пожежної безпеки.	68
Висновки	70
Перелік посилань	71
Додаток А Специфікація	74

ВСТУП

Сьогодні адитивні технології займають вагоме місце у науці. Серед застосувань найбільш затребуване виробництво функціональних виробів для потреб найбільш зацікавлених галузей промисловості, таких як авіакосмічна галузь, авто- та машинобудування, медицина в частині протезування, тобто там, де існує гостра потреба у виготовленні високоточних виробів та їх прототипів у найкоротші терміни.

Одним з матеріалів для адитивних технологій є сферичний порошок.

Такий порошок тільки нещодавно почали виробляти в Україні та на даному етапі попит перевищує пропозицію тому велика кількість закупають за кордоном, а на внутрішньому виробництві обладнання перевантажене хоча технологія вивчена не повністю тож питання проведення ремонтних робіт вузлів та механізмів обладнання гостро стоїть перед внутрішніми виробниками.

Розвиток цієї галузі дасть змогу розвинути технологію виготовлення сферичного порошку, стимулює створення спів залежної галузі з виробництва виробів адитивним методом, та іншими методами використання сферичних порошків, розвинути нормативну базу, отримати технологію та навички ремонтно-відновлювальних робіт. Кожен з цих пунктів створює робочі місця на внутрішньому ринці, що в свою чергу позитивно впливає на розвитку всього регіону, а потім і країни. При достатньому рівні обізнаності, наявності обладнання, нормативно-правової бази та попиту ми зможемо спочатку відмовитись від купівлі занадто дорогих порошків за кордону, а згодом самим постачати продукцію (сферичні порошки та вироби з них) на світовий ринок.

Але на даному етапі необхідного обладнання одиниці. Цей диплом посвячений відновленню працездатності вузлу установки центробіжного розпилення (УЦР-4), а саме валом для обертання заготовки.

1 АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

Автором [1] зазначається «Проблема підвищення надійності і довговічності машин, обладнання та приладів є найважливішою на сучасному етапі розвитку техніки. Вона відіграє значну роль в економії металів, трудових витрат і підвищенні ефективності виробництва. Її вирішення нерозривно пов'язане зі збільшенням зносостійкості рухливих контактуючих пар, а також з підвищенням конструкційної міцності елементів конструкцій, що працюють в різноманітних умовах експлуатації».

Складнощами при виборі чи розробці нових сталей та сплавів в умовах підвищеного зношування є широкий спектр параметрів, такі як твердість, форма, міцність, тиск, температура, наявність корозійного фактора, вплив агресивних умов, величина, характер та інтенсивність прикладання навантаження, при конкретних умовах експлуатація деталі, що значною мірою визначають зносостійкість матеріалу [3].



Рисунок 1.1 – Структурна схема залежності зносостійкості сплавів від факторів зношування

Тривалий час багатьма вченими передбачалося, що збільшення можливостей матеріалів протистояти руйнуванню при зношуванні пов'язане з підвищенням твердості [4 – 7]. Такі поняття іще не так давно була основою і

зіграла досить позитивну роль, так як підвищення твердості в певних межах на практиці підвищує здатність матеріалів до опору зношування.

Саме тому показник твердості у виробничій практиці визначає зносостійкість. Такий характер визначення є доступним і простим. Роботи, присвячені вивченню мікротвердості структурних складових, залежності між інтегральною твердістю та зносостійкістю, зробили істотний внесок у розуміння проблеми підвищення опору сталей. У дослідженнях Хрущова М.М. і Бабічева М.А. [7], проведені ще в 60 роках, з підвищенням твердості чистих металів і легированих сталей їх зносостійкість пропорційно збільшується (див. рис. 1.2).

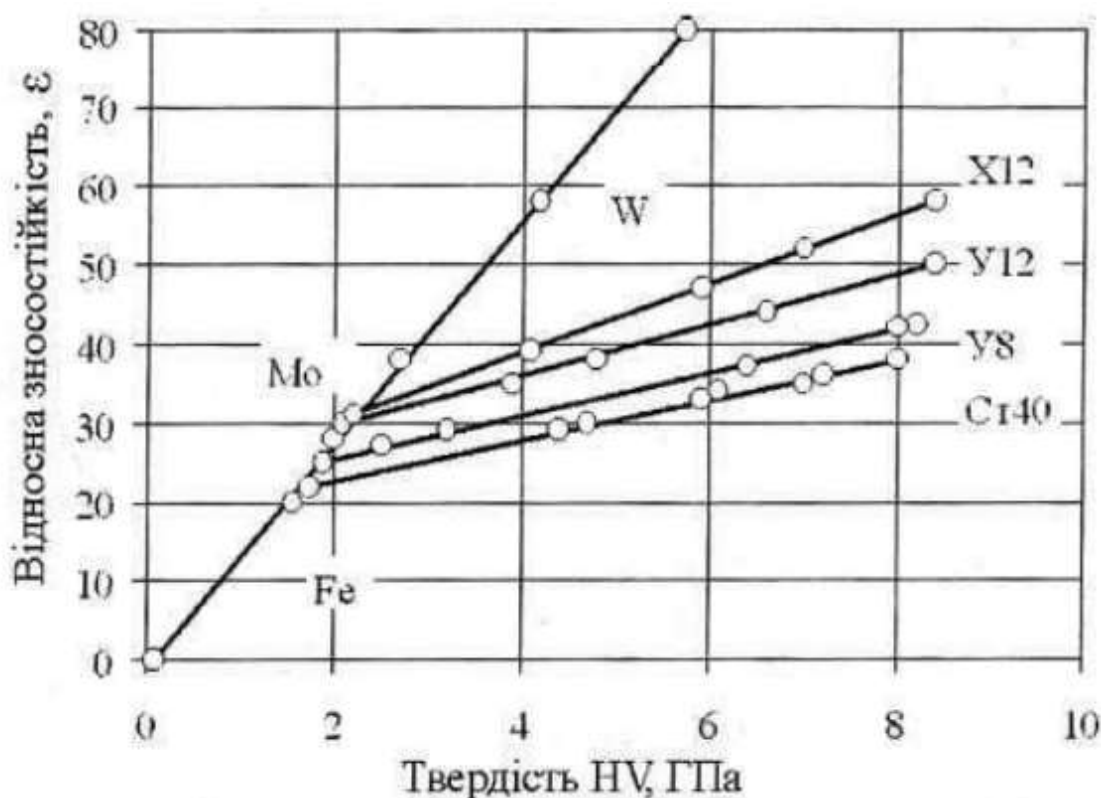


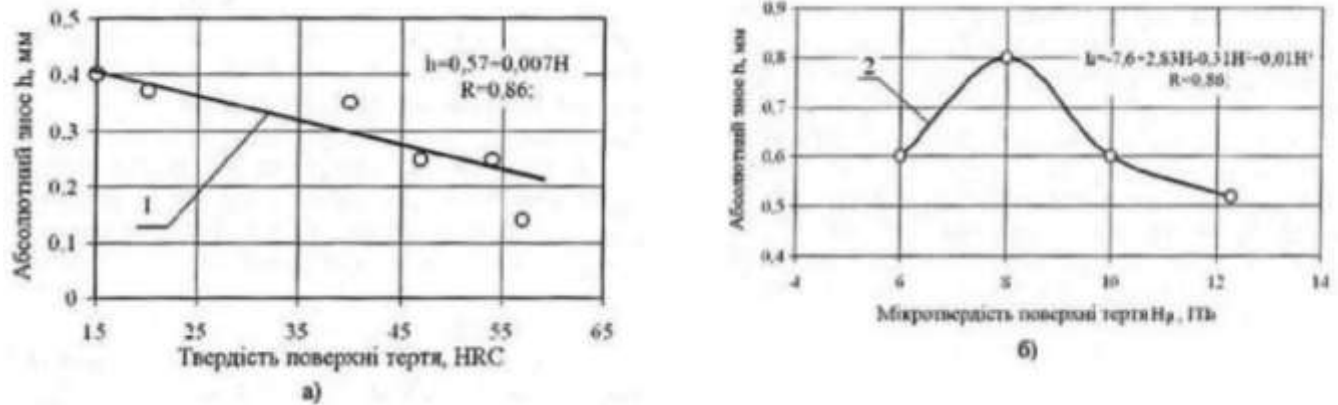
Рисунок 1.2 – Залежність зносостійкості від твердості металів і сплавів [9]

З аналізу численних публікацій [10 – 18] літературі, присвячених вивченню залежності між твердістю та зносостійкістю, а також досвіду власних лабораторних і виробничих випробувань, впливає, що вибір зносостійкого матеріалу і режимів його термічної обробки. Дослідженню впливу структури на зносостійкість сталей і сплавів присвячено багато робіт [19 – 22], у яких відзначалося існування залежності опору сталей і сплавів зношуванню від їхнього

структурного стану. Починалися спроби встановити кількісні і якісні характеристики цієї залежності. Будь – які зміни структурного стану сталі і сплаву відображаються на твердості та на величині усіх характеристик механічних властивостей.

У практиці досліджень зносостійкості матеріалів накопичений значний обсяг інформації про роботи в області визначення залежності твердості – зносостійкості. Випробувалися в лабораторних і виробничих умовах матеріали різного хімічного складу в обумовлених умовах зношувального середовища. Спроби багатьох авторів узагальнити результати цих досліджень при побудові графіків у координатах твердість – відносна зносостійкість (рис. 1.3) для матеріалів із різним структурним станом і випробуваних у різних умовах показали, що при великій розбіжності представлених даних ілюструється тенденція прямопропорційної залежності зносостійкості від твердості. При цьому пряма пропорційність спостерігається тільки при випробуванні сплавів, які мають стабільну структуру, що не зазнає структурно – фазових перетворень під тиском абразивних тіл у процесі зношування.

Аналіз результатів дослідження опору зношуванню незакріпленими абразивними частками великої кількості сплавів різного складу і структури, проведених авторами в умовах роботи прес – форм для пресування вогнетривів показує, що в сталях з нестабільною структурою, здатною до перетворень під впливом абразивних тіл у процесі зношування, виявляється складна залежність зносостійкості від твердості.



1 – залежність твердості поверхні тертя до зношування; 2 – залежність мікротвердості поверхні тертя після зношування

Рисунок 1.3 – Співвідношення між абсолютним зносом і твердістю сталі 20X у вихідному стані (а) і після зношування (б)

Автором [19] зазначається: «Досвід у виробництві, дослідження авторів вказують, що сплави, у поверхневому шарі, яких при зношуванні в найбільшій мірі проходять структурні зміни, не відповідає прямопропорційній залежності твердості від зносостійкості, обумовленої до зношування. Не виявляється тісний зв'язок опору зношуванню таких сплавів і з іншими механічними характеристиками, вихідним структурним станом і хімічним складом. Однак рівень зносостійкості таких матеріалів може бути досить високий. При відносно невеликій вихідній твердості і вмісті в сталі незначної кількості легуючих елементів зносостійкість може бути істотно вище в порівнянні з високолегованими твердими сталями».

Таким чином, оцінка зносостійкості сплавів за твердістю може проводитися тільки з урахуванням їх вихідного структурного стану. Для сплавів зі стабільною матрицею справедлива прямопропорційна залежність зносостійкості від твердості. Для сплавів з нестабільною основою, здатною до перетворень під впливом абразивних тіл у процесі зношування, зносостійкість залежить головним чином від повноти цих перетворень.

На сьогоднішній день для створення зносостійких матеріалів дослідники використовували три основні підходи, що базуються на механічному,

металофізичному і енергетичному методах вивчення процесів абразивного руйнування. В роботі [14] автор пропонує два основних шляхи синтезу зносостійких сплавів: створення матеріалів зі структурою, яка поглинає енергію та розсіює її шляхом зворотних фазових та структурних перетворень, та створення матеріалів з відносно термостабільною структурою, яка розсіює енергію тепловими полями.

В першому випадку в різних умовах тертя в поверхневих шарах проходять фазові та структурні перетворення. За рахунок цього зносостійкість визначається кінетикою зворотних структурних перетворень, які відбуваються на поверхнях тертя. Довговічність структури визначається здатністю швидкої перебудови в сприятливу для даного етапу роботи та умов тертя (принципи синергетики).

При створенні зносостійких сплавів з термостабільною структурою (сплави евтектичного класу) довговічність визначається температурним порогом стійкості структур, малою енергією міжфазових границь. Такі сплави можуть розглядатися як композиційні матеріали.

2 ОСОБЛИВОСТІ РОБОТИ ВАЛІВ УСТАНОВКА ЦЕНТРОБІЖНОГО РОЗПИЛЕННЯ УЦР-4

В сучасних умовах для виготовлення сферичних порошків використовується установка центробіжного розпилення (УЦР-4).



Рисунок 2.1 – Установка центробіжного розпилення (УЦР-4)

Принцип роботи установки полягає в тому, що під дією плазми та центробіжних сил частинки заготовки-прутка відділяються від основи та кристалізуючись утворюють сферичний порошок. А саме (рис.2.2): заготовка 3 встановлюється на вали 1, які обертають її та притискається роликом 2 та

впирається в обмежувач. Так пруток надійно закріплений та маємо необхідний виліт. З іншого боку знаходиться рухлива тарілка на якій встановлено плазмотрон. При роботі ця тарілка закривається та створює герметичну порожнину у яку подається суміш інертних газів (наприклад аргону та гелію в різному відсотковому співвідношенні для різних розпалюваних матеріалів) для покращення характеристик горіння плазми.

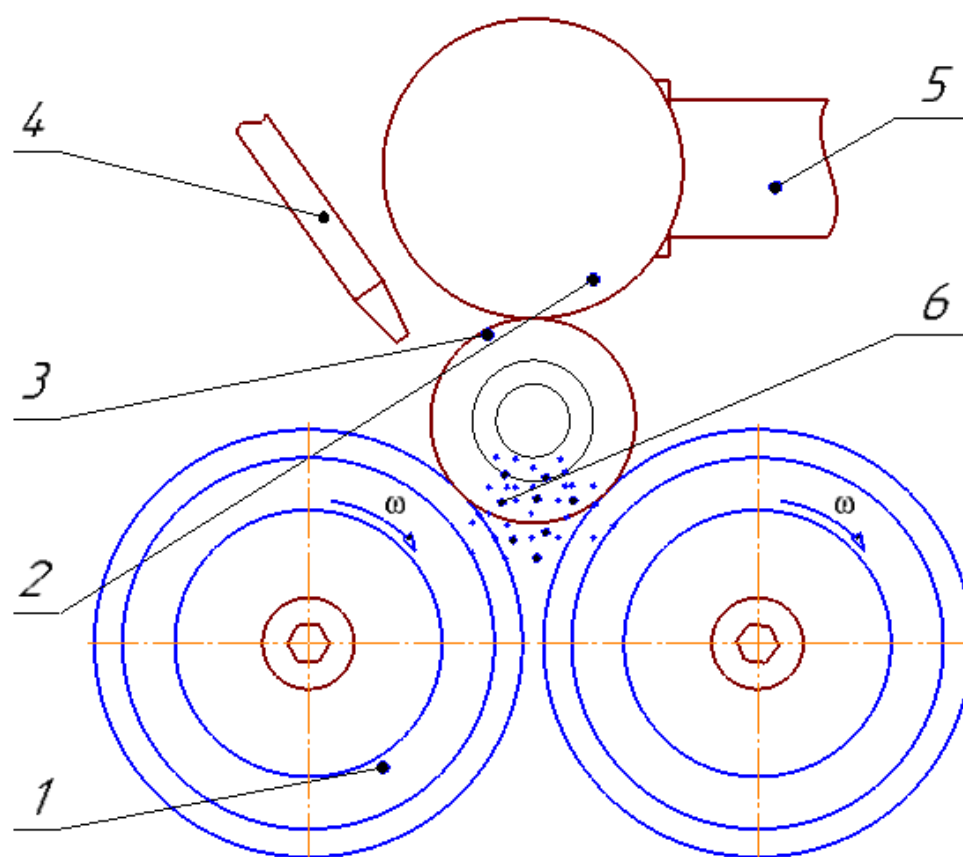
Для охолодження в тарілці спроектовані канали в яких циркулює охолоджувальна рідина (тасол), через канали плазмотрону циркулює дистильована вода, щоб уникнути блукаючих струмів, газовідвідні трубки охолоджуються самим газом, який циркулює у системі. Для охолодження газу є спеціальні радіатори з примусовим обдувом. Деякі вузли (редуктора, електродвигуни, компресори) охолоджуються повітряним обдувом.

При роботі установка сприймає великі вібраційні навантаження та маса обладнання значно велика, тому воно повинне встановлюватися на підготовленому місці, яке дозволить проводити ремонтні роботи.

В залежності від матеріалу заготовки та параметрів установки отримуємо необхідну фракцію сферичного порошку, яка далі калібрується на спеціальній установці. Етап виробництва на цьому закінчується (ГКІЮ 040122.001).

2.1 Призначення виробу, аналіз працездатності матеріалу

Привідні вали УЦР-4 надають обертання заготовці для подальшого отримання сферичного порошку.



1 – ведучі вали; 2 – притискний ролик; 3 – заготовка; 4 – газоведуча трубка;

5 – привід притискного ролика; 6 – сферичний порошок.

Рисунок 2.2 – Кінематична схема валів для обертання заготовки установки УЦР-4

Вали обертаються зі швидкістю близько 2400 об/хв. та передають обертання заготовці, яку притискає ролик 2 за допомогою приводу 5. Вся процедура розпилення проходить в середовищі газу Аргону.

Частинки порошку, які відокремлюються від заготовки, падають в спеціальний бункер, де зберігаються до відправки на калібрування.



Рисунок 2.3 – Зовнішній вигляд валів у вузлі, який розглядається

Вали (ГКІЮ 040122.002) виготовлені із сталі 45 з наступним загартуванням. Гартування проходить при температурі 820-850°C з охолодження у воді, далі проводимо високий відпуск при температурі 550-650°C з наступним охолодженням на повітрі та проводимо заалку поверхні токами високої частоти (ТВЧ) до температури 830-850°C з низьким відпуском 140-160°C (рис 2.5).

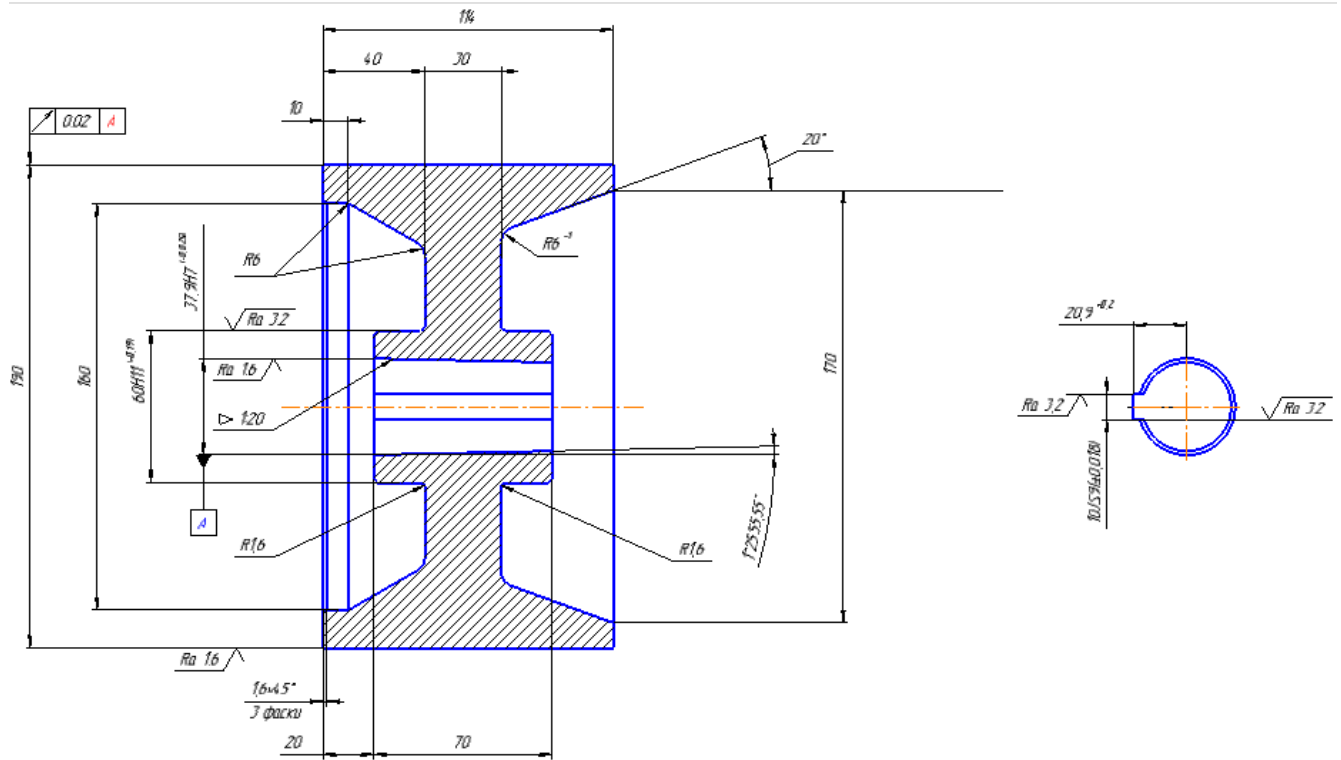


Рисунок 2.4 – Креслення валу УЦР-4

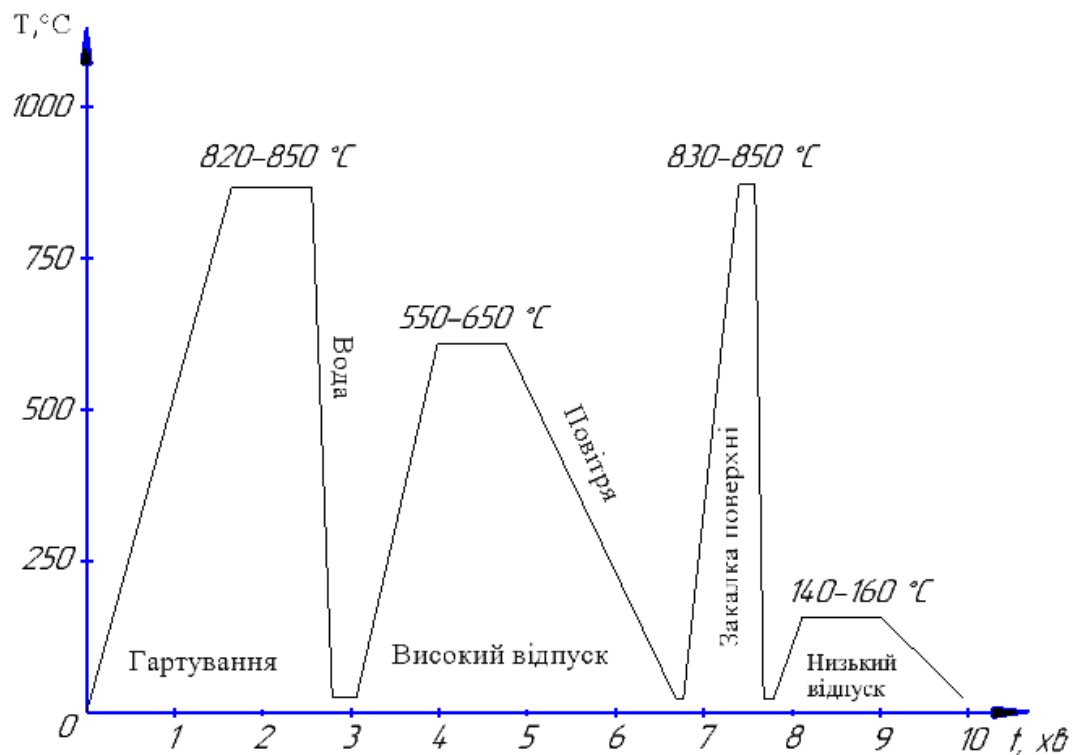


Рисунок 2.5 – Режим термічної обробки валів УЦР-4

Отримуємо тверду поверхню 56-58 HRC та серцевину з сорбітною структурою (рис.2.6). Це гарне співвідношення міцності та в'язкості (ГКІЮ 040122.003).

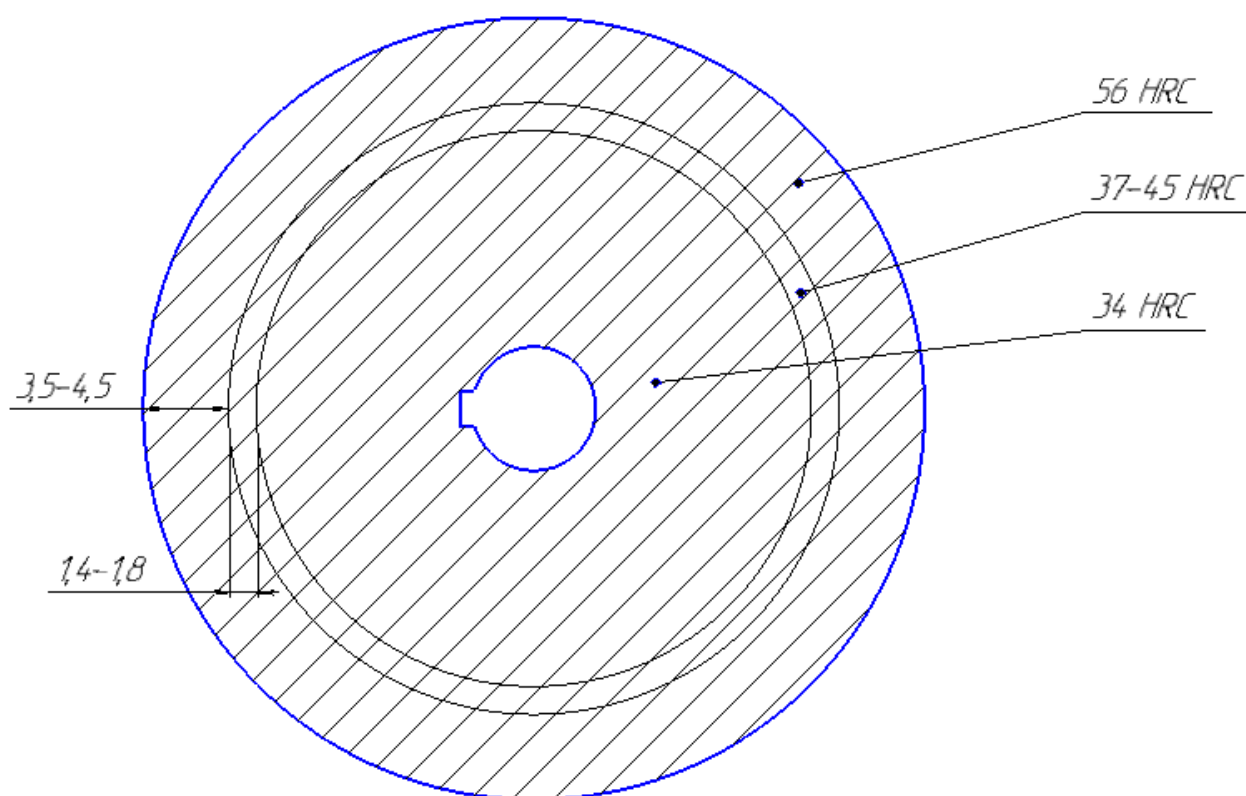


Рисунок 2.6 – Схема розподілу твердості на перерізі валу після термічної обробки

2.2 Існуючі технології відновлення

Основним методом отримання необхідних якостей та фізичних параметрів є термічна обробка, яка змінює структуру металу заготовки. При роботі поверхня зазнає зносу та необхідності відновлення геометрії поверхні шляхом шліфування валу. Оскільки товщина поверхнево загартованого шару складає усього 3,5-4,5 мм можливо виконувати до 3 операцій перешліфування. Строк служби валу до ремонту складає близько 250 годин, а загальний строк служби не більше 1000 годин при відсутності позапланового ремонту. Дана технологія дозволяє отримати необхідні фізичні параметри заготовки, але строк служби та ремонтпридатність замала. Тобто маємо необхідність не тільки підвищити показники поверхні, а й відновити геометрію. Одним з таких методів є напилення та наплавка струмопровідного дроту.

Одним з методів відновлення геометрії – напилення. Напилення слугує методом отримання поверхні зі спеціальними можливостями. В залежності від напиленого матеріалу ці можливості змінюються. Але вузли установки відчують періодично вібро та ударні навантаження, напилений матеріал погано переносить такі навантаження [1].

Наплавка дає нам можливість відновити геометрію та отримати деталь з спеціальною поверхнею. В залежності від марки (складу) дроту маємо можливість змінювати особливості поверхні (підвищити твердість, жароміцність, струмопровідність та ін.), а при необхідності ремонту чи зміни властивостей маємо можливість видалити механічним шляхом цей прошарок та нанести інший. Тобто, маємо змогу відновлення геометрії поверхні та фізичних якостей [1].

3 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ВІДНОВЛЕННЯ ВАЛУ УЦР-4 З ПРОЄКТУВАННЯМ ДІЛЬНИЦІ

3.1 Розробка технології відновлення валу УЦР-4

Для скорочення часу наплавлення та підвищення службових характеристик наплавленого шару, пропонується використовувати наплавку за допомогою зварювального автомату А1416. Для даного процесу використовувати порошковий дріт ПП-Нп-150Х.

Подачею зварювального апарату керує супорт токарно-гвинторізного верстата (ГКІЮ 040122.006).

Самозахисний порошковий дріт марки ПП-Нп-150Х призначається для наплавки відкритою дугою. Матеріал добре працює в умовах газо- та гідро абразивного зношування при значних навантаженнях (ГКІЮ 040122.004).

Дріт має гарне формування наплавленого валика, не має суцільної корки при наплавці та досить гарну відокремлюваність корки та малу схильність до утворення тріщин. Твердість після наплавки складає 60-66 HRC. Дріт підходить для даних задач.

Інформацію зведено у табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Зварювально – технологічні особливості

Характеристика	Показник описаної характеристики
1	2
Формування наплавленого валика	Добре
Відокремленість шлакової корки	Гарне, суцільної корки немає
Коефіцієнт наплавки, г/А.год	12-18

Кінець таблиці 3.1

1	2
Схильність наплавленого металу до появи тріщин	Підвищена
Вихід дроту на 1 кг наплавленого металу, кг	1,1-1,2
Твердість наплавленого металу після наплавки: HRC	60-66

Зварювально-технологічні особливості дроту у нашому випадку відповідають вимогам.

Рекомендовані режими в таблиці наплавки дроту ПП-Нп-150Х наведені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Рекомендовані режими наплавки самозахисного дроту

Діаметр дроту, мм	Струм, А	Напруга, В	Швидкість наплавки, м/год
1,6 - 1,8	150 - 250	25-28	10-15
2,0 - 2,2	200-280	26-28	12-18
2,4 - 2,6	220-320	27-29	15-20
2,8 - 3,0	280-350	28-30	18-23
3,2	320-450	30-32	20-25

Зносостійкість наплавленого металу – підвищена. Опір ударам є прийнятний. Обробка можлива лише шліфуванням. Матеріал добре працює в умовах газо- та гідро абразивного зношування при значних навантаженнях.

Технологічні особливості: деталь слід підігріти до температури 300-400°C, струмопровідний дріт перед роботою також слід прокалити, наплавку проводити на збільшеному виліті дроту – 40-50мм, наплавку слід проводити на постійному струмі зворотної полярності, через це зменшується проплавка основного металу, а

також зменшується вигорання легованих елементів та як наслідок – зберігається первісний хімічний стан.

Таблиця 3.3 Обрані режими наплавки самозахисного дроту ПП-Нп-150Х

Характеристика	Показник
Діаметр дроту, мм	2.0
Струм, А	200-280(250)
Напруга, В	26-28(27)
Швидкість наплавки, м/год	12-18(15)

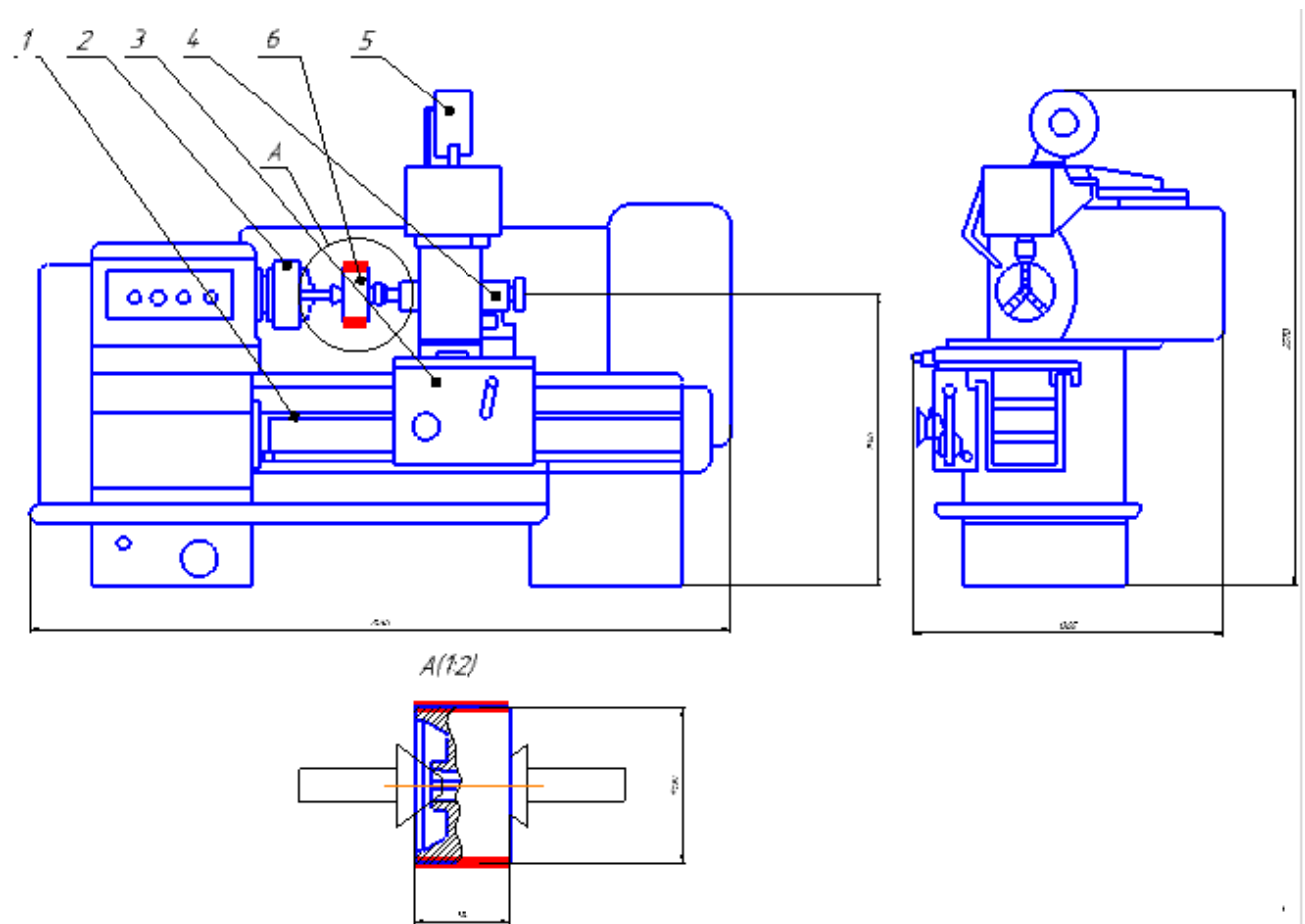
Наступним етапом обробки є шліфівка валу відповідно до креслення (рис 2.4) шліфування проходить на універсальному круглошліфувальному верстат 3Б12 зі стандартною оснасткою. Ріжучим елементом є абразивний кругом з електрокорунд. Режими обробки табличні.

Контроль якості складається з двох етапів: контроль радіального биття, який повинен відповідати допуску та ультразвуковий контроль на наявність тріщин Радіальне биття перевіряється за допомогою індикаторного годинника, коли деталь встановлення в обертальних центрах та порівнюється з допуском поверхні відповідно до креслення; контроль розміру виконується калібром скобою або штангель циркулем в залежності від обсягу виробництва, у нашому випадку це штангель циркуль; наявність тріщин перевіряється ультразвуковим апаратом.

Тривалість роботи до ремонту складала 320 годин (рис 3.3). Тобто, наплавка збільшила час між поточним ремонтом в порівнянні з термічно обробленою поверхнею на 70 годин (ГКІЮ 040122.008).

3.2 Вибір обладнання для проведення робіт

Наплавка здійснюється на спеціально зібраному обладнанні, яке складається з типового: токарно-гвинторізного верстата з плавним регулюванням швидкості обертання виробу (рис 3.5) та зварювального автомата А1416 (рис 3.6). Джерелом струму слугує ВДУ1202.



1 – станина; 2 – патрон; 3 – супорт переміщення свар очного автомату А1416;
4 – задня бабка верстата; 5 – котушка з дротом; 6 – заготовка.

Рисунок 3.4 – Установка для наплавки валів

Закріплення заготовки здійснюється між двома центрами, відповідно до базування на креслені та правила єдності баз. Один центр (грибок) затискається у патроні верстату, а другий у піноль задньої бабки. Таким чином, отримуємо заготовку лише з однією ступенню вільності.



Рисунок 3.5 – Типовий токарно-гвинторізного верстата з плавним регулюванням швидкості обертання виробу

Верстат виконує жорстке базування (закріплення) деталі у просторі та одночасно жорсткою основою для лінійного переміщення зварювального автомату. Верстат задає деякі параметри: швидкість обертання заготовки та подачу, але на супорті замість різцетримача знаходиться зварювальний автомат.

Таблиця 3.4 – Технічні характеристики токарно-гвинторізного верстата 1K62

Характеристика	Показник
1	2
Мах діаметр обробки над станиною, мм	435
Мах діаметр обробки над супортом, мм	224
Довжина оброблюваної заготовки, мм.	1500
Діаметр отвору у шпинделі, мм	55

Кінець таблиці 3.4

1	2
Число ступенів обертання шпинделя	23
Розмір конуса у шпинделі Морзе	6
Частота обертання шпинделя, об/хв.	12.5...2000
Число ступенів поздовжніх подач	42
Число ступенів поперечних подач	42
Поздовжні подачі, мм/об	0.70...4.16
Поперечні подачі	0.035...2.08
Швидкість установочні поздовжнього переміщення супорта, м/хв.	4.5
Швидкість установочні поперечного переміщення супорта, м/хв	2.25
Найбільше переміщення пінолі задньої бабки, мм.	200
Поперечне зміщення корпусу задньої бабки, мм	+/-15
Розмір внутрішнього конуса в задній бабці Морзе	5
Живлення, В /Гц	380/50
Потужність електродвигуна головного приводу, кВт	11
Габаритні розміри (довжина * ширина * висота), мм	3786 * 1200 * 1500
Маса, кг	3800

Підвісний автомат призначений для електродугового зварювання низьковуглецевих і середньовуглецевих сталей електродами, що плавиться, під флюсом на постійному струмі з незалежною швидкістю подачі електродного дроту і швидкістю зварювання.

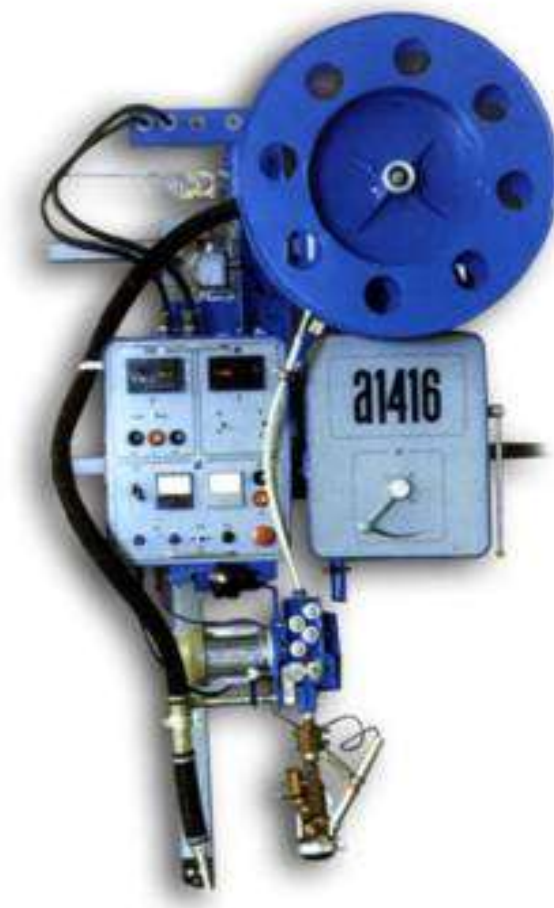


Рисунок 3.6 – Зварювальний автомат A1416

Таблиця 3.5 – Технічні характеристики зварювального автомату A1416

Характеристика	Показник
1	2
Номінальна напруга мережі живлення, В	380
Номінальний зварювальний струм, А	500 (ПВ=100%) 1000 (ПВ = 60%)
Кількість електродів	1
Діаметр електродного дроту	2,0-5,0
Межі регулювання швидкості подачі електродного дроту, м/год	47-509

Кінець таблиці 3.5

1	2
Регулювання швидкості подачі та швидкості зварювання ступінчасте межі регулювання швидкості зварювання м/год	12-120
Вертикальне переміщення мундштука, мм	75
Поперечне переміщення мундштука, мм	75
Регулювання кута нахилу до вертикалі +	25°
Маса зварювальної головки, кг	295
Габаритні розміри, мм (lxbxh)	960x860x1860

Випрямляч зварювальний ВДУ-1202 – це джерело струму з універсальними зовнішніми характеристиками (падаючі і жорсткі) призначений для комплектації зварювальних і наплавних автоматів. ВДУ має наступні особливості: плавне регулювання зварювального струму, стабілізація зварювального струму та робочої напруги, надійне запалювання дуги навіть на малих струмах та напругах, можливість паралельної роботи з подвоєнням потужності та керуванням режимом роботи з будь-якого з джерел.

При роботі на жорстких зовнішніх характеристиках випрямляч використовується для зварювання серед захисних газів і під флюсом на автоматах з незалежною швидкістю подачі дроту. При роботі на зовнішніх характеристиках, що падають, випрямляч призначений для зварювання під флюсом на автоматах із залежною швидкістю подачі дроту.

Випрямляч також може бути використаний для повітряно-дугового різання вугільним електродом. Виготовляється для внутрішньодержавного постачання, а також для постачання на експорт. ВДУ-1202: ВД – випрямляч для дугового зварювання; У – універсальний; 12 - номінальний зварювальний струм, сотні А; 02 – реєстраційний номер.



Рисунок 3.7 – Випрямляч зварювальний ВДУ-1202

Таблиця 3.6 – Технічні характеристики випрямляча зварювального ВДУ-1202

Характеристика	Показник
Номінальна напруга мережі живлення трифазного струму, В при частоті 50 Гц	380
Первинна потужність, кВА, не більше	102
Напруга холостого ходу, не більше	85
Межі регулювання зварювального струму, А (ПВХ/ЖВХ)	200-1250/250-1250
Номінальна робоча напруга, В	56
Межі регулювання робочої напруги, А (ПВХ/ЖВХ)	28-56/26-56
Номінальна тривалість роботи, ПВ, %	100
Коефіцієнт корисної дії, %, не менше ніж	79
Маса, кг, не більше	550

Універсальний круглошліфувальний верстат 3Б12 (рис 3.8) призначений для шліфування зовнішніх та внутрішніх циліндричних та конічних поверхонь в умовах індивідуального та дрібносерійного виробництва. Верстат 3Б12 має поворотний стіл. Це дає можливість шліфувати не тільки циліндричні, а й пологі конічні поверхні. Завдяки поворотній передній та поворотній шліфувальній бабці можна шліфувати круті конічні зовнішні та внутрішні поверхні.

Після шліфування на верстаті перевіряють шорсткість поверхні, діаметр поверхні та радіальне биття. Після шліфування деталь необхідно промити у промивочній ванні.



Рисунок 3.8 – Універсальний круглошліфувальний верстат 3Б12

Таблиця 3.7 – Технічні характеристики універсального круглошліфувального верстату 3Б12

Характеристика	Показник
Найбільший діаметр виробу, що встановлюється, мм.	250
Найбільша довжина виробу, що встановлюється у бабках, мм	630
Висота центрів, мм	125
Відстань між центрами універсальної та задньої бабок, мм	550
Відстань між віссю шліфувальних кругів та лінією центрів, мм у горизонтальній площині найменше/ найбільше	70/300
Відстань від осі баби до станини, мм	255
Розміри робочої поверхні столу (довжина, ширина), мм	900 X 140
Кут повороту столу у горизонтальній площині град.	90
Найбільше переміщення головки (вертикальне), мм	250
Найбільший діаметр шліфувального кола згідно з ГОСТ 2424-67, мм	200
Число оборотів шпинделя за хв.	2240; 4500; 6300
Габарити верстата	2050 X 1820 X 1550
Вага верстата, кг.	1285

3.3 Організація енерго- та газопостачання

Витрати у зварювальному виробництві складають від 70 % до 75 % від загальних витрат електроенергії всього виробництва. Встановлення потужності зварювального електроустаткування S3AГ визначається по формулі:

$$S_{3AG} = SP1 + SP2 + SP3 + \dots \quad (3.1)$$

де $SP1, SP2, SP3$ – сумарні потужності груп споживачів одної характеристики.

Повна потужність кожної групи споживачів визначається по формулі:

$$SP = \frac{\Sigma PP \cdot KC}{\cos \phi} \quad (3.2)$$

де ΣPP – сумарна активна потужність споживачів однієї групи;

KC – коефіцієнт попиту, який залежить від завантаження зварювального – термічного устаткування;

$\cos \phi$ – середній коефіцієнт потужності електроприймачів даної групи при їх експлуатації.

За результатами розрахунків і встановлення споживачів потужності на зварювальні роботи визначається число комплексних трансформаторних пунктів (КТП). Трансформатори для зварювальних установок підключають спільно з іншими споживачами, але за умови, що сумарна потужність зварювальних апаратів буде не менше 80 % загальної потужності споживачів. При організації устаткування, соціалізованого електроживлення устаткування, його розміщують в зоні зварювальних робіт з застосуванням електророзводок. Мідні дроти використовують для підключення зварювального устаткування до електромережі високої напруги. Поперечна площа дротів підбирається зі справ очних даних залежності від величини і частоти робочого струму. Орієнтований розрахунок ведеться за формулою:

$$S = \frac{l}{j} \quad (3.3)$$

де S – площа поперечного перерізу дроту, мм²;

l – величина робочого струму, А;

j – допустима щільність струму, А/мм².

Після цього дроти перевіряють на величину падіння напруги, з напругою в мережі, від 220 В до 380 В складає 5 %.

Газопостачання наплавочної ділянки.

У нашому випадку ділянка потребує лише стисненого повітря. Воно підводиться по магістралі для всього цеху.

За результатами розрахунків економічних та технічних розрахунків спроектували ділянку (ГКІЮ 040122.009).

4 ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТА СТРУКТУРИ НАПЛАВЛЕНОГО МЕТАЛУ

4.1 Дослідження мікроструктури

Металографічні дослідження – це комплекс випробувань та аналітичних заходів, спрямованих на вивчення макроструктури та мікроструктури металів. Дослідження закономірностей формування структури і встановлення залежностей впливу структури на механічні, фізико-механічні, електричні та інші властивості металу.

Для дослідження макроструктури проводили візуальний огляд макротемплетів, а також використовували стереомікроскоп Stemi 2000-C (фірма Karl Zeis, Німеччина).

Мікроструктуру досліджували на оптичному металографічному мікроскопі Axio Observer. Dlm» (фірма Karl Zeis, Німеччина), оснащеного камерою ARTCAM-300MI (3M pixels progressive USB2/0 COLOR CMOS CAMERA); зйомка виконана у відбитому світлі методами світлого поля.

Зразки для металографічних досліджень готували послідовним шліфуванням із застосуванням паперу різної зернистості (від № 40 за ГОСТ 5009-75 до мікронної M20 за ГОСТ 10054-75) та поліруванням на сукні, змоченому суспензією «DiaDuo» (виробник RS - фірма діамантових частинок фракцією 3 мкм.

Травлення шліфів здійснювали в реактиві "Азотна кислота": HNO_3 (7%) + спирт.

На рисунку 4.1 бачимо загальний вигляд досліджуваного зразка зі сталі 45 та наплавленого на нього струмоведучого дроту ПП-Нп-150Х.

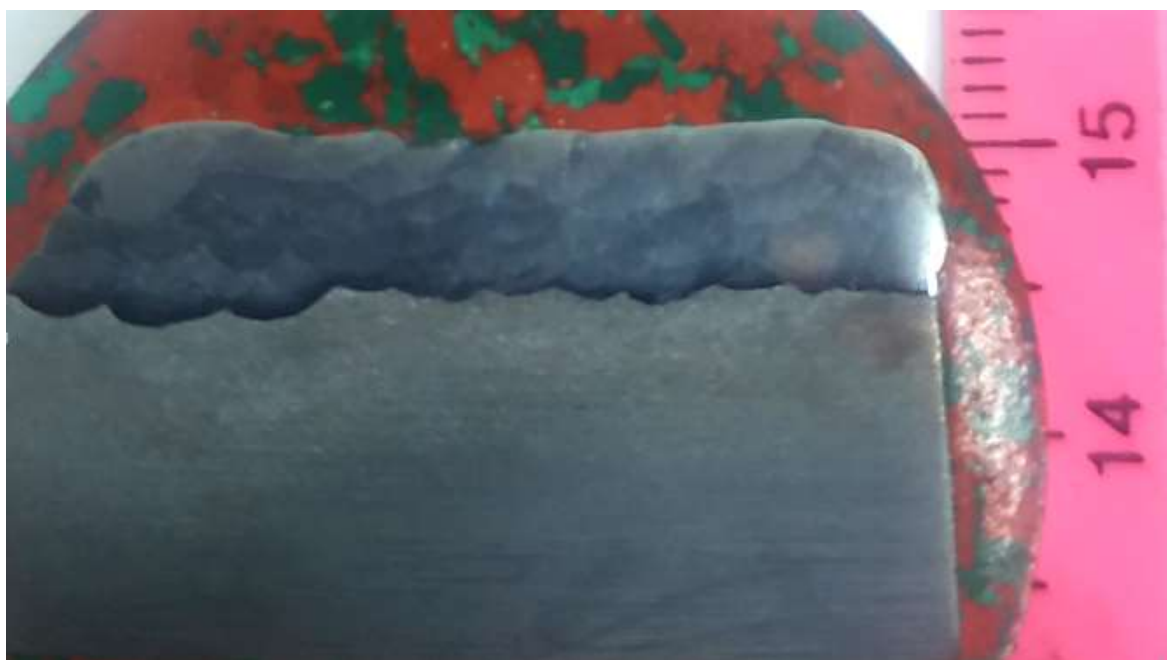


Рисунок 4.1 – Загальний вигляд досліджуваного зразка

На рисунку 4.2 бачимо фото шліфа, виготовленого в поперечному перерізі зразка із сталі 45, на поверхню якого наплавлено кілька шарів сталі струмоведучого дроту ПП-Нп-150Х. Полірований шліф протруєний в азотній кислоті HNO_3 (7% розчин на спирті).



Рисунок 4.2 – Фото шліфа наплавленого шару металу струмоведучим дротом $\times 6,5$

На рисунках 4.3 бачимо мікроструктуру сталі на різних етапах: до впливу температури, після температурного впливу та після наплавки.

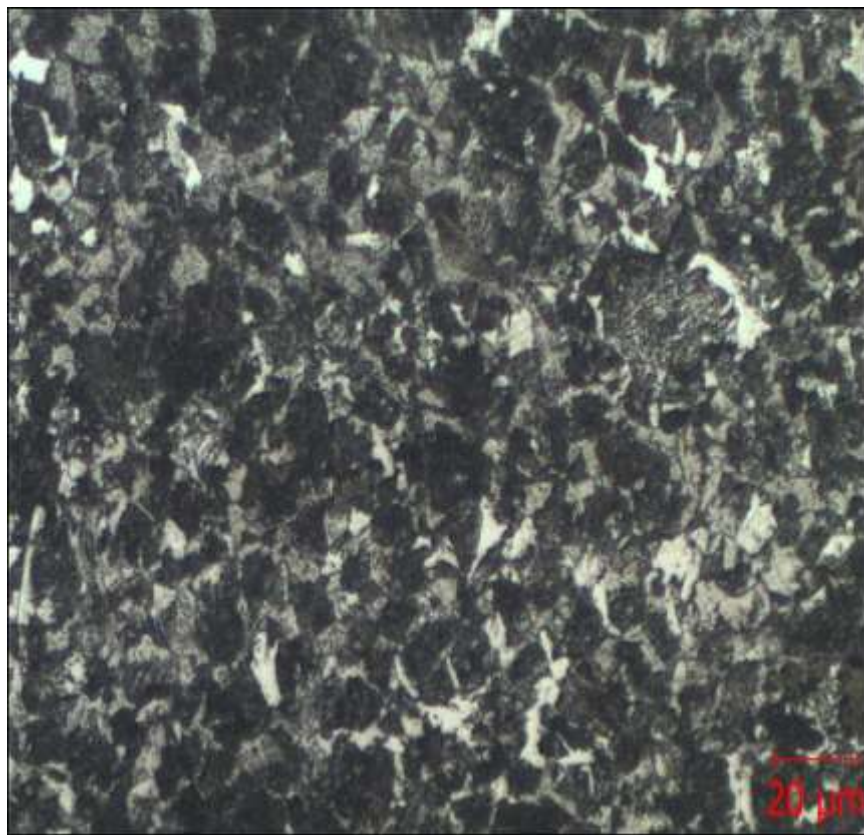


Рисунок 4.3 – Мікроструктура сталі 45 $\times 500$

На рис 4.3 бачимо мікроструктуру зразка зі сталі 45 у віддаленій від температурного впливу зоні – вихідна мікроструктура, що складається з округлих зерен фериту та темна складова – цементит або називають її «сорбіт відпустки», утворилася в результаті класичної термообробки для цієї сталі: загартування описаної раніше.

Твердість сорбіту, залежно від хімічного складу сталі і умов термічної обробки становить від 20 до 45 HRC. Сталі зі структурою сорбіту відрізняються високою міцністю і стійкістю проти зношування, з неї виготовляють вироби, що зазнають великих навантажень.



а)

б)

в)

- а) мікроструктура сталі 45 у віддаленні від температурного впливу;
 б) мікроструктура неподалеку від наплавленого слою; в) перехідна зона між
 сталлю 45 та наплавленим металом

Рисунок 4.4 – Порівняння мікроструктур у різних зонах деталі $\times 500$

На рисунку 4.4 бачимо (з права на ліво) зони термічного впливу на зразку зі сталі 45, розігріта при наплавленні, мікроструктура даної зони на початку голчаста мартенситна, далі за перетином поступово переходить у тонкопластинчасту ферито-перлітну (білого кольору ферит, темного - перліт).



Рисунок 4.5 – Мікроструктура наплавленого струмоведучого дроту ПП-Нп-150Х $\times 500$

На рисунку 4.5 ми бачимо мікроструктуру наплавленого шару зі струмоведучого дроту ПП-Нп-150Х, що складається з дрібних дендритів, орієнтованих у напрямку відведення тепла.

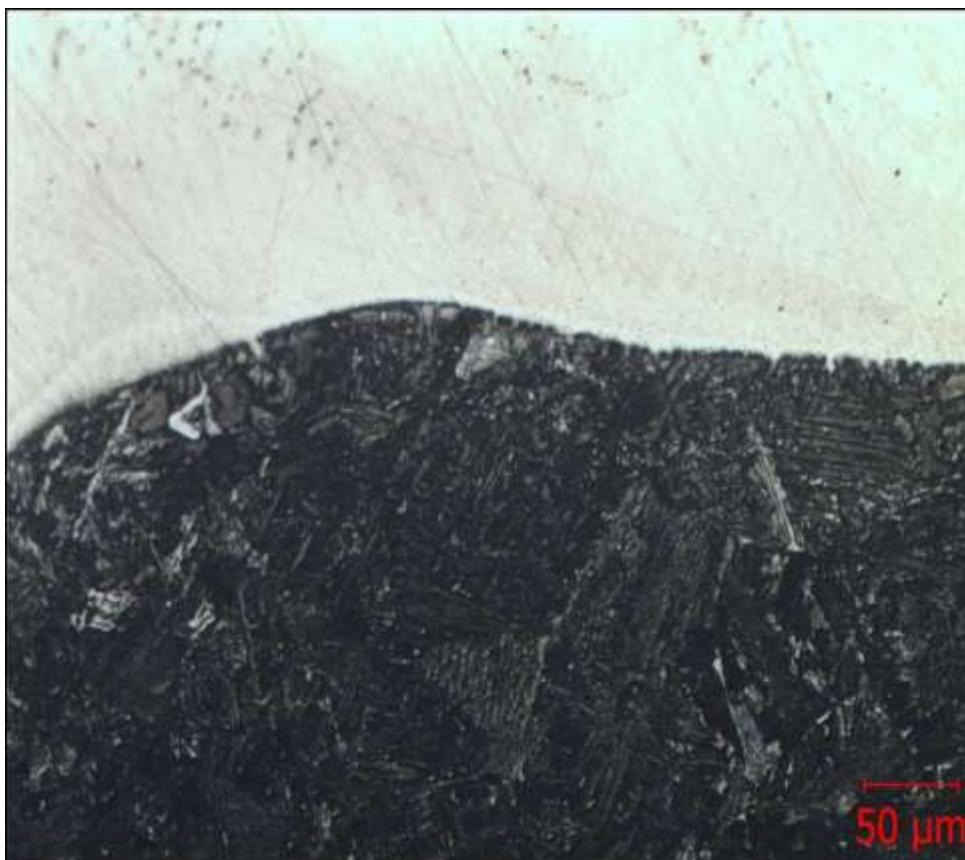


Рисунок 4.6 – Перехідна зона між основним металом та наплавленим $\times 500$

На рисунку 4.6 бачимо зону переходу від наплавлення ПП-Нп-150Х до основного металу - сталь 45.

4.2 Дослідження твердості

Було проведено дослідження твердості наплавленого металу (рис 4.7).

Для дослідження на наплавленому зразку було зроблено уколи алмазним конусом з кутом при вершині 120 градусів у попередньо відшліфовану поверхню з навантаженням 150 кгс. Показник твердості визначається за глибиною відтиску.

Дослід проводили на стаціонарному твердомірі металів по Роквеллу NOVOTEST ТС-Р з можливістю виміру від 20 до 90 HRC.

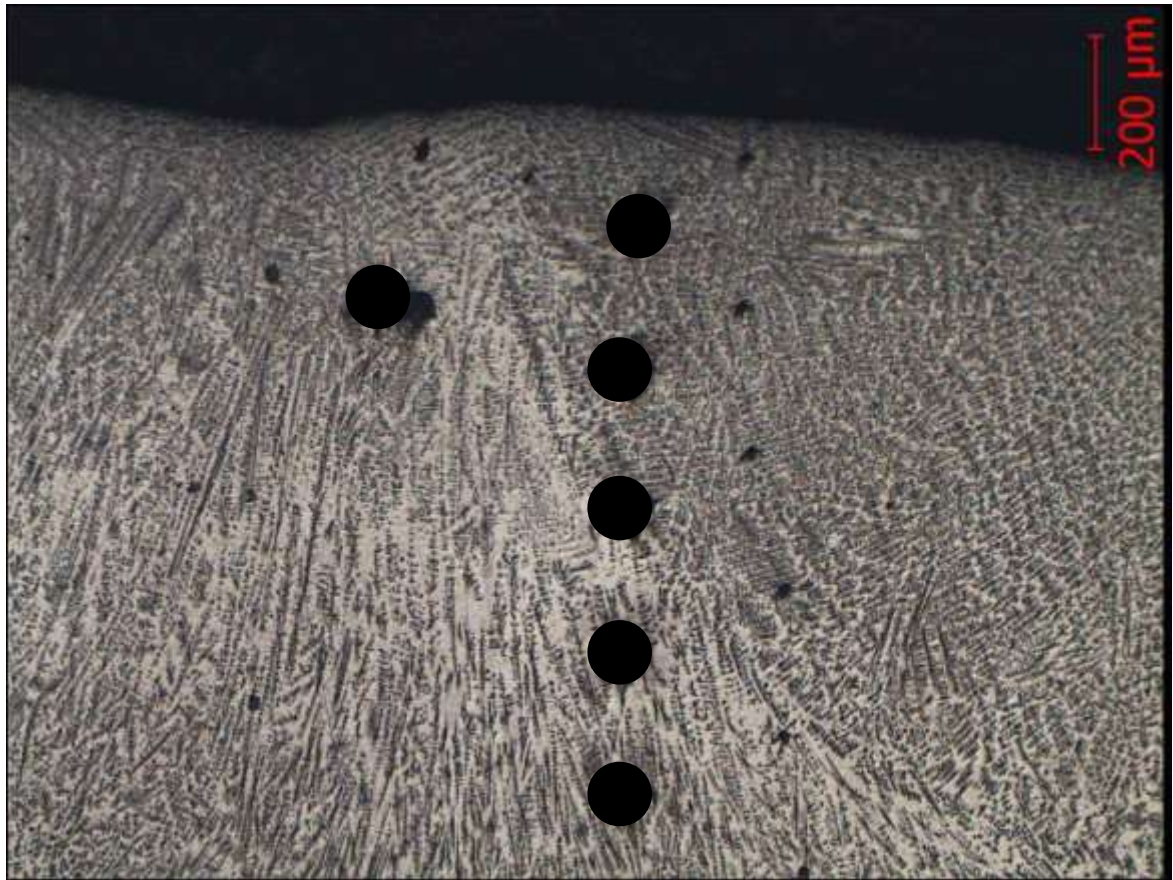


Рисунок 4.7 – Перевірка твердості наплавленого металу $\times 500$

За результатами дослідів бачимо, що твердість наплавленої поверхні більша за твердість термічно обробленої. Показники твердості дещо відрізняються. На рисунку 4.8 бачимо розподілення твердості на дослідному зразку.

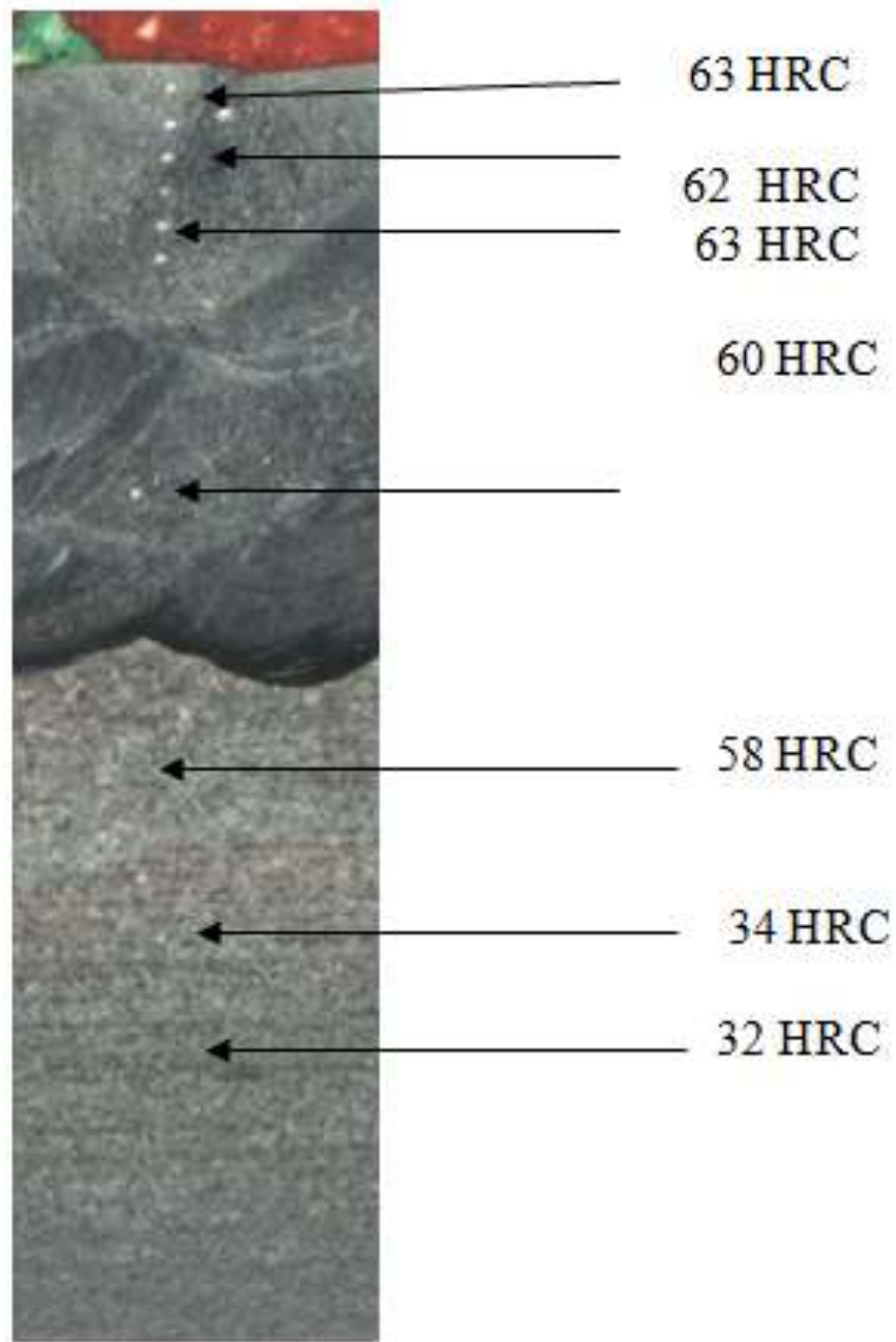


Рисунок 4.8 – Розподілення твердості на валу при наплавці струмоведучим дротом ПП-Нп-150Х ×6,5

За результатами дослідження бачимо, що твердість дійсно збільшилась, що в свою чергу збільшує міжремонтний інтервал. Це зменшує час простоїв пов'язаних з ремонтними роботами (Зняття/ установка валів на УЦР-4).

4.3 Порівняльний аналіз працездатності валу, відновленого за запропонованою технологією

Зміцнювальне наплавлення служить для одержання нових високозносостійких біметалічних (багатошарових) виробів. Такі вироби складаються з основи (основний метал), що забезпечує необхідну конструкційну міцність, і наплавленого робочого шару.

Відновлювальне наплавлення застосовують для відновлення первісних розмірів зношених або ушкоджених деталей. У цьому випадку наплавлений метал за складом і властивостями може бути близький до основного чи відрізнитися від нього.

Наплавлений метал внаслідок перемішування з основним металом і взаємодії з атмосферою дуги й шлаками може відрізнитися за складом від електродного металу [2].

В умовах реальної роботи для забезпечення зносостійкості і збільшення ресурсу машини необхідне дотримання режимів експлуатації, регламентованих у технічних умовах, правилах технічного обслуговування, своєчасне і якісне діагностування стану деталей і вузлів тертя, ремонт і заміна спрацьованих деталей і вузлів, ресурс яких вичерпаний. Правила технічного обслуговування повинні містити у собі періодичність змащення, технічної діагностики і контролю зносу вузлів тертя, періодичності поточних ремонтів і оглядів, карту точок змащення, термін заміни і поповнення мастильного матеріалу, марки мастильних матеріалів [2].

Порівняльний аналіз міжремонтного часу наведено на рис 4.9.

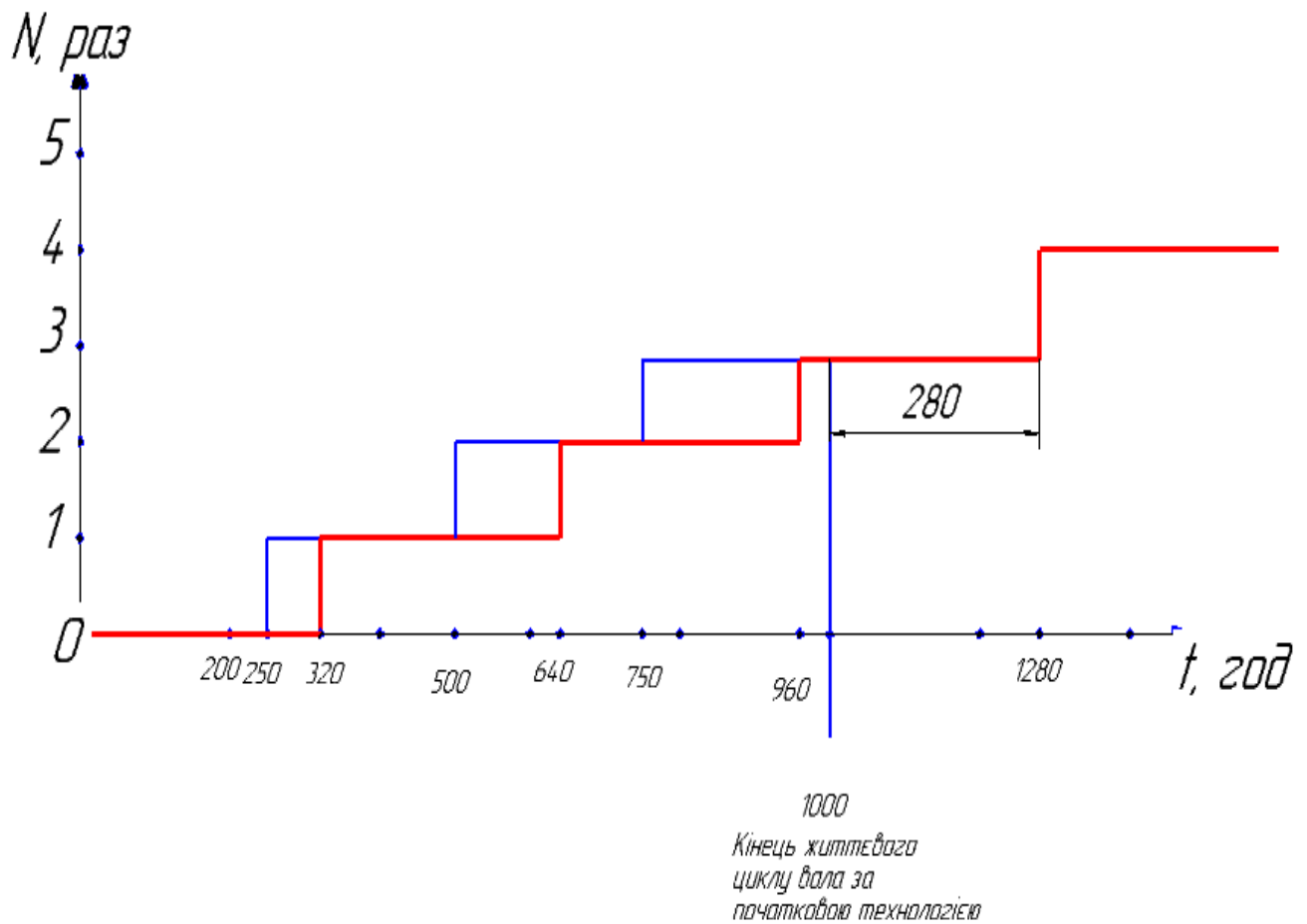


Рисунок 4.9 – Графік проведення ремонтних робіт за початковою технологією з ТО(—) та з розглядаємо технологією наплавки (—)

При ТО кількість поточних ремонтів обмежена та загальний час роботи валів не перевищує 1000 годин , при наплавці кількість ремонтів значно більша. Тож ми отримали більш працездатну поверхню з кращими фізичними якостями.

5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ

Ідея дослідження полягає у вдосконаленні існуючого методу відновлення валів установки центробіжного розпилення УЦР-4. Опис даної ідеї наведений у табл.5.1.

Таблиця 5.1 - Опис ідеї

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для споживачів (користувачів)
Відновлення валів шляхом наплавки зносостійкого матеріалу	відновлення деталей	збільшення міжремонтного інтервалу
	надання поверхні спецвластивостей	збільшення життєвого циклу деталі

Відновлення деталі збільшує життєвий цикл деталі оскільки відновлює геометрію, крім того за рахунок наплавки отримуємо поверхню зі спеціальними властивостями завдяки чому збільшується міжремонтний інтервал. В умовах серійного виробництва відновлення деталі – дешевший варіант ніж виробництво нової.

Характеристика потенційного ринку наведені в табл. 5.2.

Таблиця 5.2 – Попередня характеристика потенційного ринку

№	Показники стану ринку (найменування)	Характеристика
1	2	3
1	Головні конкуренти	Укрнііспецсталь
		Приватні майстерні
		Науково-дослідні Організації

Кінець таблиці 5.2

1	2	3
2	Динаміка ринку (якісна оцінка)	Стабільна. Зростає потреба в технології
3	Наявність обмежень для входу (вказати характер обмежень)	Великі капіталі вкладення/ інвестиції на закупівлю обладнання, технології відновлення
4	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	Стандартні вимоги: Відсутність пор та тріщин, жорсткий допуск до радіального биття

Характеристика потенційних клієнтів наведена в табл. 5.3.

Таблиця 5.3 – Попередня характеристика потенційних клієнтів

№ п/п	Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів (користувачів)
1	2	3	4	5
1	Відносно низький рівень собівартості	Заводи/виробники сферичного порошку	Можливість тестового наплавлення при зміні необхідних властивостей поверхні	Підвищені вимоги при контролі якості

Кінець таблиці 5.3

1	2	3	4	5
2	Якісні характеристики технічно відремонтованих деталей для споживача	Сільхозмашинобудування (відремонтування деталей комбайнів та ін.)	Створення поверхні з іншими спеціальними властивостями за вимогами споживачів	Жорсткі терміни виконання робіт

Нами, був проведений аналіз середовища реалізації інноваційного проєкту (табл. 5.4).

Таблиця 5.4 – SWOT- аналіз

Сильні сторони:	Слабкі сторони:
- можливість відремонтувати геометрію деталі - можливість отримання поверхні зі спеціальними властивостями - збільшення інтервалу міжремонтного часу - висока якість виробу	- відсутність високоточного обладнання з ЧПУ - збільшений час на навчання та перекваліфікацію персоналу - можлива конкурентність
Можливості:	Загрози:
- можливість змінювати спец властивості поверхні - можливість відремонтувати геометрію деталі - можливість виконувати суміжні роботи	- сильна конкуренція з вже існуючими підприємствами - низька якість сировини - збільшення вартості сировини

Опис цільових груп потенційних споживачів (табл. 5.5).

Таблиця 5.5 – Вибір цільових груп потенційних споживачів

№ п/п	Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів	Готовність споживачів сприйняти продукт	Орієнтовний попит в межах цільової групи (сегменту)	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота вхо- ду у сегмент
1	будь-які підприємства- виробництва, які потребують ремонту обладнання (компресора, вали, шестерні, шнеки ...)	значна	підвищений попит. Зростають потреби	низький рівень конкурентності	необхідність капіталу для створення нормативно- правової бази Необхідність обладнання для виконання робіт
Які цільові групи обрано: «Мотор Січ», «Запоріжсталь» та приватні підприємства					

З метою відображення взаємозв'язків стейкхолдерів на Карті відокремлено три концентричних області, в яких розміщено всіх зацікавлених осіб інноваційного проєкту за можливостями впливу на них ініціатора проєкту.

Область внутрішніх стейкхолдерів – область повноважень/відповідальності ініціатора. Внутрішні зацікавлені сторони знаходяться в прямій підлеглості ініціатора, що дозволяє використовувати досить прості методи адміністрування проєкту.

Залежні зацікавлені сторони формально ініціатору проєкту не підлеглі, проте тісні ділові стосунки потребують на пошук взаємовигідних рішень та компромісів. На периферії ж знаходяться зовнішні зацікавлені сторони. Це область стейкхолдерів опосередкованого впливу на успішність реалізації інноваційного проєкту.

Приклад Карти стейкхолдерів подано на рис. 5.1.

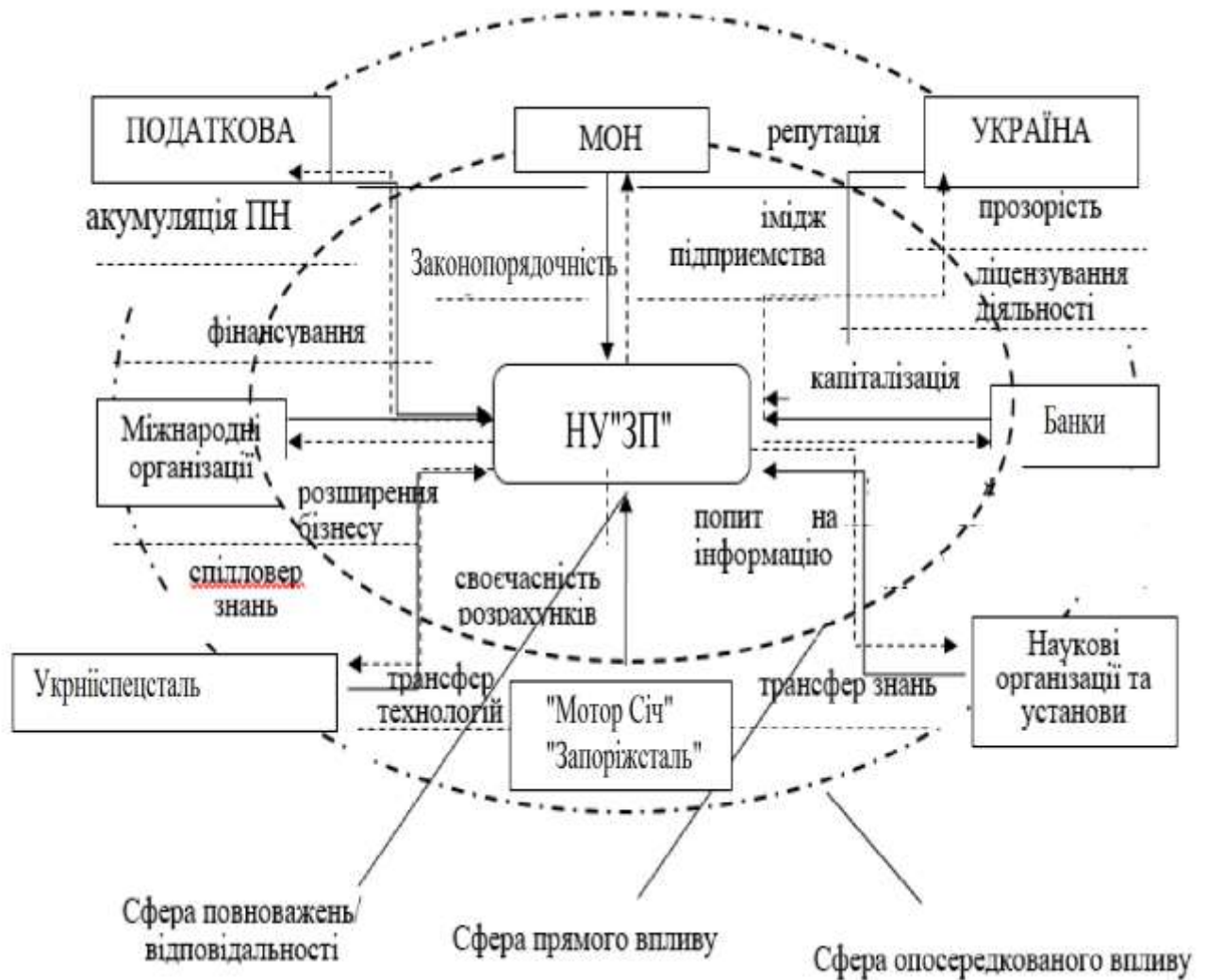


Рисунок 5.1 – Карта стейкхолдерів

5.1 Виробнича програма і її матеріальне забезпечення

Одним з найважливіших завдань – розрахунок економічного ефекту та доцільності проведених розробок. Для коректного розрахунку необхідно точно знати норми часу по операціях та на всю деталь. Дані наведень у таблиці 5.6.

Таблиця 5.6 – Технічне нормування операцій

Найменування операції	Норма штучного часу, н/год
Слюсарна	0,08
Наплавка	0,76
Шліфування	0,22
Підготовчо-завершальна	0,12
Норма часу на одну одиницю	1,18

Виробнича програма є основою економічного розрахунку та головним показником зацікавленості ринку у даній продукції. Ми розглядаємо серійне виробництво. Виробничу програму приймаємо – 2200 шт. (табл. 5.7).

Таблиця 5.7 – Річна виробнича програма наплавки валу

Найменування	Сумарна норма часу	Виробнича програма	
		Дійсний фонд часу, год	Програма, од
Вал	1,18	1860	2200

5.2 Склад, чисельність та фонд заробітної плати працівників. Матеріальні витрати та амортизація

У виробництві працівники поділяються на декілька груп: основні (виробничі), допоміжні, службовці/адмінперсонал.

Проводимо розрахунок по визначенню кількості необхідного персоналу кожної групи

5.2.1 Чисельність основних працівників кожній професії

Чисельність основних працівників кожній професії визначається по формулі:

$$R_o = \frac{\sum t_i N_i}{F_d K_{BH}} \quad (5.1)$$

де t_i – норма часу i – ой операції, год;

N_i – річна програма i – го виробу шт.;

$K_{BH} = 1,05$ – коефіцієнт виконання норм вироблення;

F_d – ефективний фонд роботи робітника в рік = 1860.

Кількість працівників-наплавників

$$R_o = \frac{0,76 \cdot 2200}{1860 \cdot 1,05} = 0.856 = 1, \text{чол.}$$

Кількість працівників-шліфовщиків

$$R_o = \frac{0,22 \cdot 2200}{1860 \cdot 1,05} = 0.247 = 1, \text{чол.}$$

Кількість допоміжних працівників визначається за формулою

$$R_d = K \sum R_o \quad (5.2)$$

$$R_d = 0.4 \cdot 2 = 0.8 = 1, \text{чол}$$

де K – коефіцієнт допоміжних працівників = $0.3 \div 0.5$

$\sum R_o$ – сума усіх основних працівників.

За результатами розрахунків ми маємо 2 основних працівників та 1 допоміжного. Сумарно 3 працівника безпосередньо залучених у виробничому процесі, але основний працівник - шліфувальник недовантажений. Крім цього дільниця потребує 2 електрик-ремонтник для обслуговування обладнання.

Більш доцільно в нашому випадку прийняти : 1 наплавник, 2 слюсарі. Це дозволить довантажити та задіяти у виробництві кожного у повному обсязі. Крім того, 2 слюсарі більшого розряду зможуть виконувати допоміжні операції та операцію шліфування, а у випадку поломки чи необхідності поточного ремонту обслуговувати обладнання.

Для невеликої дільниці необхідно і достатньо наступних службовців: майстра, як представника адміністрації та людини розподіляючої завдання. Технолога для корегування та розробки нових технологічних процесів.

5.2.2 Фонд оплати праці

Розрахунок річного фонду оплати праці основним робітникам за формулою:

$$\Phi ОП = \Phi ЗП_{ОСН.} + \Phi ЗП_{ДОП.} \quad (5.3)$$

$$\Phi ЗП_{ОСН.} = P_{від.} \cdot N_p, \quad (5.4)$$

де N – річна партія деталей, од

$P_{от.}$ – відрядна розцінка на деталь, грн / од.

$$P_{від.} = \frac{\sum T_{шт.к.} \cdot C_{год.сер.}}{60}, \quad (5.5)$$

де $C_{год.сер.}$ – погодинна тарифна ставка середнього розряду.

$$\Phi ЗП_{ДОП.} = (0,3...0,5) \cdot \Phi ЗП_{ОСН.} \quad (5.6)$$

Премія основним та допоміжним працівникам визначається за формулою :

$$П_o = 0.15\Phi ЗП_{осн}. \quad (5.7)$$

$$П_d = 0.60\Phi ЗП_{доп}. \quad (5.8)$$

Оскільки допоміжні працівників крім стандартних зобов'язань задіяні основному процесі виробництва(шліфовці) та виконують зобов'язання ремонтної бригади преміальний відсоток завищений - 60% від їх тарифного заробітку.

Середньомісячна заробітна платня розраховується за формулою:

$$З_{сер.міс.} = \frac{\Phi ОП}{12 \cdot K_{роб.}} \quad (5.9)$$

Відрахування ЕСВ розраховуються за формулою:

$$З_{ЕСВ.} = 0,22 \cdot (\Phi ЗП_o + П_o) \quad (5.10)$$

$$З_{ЕСВ.} = 0,22 \cdot (\Phi ЗП_{доп} + П_{доп}) \quad (5.11)$$

Оскільки прийняли рішення про заміну основного робітника слюсарем повині внести корективу у розрахунок, а саме збільшити $\Phi ЗП_{доп}$ вдвічі.

Розраховуємо показники за формулами 5.3-5.11:

$$С_{год.сер.} = 74,5 \text{ грн/шт},$$

$$P_{від.} = \frac{45,6 \cdot 74,5}{60} = 56,62 \text{ грн/шт},$$

$$\Phi ЗП_{осн.} = 2200 \cdot 56,62 = 124564 \text{ грн.},$$

$$\Phi ЗП_{осн.дон} = 0,3 \cdot 124564 = 37369,2 \text{ грн.},$$

$$\Phi ЗП_{доп.} = 2(0,5 \cdot 124564) = 1245640 \text{ грн.},$$

$$П_o = 0,15 \cdot 1245640 = 186846 \text{ грн.},$$

$$П_{\text{доп.}} = 0,6 \cdot 1245640 = 747384 \text{ грн.},$$

$$\Phi ОП = (124564,0 + 37369,2 + 18684,6) + (124564,0 + 74738,4) = 379920,2 \text{ грн.},$$

$$З_{\text{сер.міс.}} = \frac{379920,2}{12 \cdot 3} = 1055334 \text{ грн.},$$

$$З_{\text{сер.міс.о.}} = \frac{1245640 + 186846}{12 \cdot 1} = 11937,38 \text{ грн.},$$

$$З_{\text{сер.міс.о.}} = \frac{1245640 + 747384}{12 \cdot 2} = 8304,27 \text{ грн.},$$

$$З_{\text{ЕСВ.}} = 0,22 \cdot 799202,0 = 83582,44 \text{ грн.}$$

Дані розрахунків зведено у таблицю 5.8.

Таблиця 5.8 – Склад, чисельність та фонд заробітної плати виробничих працівників

Категорії працівників	Наявна чисельність осіб		Тарифна ставка за розрядом виконуваних робіт, грн / годину	Ефективний фонд робочого часу, годин	Тарифний заробіток, грн	Преміальний відсоток	Розмір премії, грн./рік	Річний фонд заробітної плати, грн.	ЄСВ, грн.
	За зміну	За добу							
1.Основні працівники	1	1	74,50	1860	124564,0	15	18684,0	143248,6	31514,69
2.Допоміжні працівники	2	2	37,25	1860	62282,0	60	37369,2	99651,2	21923,26
Разом виробничих працівників	3	3	111,75	1860	186846,0	75	37369,2	242899,8	53437,95

На основі рішення про заміну основного робітника на допоміжного економія по фонду заробітної плати складає половину ФЗП, без урахування премії та складає 62282 грн., а приймаючи той факт що допоміжні працівники виконують при необхідності зобов'язання ремонтників та контролера то економія складає більш ніж 350 000 грн.

Кількість виробничого персоналу та ФОП зведено у таблицю 5.9.

Таблиця 5.9 - Склад, чисельність та фонд заробітної плати адмінперсоналу

Посада	Кіль- кість осіб	Посадов ий оклад, грн	Преміальни й відсоток до окладу, %	Сума премії грн	Місячна заробітн а плата, грн	Річний фонд оплати праці, грн	ЄСВ, грн
1	2	3	4	5	6	7	8
Майстер	1	14265,4	5	713,27	14978,67	179744,0 4	39543,6 9
Технолог	1	13720,8	3	411,62	14132,42	169589,0 4	37309,5 9
Разом управлінськог о персоналу	2	27986,2	8	1124,8 9	29111,09	349333,0 8	76853,2 8

Необхідна кількість наплавочного дроту розраховуємо за формулою:

$$N_{\text{д}} = s T_{\text{умі}}, \quad (5.12)$$

$$N_{\text{д}} = 96 \cdot 0.76 = 72.96 = 73, \text{ м}$$

де s подача дроту = 96 м/год.

Розрахункова норма витрат збігається з реальною, це дорівнює 1,81 кг.

Кількість електроенергії, яку використовують для зварювання знаходимо за формулою:

$$N_{ел} = T_{ум i} N_n, \text{ кВт} \quad (5.13)$$

$$N_{ел} = 0,76 \cdot 28 = 21,28, \text{ кВт}$$

де N_n – використана потужність з якою проходить процес наплавки.

Дані матеріальних витрат зведено у таблицю 5.10.

Таблиця 5.10 – Розрахунок матеріальних витрат

Матеріальні витрати	Норматив у розрахунку на один. продук. (послуг)	Виробнича програма	Обсяг сировини	Ціна.	Сума грн
1	2	3	4	5	6
Струмopровідний дріт ПП-Нп-150Х	73 м/1,81кг	2200	3982	145 грн/кг	577390
Електроенергія для виробництва	3,89	2200	8558	3,45	29525,1
Разом					606915,1

За даними таблиці бачимо, що річні матеріальні витрати складають 606915,1грн.

Таблиця 5.11 – Розрахунок вартості спожитих послуг

Вид послуг	Норматив у розрахунку на один. продук. (послуг)	Виробнича програма	Обсяг послуг	Тарифи	Сума грн
1	2	3	4	5	6
Електропостачання	0,01	2200	22	345 грн/МВт	7590
Водопостачання	0,35	2200	770	28,7 грн/м ³	22099
Газопостачання	4	2200	8800	36.6 грн/м ³	332080
Разом					351769

Амортизація одна з складових, яка утворює та входить в виробничу собівартість деталі. Її складові, термін експлуатації основних засобів, відрахування на поточний ремонт наведені у таблиці 5.12.

Таблиця 5.12 – Розрахунок амортизації

Група основних засобів	Первісна вартість ОЗ на 01.01	Термін експлуатації, років	Сума грн/рік	Вартість поточного ремонту, грн./рік
1	3	4	5	6
Універсальний токарний верстат 1К62	580000	15	38666,67	11600
Зварювальний автомат А1416	320000	15	21333,33	6400
Джерело струму ВДУ 1206	185000	15	12333,33	3700
Круглошліфувальний верстат 3Б12	190000	15	12666,67	3800
Разом			85000	21700

Амортизація основних засобів складає 85000,00 грн на рік. Витрати на поточний ремонт складає 21700,00 грн на рік.

5.3 Кошторис витрат

Кошторис витрат описано у табл. 5.13.

Таблиця 5.13 – Кошторис витрат

Калькуляційні статті	Витрати	
	у розрахунку на одиницю продукції, грн.	у розрахунку на весь обсяг продукції, грн.
1	2	3
Сировина та матеріали	262,45	577 390
Електропостачання	13,42	29 525,1
Разом	275,87	606 915,1
Заробітна плата основних виробничих працівників	56,62	124 564
Додаткова заробітна плата основних виробничих працівників	16,98	37 369,2
ЄСВ 22%	16,19	161 933,2
Витрати на утримання та експлуатацію основних засобів поточний ремонт	220,82	485 799,6
Загальновиробничі витрати	147,21	323 866,4
Виробнича собівартість	791,11	1 740 477,7
Адміністративні витрати	73,606	161 933,2
Витрати на збут	7,36	16 193,32
Повна собівартість	872,09	1 918 604,22
Прибуток	130,81	287 790,63
Відпускна ціна	1 002,90	2 206 394,85
НДС	200,58	441 278,97
Ціна реалізації	1 203,5	2 647 673,82

1. Витрати на утримання та експлуатацію основних засобів поточний ремонт приймаємо за 300% від ФОП осн.
2. Загальновиробничі витрати ремот приймаємо за 200% від ФОП осн.
3. Адміністративні витрати приймаємо за 100% від ФОП осн.
4. Витрати на збут приймаємо за 10% від ФОП осн.
5. Прибуток складає 15% від повної собівартості деталі.
6. НДС складає 20% від виробничої собівартості.

Таблиця 5.14 – Розрахунок фінансового результату

№ періоду	Обсяги виробництва (послуг)	Обсяги реалізації	Залишок нереалізованої продукції	Ціна	Дохід	Витрати	Фінансовий результат
1	2 647 673,82	2200	0	1 203,5	2 647 673,82	1 918 604,22	729069,6

За даними розрахунків будуюмо графік беззбитковості проекту.

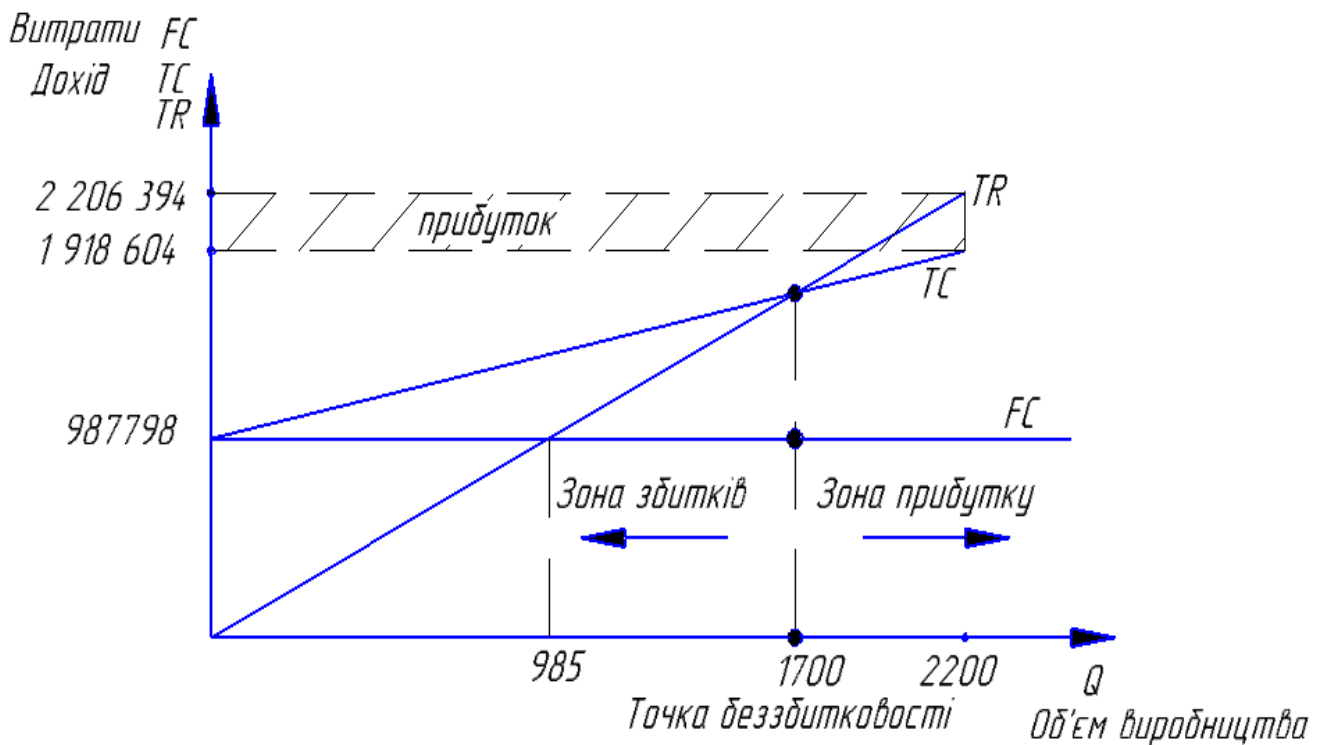


Рисунок 5.1 – Графік беззбитковості проекту

На рис 5.1 бачимо, що постійні витрати окупаються вже після виробництва-реалізації 985 од, а після точки беззбитковості (1700 од) переходимо в зону прибутку.

За результатами розрахунку ціна собівартості наплавки одного валу струмопровідним дротом ПП-Нп-150Х складає 1203,50 грн, вартість купівлі нового валу на 27.09.2022 складала 12730 грн на внутрішньому ринку. Вигода від проведення ремонтних робіт складає 1058 %, а саме 11526,5 грн.

Крім того, у нового валу з термічною обробкою життєвий цикл значно менший ніж у наплавленого тому вигода значна, а ремонтні роботи повністю обґрунтовані.

6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В розділі надані основні заходи з охорони праці, при розробці технології наплавлення зносостійкого матеріалу методом наплавки ЕДЗ.

6.1 Аналіз потенційних небезпек

Можливі потенційні небезпеки:

а. небезпеки які пов'язані з порушеннями роботодавцями вимог НПАОП 0.00 – 7.11 – 12 «Загальні вимоги стосовно забезпечення роботодавцями охорони праці працівників», а саме: - вимог щодо організації та забезпечення безпеки на робочих місцях, що може бути пов'язано з не проведенням організаційних заходів щодо навчання та перевірки знань з охорони праці, інструктажів, не наданням інформації про можливі небезпеки;

б. недостатня професійна підготовка фахівця, яка може бути обумовлена недостатністю знань за фахом відсутністю знань технологічної та експлуатаційної документації, що може призвести до аварійних ситуацій;

в. можливість ураження електричним струмом, при виконанні службових обов'язків внаслідок порушення правил з електробезпеки, несправності енергоспоживаючого обладнання, відсутності групових або індивідуальних засобів захисту, що може призвести до електричних травм або летального наслідку;

г. можливість отримання механічних травм при підготовці зразків або дослідницьких виробів для відпрацювання дослідницької технології що може бути пов'язано з порушеннями правил охорони праці під час роботи з абразивним інструментом (НПАОП 28.0-1.30-12) зокрема: використання абразивного

інструменту який не пройшов випробування, порушення правил експлуатації, що може призвести до тяжких травм;

д. небезпеки які пов'язані з безпосереднім проведенням дослідницьких робіт, випробуванням зразків або виробів, зокрема:

- можливість отримання механічних травм при використанні автоматичного зварювального апарату мод А1614 встановленому на токарному верстаті модель 1К62;

- можливість ураження органів зору в наслідок інтенсивного УФ випромінювання від зварювальної дуги;

- можливість отримання термічних опіків при непередбаченому торканню нагрітих поверхонь та відсутності індивідуальних засобів захисту;

є. небезпеки які пов'язані з дослідженням структури металу методом оптичної металографії з використанням оптичних мікроскопів зокрема: ушкодження органів зору при хибній комбінації світлофільтрів, об'єктивів та окулярів;

е. можливість отримання механічних травм внаслідок порушень правил з охорони праці при підготовці зразків для випробування твердості, механічних та технологічних властивостей та при безпосередніх випробуваннях. Основними небезпеками можуть бути: використання застарілого та небезпечного обладнання, порушення умов проведення випробувань;

ж. небезпеки які пов'язані з обробкою результатів досліджень із використанням ПК, зокрема ушкодження кістково-м'язового апарату внаслідок довготривалої роботи в однотипній позі, що може призвести до зниження працездатності та розвитку професійних захворювань;

з. незадовільні параметри мікроклімату які повинні відповідати фізіологічним потребам організму працюючих, із врахуванням енергетичних витрат на виконувану роботу згідно з ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень» внаслідок неефективної роботи систем опалення та повітрообміну, що може призвести до загальних захворювань;

і. невідповідність вимогам ДБН В.2.5-28-2006 «Природне і штучне освітлення» освітлення робочих зон дослідницької лабораторії внаслідок виходу з ладу освітлювальних приладів або хибного розрахунку їх кількості та потужності, що може призвести до погіршення зору;

к. можливість загоряння внаслідок порушень правил пожежної безпеки, які зазначені в НАПБ А.01.001-2014 «Правила пожежної безпеки в Україні», а саме хибне визначення видів та кількості первинних засобів пожежогасіння відносно категорій приміщень с пожежної безпеки, що може привести до пожежі, що є надзвичайною ситуацією;

6.2 Заходи забезпечення безпеки

Заходи забезпечення безпеки:

а. згідно з вимогами НПАОП 0.00 – 7.11 – 12 «Загальні вимоги стосовно забезпечення роботодавцями охорони праці працівників» передбачено, що усі працівники повинні пройти навчання та перевірку знань з питань охорони праці відповідно до «Типового положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці», затвердженого наказом Держнаглядохоронпраці (Держпраці) від 26.01.2005 №15. Роботодавець повинен забезпечити повну і вичерпну інформацію працівників з питань охорони праці як відносно підприємства в 33 цілому так і відносно специфіки виконуваних робіт на робочих місцях, де зазначені можливі небезпечні ситуації та заходи для їх запобігання. Найбільш ефективним є проведення відповідних інструктажів (вступний, первинний, повторний, позаплановий та цільовий);

б. при виконанні процесів наплавлення особливе значення має знання вимог НПАОП 40.1-1.01-97 «Правила безпечної експлуатації електроустановок» для безпечного проведення робіт необхідно виконати наступні організаційні заходи (п. 6.1.1):

- призначити працівників, відповідальних за безпечне проведення робіт;
- видати дозвіл на підготовку робочих місць і на допуск;
- підготувати робочі місця та забезпечити допуск до роботи; - забезпечити нагляд при виконанні робіт;

- при необхідності, організувати переведення на інше робоче місце;
- забезпечити оформлення перерв у роботі та порядок її закінчення;

в. згідно вимог НПАОП 40.1-1.01-97 «Правила безпечної експлуатації електроустановок» для безпечного проведення робіт необхідно виконати наступні організаційні заходи (п. 6.1.1):

- призначити працівників, відповідальних за безпечне проведення робіт;
- забезпечити нагляд при виконанні робіт;
- при необхідності, організувати переведення на інше робоче місце;
- забезпечити оформлення перерв у роботі та порядок її закінчення.

До основних заходів захисту людини від ураження електричним струмом, відносять:

- забезпечення неможливості випадкового дотику до струмоведучих частин, що перебувають під напругою;

- електричний розподіл мережі;

- усунення небезпеки ураження з появою напруги на корпусах, кожухах та інших частинах електроустаткування, що досягається захисним заземленням, зануленням і захисним відключенням;

- захист від випадкового дотику до струмоведучих частин кожухами, огороженням або подвійною ізоляцією;

- захист від небезпек можливих при переході напруги з вищої сторони на нижчу;

- контроль і профілактика пошкоджень ізоляції;

- компенсація ємнісної складової струму замикання на землю;

- застосування спеціальних електрозахисних засобів, блокувань, сигналізації та запобіжних пристроїв;

Використання захисного заземлення:

- робоче заземлення – це заземлення струмоведучих частин електроустановки, яке виконане для забезпечення роботи електроустановки (не з метою електробезпечності), наприклад, робоче заземлення нейтралі трансформатора;

- заземлення блискавкозахисту – це заземлення блискавко приймача, з метою захисту об'єкта від прямого удару блискавки;

- захисне заземлення – це заземлення, яке виконане з метою електробезпечності, тобто з'єднання відкритих провідних частин (ВПЧ) із заземлювачем для захисту від непрямого дотику та від наведеного напруги. На практиці, у більшості випадків, це той же самий заземлювач до якого приєднують і ВПЧ, і нейтралі трансформаторів, і блискавко приймачі. Тільки при яких-небудь обґрунтуваннях (технологічних, з погляду безпеки і т.п.) застосовують три різні заземлювачі, що обходиться значно дорожче;

г. для уникнення механічних травм при виготовленні зразків необхідно працювати на справному станку, своєчасно проводити заміну деталей, термін експлуатації яких вже закінчився та використовувати захисні окуляри та рукавиці; для виключення травмування органів зору передбачено застосування захисних окулярів, які служать для захисту очей від ушкоджень частками твердих тіл, що летять попереду, знизу і збоку. Ці окуляри оснащені фігурними боковинами, що відкидаються. Застосовувати прозорий екран для захисту очей робітника від поранень частками, що відлітають.

Заходи безпеки при роботі на шліфувальних і заточувальних верстатах: установка абразивних кіл на верстатах повинна проводитися тільки спеціально проінструктованими налагоджувачами; використання абразивних кіл з дефектами заборонено; абразивні кола повинні мати штамп або наклейку про випробування – порядковий номер кола і підпис особи, відповідальної за випробування; біля кожного верстата необхідно вивісити табличку із зазначенням допустимої роботи колової швидкості використовуваних кіл і частоти обертання шпинделя верстата в хвилину; при обертанні абразивного кола, виступаючі кінці шпинделя і кріпильні

деталі захистити захисними кожухами; підручники повинні мати достатній за величиною майданчик для стійкого положення оброблюваного виробу. Зазор між краєм підручника і робочою поверхнею шліфувального круга повинен бути не більше 3 мм; заборонено працювати без підручника, захисного екрана або окулярів, якщо верстат не заземлений і не обладнаний установкою для відсмоктування абразивного пилу, згідно з ГОСТ 12.3.028–82 «Процесс обработки абразивными и эльборовым инструментом»;

д. зварювання виробів середніх і малих розмірів в стаціонарних умовах слід виконувати в спеціально обладнаних кабінах. Кабіна повинна мати відкритий верх та виготовлятися з негорючих матеріалів. Між стіною та підлогою кабіни необхідно залишати зазор, висота якого визначається видом зварювання. Площа кабіни повинна бути достатньою для розміщення зварювального устаткування, стола, пристрою місцевої витяжної вентиляції, зварювального виробу та інструменту. Кількість повітря, необхідного для видалення шкідливих домішок до рівня ГДК, необхідно приймати в залежності від марки наплавочного матеріалу, що застосовуються, відповідно до вимог СП № 1009-73;

є. при дослідженні мікроструктури оптичним методом правильне використання мікроскопа забезпечується тільки за умови раціональної комбінації об'єктів, окулярів. При вживанні їх треба враховувати, тому що збільшення повинно знаходитися в межах від 500 до 1000 апертур.

Крім правильної комбінації об'єктів і окулярів, не менш важливе значення має і правильне застосування світлофільтрів. Як правило, при роботі з об'єктивами-ахроматами слід застосовувати світлофільтри, а з апохроматами можна працювати й без них;

е. для уникнення механічних травм при виготовленні зразків необхідно працювати на справному станку, своєчасно проводити заміну деталей, термін експлуатації яких вже закінчився та використовувати захисні окуляри та рукавиці; для виключення травмування органів зору передбачено застосування захисних окулярів, які служать для захисту очей від ушкоджень частками твердих тіл, що летять попереду, знизу і збоку. Ці окуляри оснащені фігурними боковинами, що

відкидаються. Застосовувати прозорий екран для захисту очей робітника від поранень частками, що відлітають;

ж. при використанні комп'ютерної техніки однією з можливих небезпек є ушкодження хребта, в результаті недостатнього рівня ергономічності робочого місця користувача, тобто якщо крісло неправильно підтримує згин хребта. При цьому плечі і шия напружені і затікають, внаслідок неприродного положення, тому виникають болі в області ший, спини і голови. В середньому працівник, який використовує ПК, просиджує в такому положенні за все своє життя до 80000 годин (8 років).

Неправильне положення рук при введенні даних за допомогою клавіатури (зап'ястя при наборі підняті вгору) призводить до перетискання нервів у вузьких місцях зап'ястя (Синдром зап'ястного каналу (карпальний тунельний синдром або тунель Карпаля).

Найбільш небезпечним є те, що внаслідок концентрації уваги на екрані монітора притуплюється своєчасне попередження про болі, які є тривожним сигналом для тіла. Захворювання рук і кистей рук спостерігається у працюючих за ПК у 7-12 разів частіше, ніж у інших, і досить часто помилково діагностується як запалення сухожиль.

Внутрішньо змінні режими праці і відпочинку при роботі з ПК розробляються з урахуванням характеру трудової діяльності, напруженості й важкості праці диференційовано до кожної професії.

За характером трудової діяльності користувачів ПК виділено три професійні групи згідно з Національним класифікатором професій України ДК 003:2010 «Класифікатор професій»: для операторів із застосуванням ПК слід призначати регламентовані перерви для відпочинку тривалістю 15 хвилин через кожні дві години.

У всіх випадках, навіть коли виробничі обставини не дозволяють застосувати регламентовані перерви, тривалість безперервної роботи з ПК не повинна перевищувати 4 години.

Для зниження нервово-емоційного напруження, втоми зорового аналізатора, поліпшення мозкового кровообігу, подолання 85 несприятливих наслідків гіподинамії, запобігання втомі доцільно деякі перерви використовувати для виконання комплексу спеціальних вправ. Активний відпочинок повинен включати комплекс гімнастичних вправ, спрямованих на:

- зняття нервового напруження;
- м'язове розслаблення;
- відновлення функцій фізіологічних систем, що порушуються протягом трудового процесу;
- поліпшення мозкового кровообігу і працездатності .

6.3 Заходи забезпечення нормативних санітарно-гігієнічних параметрів в робочих зонах

Заходи забезпечення нормативних санітарно-гігієнічних параметрів в робочих зонах:

з. заходи з виробничої санітарії і гігієни праці визначаються відповідно до вимог державних санітарних норм і правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу», зареєстрованих МЮ України 06.05.2014 р. за № 472/25249, з урахуванням виявлених, в процесі аналізу потенційних небезпек, небезпечних і шкідливих виробничих факторів.

Параметри мікроклімату і чистоти повітря визначають згідно з вимогами ДСН 3.3.6-042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень», в залежності від категорії фізичних робіт, для певних робочих місць (постійних і непостійних).

Постійне робоче місце – це місце, на якому працюючий знаходиться понад 50% робочого часу або більше 2-х годин безперервно. Якщо при цьому робота

здійснюється в різних пунктах робочої зони, то постійним робочим місцем вважається вся ця зона.

Непостійне робоче місце – це місце, на якому працюючий знаходиться менш як 50% робочого часу або менше 2-х годин безперервно.

Необхідно враховувати, що:

- для постійних робочих місць визначаються оптимальні та допустимі параметри мікроклімату в холодний та теплий період року;

- для непостійних робочих місць визначаються тільки допустимі параметри мікроклімату в холодний та теплий період року;

- в холодний період року на постійних робочих місцях: температура оптимальна 18-20 °С, допустима 17-23 °С; відносна вологість: оптимальна 40-60 %, допустима 75 %; швидкість переміщення повітря: оптимальна не більше 0,2 м/с, допустима не більше 0,3 м/с;

- в холодний період року на непостійних робочих місцях допустима температура: 15-24 °С; допустима відносна вологість: 75 %; допустима швидкість переміщення повітря: не більше 0,3 м/с;

- в теплий період року на постійних робочих місцях: температура оптимальна 21-23 °С, допустима 18-27 °С; відносна вологість: оптимальна 40-60 %, допустима 40-60 %; швидкість переміщення повітря: оптимальна не більше 0,3 м/с, допустима не більше 0,2-0,4 м/с;

- в теплий період року на непостійних робочих місцях допустима температура 17-29 °С; допустима відносна вологість: 65 % при температурі 26 °С; допустима швидкість переміщення повітря: 0,2-0,4 м/с.

і. Виробниче освітлення організується і нормується згідно з вимогами ДБН В.2.5-28-2018 «Природне і штучне освітлення», залежно від розряду зорової роботи, тобто її характеристики (найменшого розміру об'єкта який різниться, світлості фону, контрасту об'єкта з фоном).

Також, необхідно врахувати, що передбачається оптимальне (необхідне) освітлення виробничих приміщень і робочих місць:

- природне (бокове або верхнє);
- штучне: (робоче, аварійне, евакуаційне, охоронне, чергове).

6.4 Заходи з пожежної безпеки

Заходи з пожежної безпеки:

к. заходи з пожежної безпеки визначаються відповідно до вимог НАПБ А.01.001-2014 «Правила пожежної безпеки в Україні».

Максимальну відстань від найбільш віддаленого робочого місця до найближчого евакуаційного виходу визначають згідно п. 2.29 СНиП 2.09.02-85* «Производственные здания».

Відповідність обладнання, силових і освітлювальних мереж вимогам пожежної безпеки в першу чергу залежить від відповідності ступеня захисту їх оболонок (ІР) класу пожежонебезпечної зони (П-I, П-II, П-IIIа и П-III) визначених згідно НПАОП 40.1-1.32-01 «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок».

Засоби виявлення займань та пожеж передбачаються згідно вимог ДБН В.2.5-56:2014 «Системи протипожежного захисту».

На даний час, можуть використовуватися: охоронно-пожежна сигналізація (ОПС) неадресного типу; порогова охоронно-пожежна сигналізація; адресно-порогова охоронно-пожежна сигналізація.

Порогова охоронно-пожежна сигналізація — «PERCo-PU01» може працювати як автономно, так і в складі комплексної системи безпеки PERCo-S-20 спільно з відеоспостереженням, контролем доступу і системою підвищення ефективності управління.

Істотно розширюються можливості по управлінню обладнанням і обробці інформації, що надходить - при наявності модулів «Моніторинг» або «Центральний пост» на моніторі охоронця автоматично видається інформація про

пожежу із зазначенням місця його виникнення на графічному плані підприємства. В охоронюваних приміщеннях встановлюються порогові пожежні або охоронні сповіщувачі, які об'єднуються в шлейфи сигналізації і підключаються до панелі PERCo-PU01 1-01.

ВИСНОВКИ

В дипломному проєкті була розроблена технологія відновлення валу установки центр обіжного розпилення для отримання сферичного порошку, шляхом наплавлення струмоведучого дроту марки ПП-Нп-150Х з наступним шліфуванням поверхні. Для цієї операції були обрані режими наплавки, обране розроблене обладнання, пронормовано роботи для середньсерійного виробництва по відновленню поверхні та розроблені заходи з електробезпеки та протипожежної безпеки, а також, заходи уникнення травм при виробництві.

Для серійного виробництва в дипломі було прораховано необхідну кількість обладнання, кількість працівників та їх завантаженість, запропонована альтернативна кількість основних та допоміжних працівників. На основі цих даних, було зроблено кошторис витрат на виробництво у якому враховується як вартість відновлення для внутрішнього користування, так і для оптового продажу. Було побудовано карту стейкхолдерів для наглядного бачення сфер впливу виробництва, а також недетально розписано проєкт виробництва. Також, для стейкхолдерів було побудовано графік беззбитковості на якому бачимо прибуток та мінімальну необхідну кількість реалізації на рік.

За результатами економічного розрахунку, ми отримали вигоду від наплавки в порівнянні з початковою технологією більше 1000 %.

За результатами дослідження наплавленого матеріалу ми бачимо збільшення твердості наплавленої поверхні, що збільшує міжремонтні інтервали. Крім того, відновлення геометрії дозволяє значно збільшити життєвий цикл валу.

Розробку нової технології по відновлення валів УЦР-4 за результатами економічних та технічних дослідів вважаю вдалим.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Зенин, Б.С., Овечкин Б.Б. Современные технологии модифицирования поверхности и нанесения покрытий. учебное пособие. Томск : ТПУ, 2008. 75 с.
2. Триботехнічні та матеріалознавчі аспекти руйнування сталей і сплавів при зношуванні: Навчальний посібник. Запоріжжя: ЗНТУ, ВАТ «Мотор Січ», 2010. 368 с.
3. Брыков М.Н., Ефременко А.В., Ефременко В.Г. Износостойкость сталей и чугунов при абразивном изнашивании. Херсон : Гринь Д.С., 2014. 364 с.
4. Бабичев М.А., Хрущов М.М. Абразивное изнашивание. Москва : Наука. 1970. 251 с.
5. Крагельский И.В. Трение и износ. Москва : Машиностроение, 1968. 480 с.
6. Костецкий Б. И., Носовский И.Г. Трение, смазка и износ в машинах. Киев : Техника. 1970. 396 с.
7. Хрущов М.М. Развитие учения об износостойкости машин и механизмов. *Трение и износ*. 1998. 135 с.
8. Кузнецов В.Д., Черняк Я.П., Маковой В.А., Степанов Д.В. Износостойкость наплавленного металла типа углеродистых и хромомарганцевых сталей в условиях сухого трения металла по металлу. *Автоматическая сварка* №6. 2013. С. 44 – 47.
9. Сидоров А. И. Восстановление деталей машин напылением и наплавкой. 1987. 192 с.
10. Мазель Ю. А., Кусков Ю.В. Полищук Г.Н. Классификация сплавов на основе железа для восстановительной и упрочняющей наплавки. *Сварочное производство*. 1999. 120 с.
11. Матеріали зварювальні. Зварювальні матеріали для наплавлення (EN 14700: 2005 IDT): ДСТУ EN 14700: 2008. – Чинний від 2011 – 01. – Київ : Держспоживстандарт України, 2008. – (Нац. стандарт України).

12. Рябцев И. И., Проценко Н.А. Гармонизация стандартов на наплавочные материалы в соответствии с требованиями европейского стандарта EN 14700 «Сварочные материалы – Сварочные материалы для наплавки» *Сварщик*, 2007. 36 с.

13. Попов В.С., Брыков Н.Н. Металловедческие аспекты износостойкости сталей и сплавов. Запорожье: В.П.К. «Запоріжжя», 1996. 180 с.

14. Кузнецов В.Д., Пашенко В.М., Смирнов І.В., Степанов Д.В. Порівняльна оцінка зносостійкості поверхневих шарів різного складу в умовах тертя без мащення та абразивного зношування.

15. Попов. С. М., Антонюк Д.А., Нетребко В.В. Триботехнічні та матеріалознавчі аспекти руйнування сталей і сплавів при зношуванні: Навчальний посібник. Запоріжжя: ВАТ «Мотор Січ», 2010. – 368 с.

16. Рябцев И.А. Наплавка деталей машин и механизмов. Киев: Экотехнология, 2004. – 160 с.

17. Зернин Е.А., Кузнецов А. М. Способы модифицирования наплавленного металла наноструктурированными порошками для увеличения механических свойств сварных соединений. *ННТПУ*. 2000. С 1 – 7.

18. Гладкий П.В., Микаелян Г.С. Микролегирование и модифицирование износостойкого наплавленного металла. *Наплавленный металл. Состав, структура, свойства*. 1992. С. 33 – 36.

19. Новые материалы. Под ред. Ю.С. Карабасова – Москва : МИСИС, 2002. 736 с.

20. Кузнецов В.Д., Пашенко В.М., Смирнов І.В., Степанов Д.В.. *Науково – технічний журнал Проблеми тертя та зношування*. Київ НАУ 2014 №2 С. 85 –91.

21. Вайнерман А.Е., Шоршоров М.Х., Спиридонов В.Д., Новосадов В.С. Плазменная наплавка металлов. Л: Машиностроение, 1969. 191 с.

22. Спиридонов И.В., Кобяков И.В., Куприянов И.Л. Плазменные и лазерные методы упрочнения деталей машин. Минск : Высшая школа, 1988. 154 с.

23. ДБН В.2.6 – 163 «Норми проектування, виготовлення і монтажу» Київ: 2010., 233 с.
24. ISO 2553:2017 Сварные соединения «Условные обозначения на чертежах» Київ: 2017., 49 с.
25. НПАОП 0.00 – 7.11 – 12 «Загальні вимоги стосовно забезпечення роботодавцями охорони праці працівників».
26. ДНАОП 1.1.10 – 1.01 – 2000 «Правила безпечної експлуатації електроустановок – споживачів».
27. ГОСТ 12.4045 – 87 «ССБТ костюмы мужские для защиты от повышенных температур технические условия».
28. ГОСТ 12.4.01075 «ССБТ Средства индивидуальной защиты. Рукавицы специальные. Технические условия».
29. ДСТУ 10998 – 74 «ССБП Взуття спеціальне шкіряне для захисту від механічних пошкоджень».
30. ДСН 3.3.6 – 042 – 99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень».
31. ДБН.В.2.5. – 28 – 2006 «Природне і штучне освітлення».
32. НПАОП 28.52 – 1.15 – 60 «Правила з техніки безпеки і виробничої санітарії при електрозварювальних роботах».
33. НАПБ А.01.001 – 2004 «Правила пожежної безпеки України».
34. НПАОП 0.00 – 4.12 – 05 «Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці».
35. Хасуи А., Мorigаки О., Степина В.С. , Шестеркина Н. Г. Наплавка и напыление. Москва: Машиностроение, 1985. 240 с.
36. Круглікова В.В. Методичні рекомендації щодо виконання економічного розділу дипломного проекту здобувачами вищої освіти технічних спеціальностей за освітнім ступенем «магістр», Запоріжжя : Кафедра підприємництва, торгівлі та біржової діяльності, НУ «Запорізька політехніка», 2020. 12 с.

