

Вінницький національний технічний університет
Факультет машинобудування та транспорту
Кафедра галузевого машинобудування

Магістерська кваліфікаційна робота на тему:
ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВІДНОВЛЕННЯ
РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ ДОВГОМІРНОГО
ВАЛА З ШПОНКОВИМИ ПАЗАМИ

Виконав: ст.гр. 13В-17м
Щербаков О.В.
Науковий керівник: к.т.н., доцент.
Бакалець Д.В.

В сучасному світі одним із основних завдань інженерів по відновленню та зміцненню деталей машин є пошук таких матеріалів і технологій, які б мали порівняно невелику вартість та дозволяли отримати покриття із заданими триботехнічними властивостями. Такі вимоги цілком задовільняють технології, що ґрунтуються на використанні зносостійких сормайтєвих наплавлювальних покриттів.



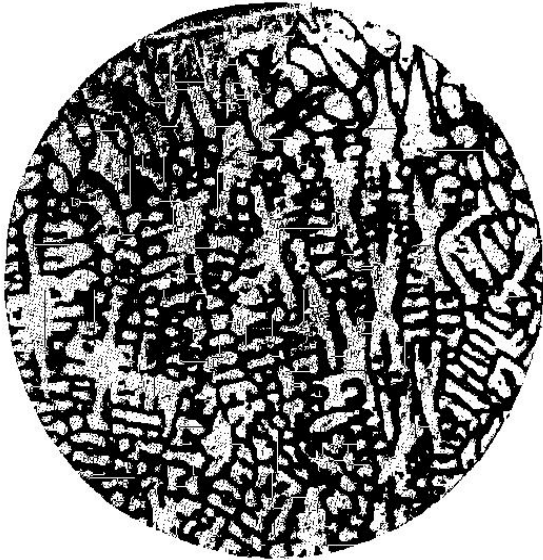
Сормайт широко застосовуються в якості наплавлювальних матеріалів для підвищення стійкості до зношування поверхонь інструментів і деталей машин, які повинні експлуатуватися в умовах сильного абразивного зносу, в тому числі без змащення і при підвищених температурах. За ріжучим властивостям сормайт близький до стелітів і займає проміжне положення між металокерамічними твердими сплавами і швидкорізальної сталі.



Мета роботи: підвищення якості відновлення робочих поверхонь довгомірного валу з шпонковими пазами горизонтального багатоступінчастого насосу шляхом наплавлення сормайтних покриттів.

Задачі дослідження:

- Провести якісний аналіз наукових джерел щодо розв'язання проблеми створення ефективних сормайтних покриттів
- забезпечити уникнення розпаду структури наплавленого сормайтного покриття, та створити умови для стабільної кристалізації матеріалу;
- дослідження структури та властивостей сормайтного покриття;
- розробка технології наплавлення для підвищення якості відновлення валу центробіжного насоса.
- Провести економічне обґрунтування процесу відновлення та розрахувати економічний ефект від запровадження запропонованих технологій
- Розробити комплекс заходів щодо покращення умов роботи та охорони праці під час відновлення довгомірного вала з шпонковими пазами



Сормайт №1



Сормайт №2

Хімічний склад електроду типу Сормайт №1:

C	Si	Mn	Cr	P
2.3-3.5	2.0-2.5	1.0-1.5	22-27	0.040

Хімічний склад електроду типу Сормайт №2:

C	Si	Mn	Cr	Ni
1.5-2	1.5-2.2	1.0	13-17.5	1.3-2.1

Електроди Т-590:



Хімічний склад електроду:

C	Si	Mn	Cr	P
2.3-3.5	2.0-2.5	1.0-1.5	22-27	0.040

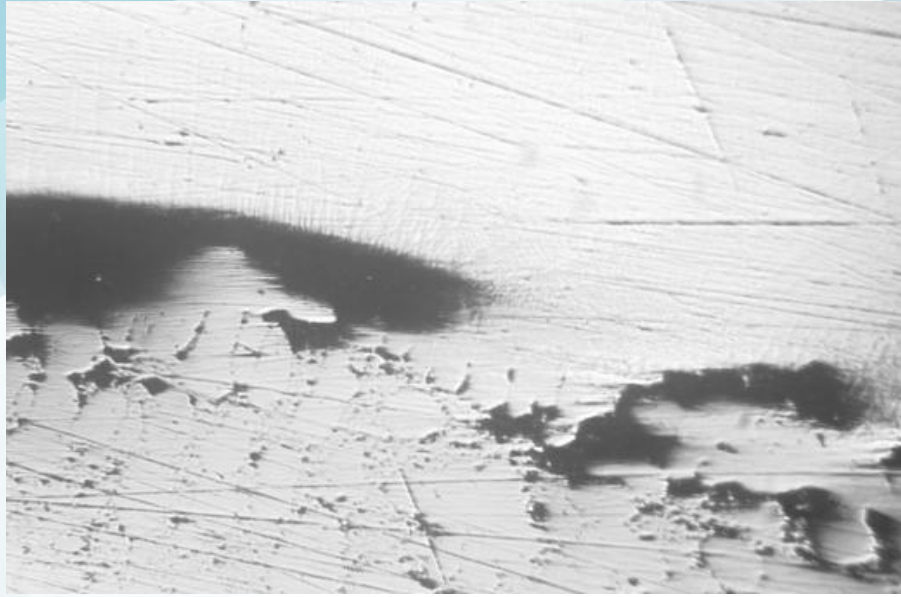
Режими нанесення покриття:

Положення наплавлювального шва	Рід струму
	Змінний струм від трансформатора з напругою холостого ходу не менше 70В
Діаметр, мм	Сила зварювального струму
5,0	250-270

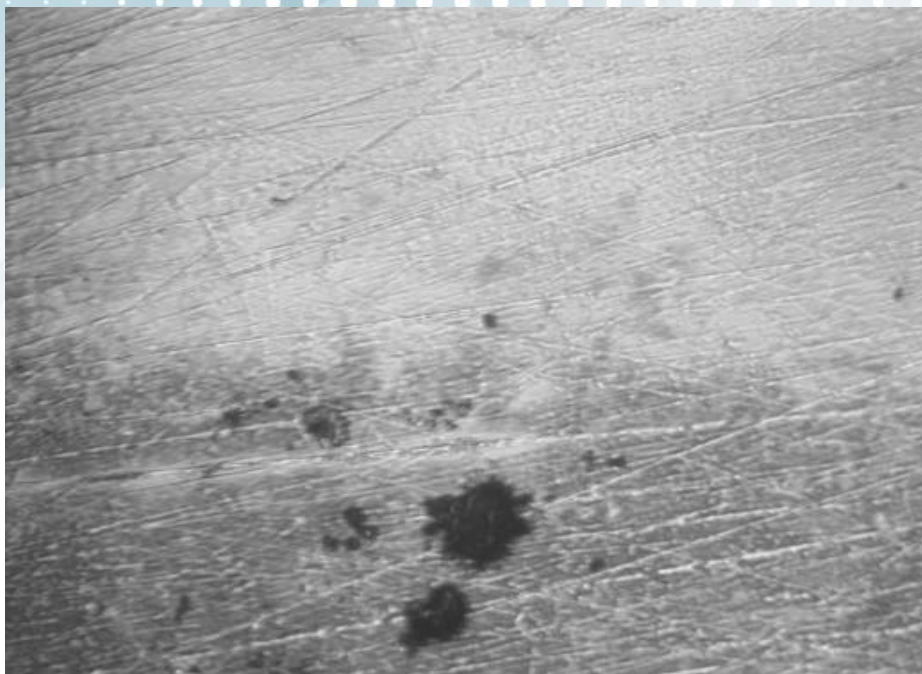


2019-1-14 11:02

2019-1-14 11:02



Перший зразок попередньо не підігрівався, макроструктура яких показала в перехідній зоні сплавлення значну кількість пор. Такі пори є недопустимими як з міркувань забезпечення міцності, так і міркувань герметичності та тріщиностійкості.



Макроструктура зразків які попередньо підігрівався до температури 200°C та поступово охолоджувався з піччю після наплавлення. Кількість пор зменшилась, що дозволяє використовувати деталь у невідповідальних вузлах.



Аналіз зразків які попередньо підігрівався до температури 400°C та також охолоджувався після наплавлення разом з піччю. Аналіз мікроструктури перехідної зони майже не виявив пор та тріщин.

При наплавленні сормайттовим покриттям, пори утворюються в основному після наплавлення за рахунок швидкого охолодження металу в зоні сплавлення тому для усунення дефекту було проведено остаточне охолодження зразків разом з піччю. Такий температурний вплив дозволив знизити кількість пор та отримати більш стабільнішу структуру зносостійкого матеріалу.

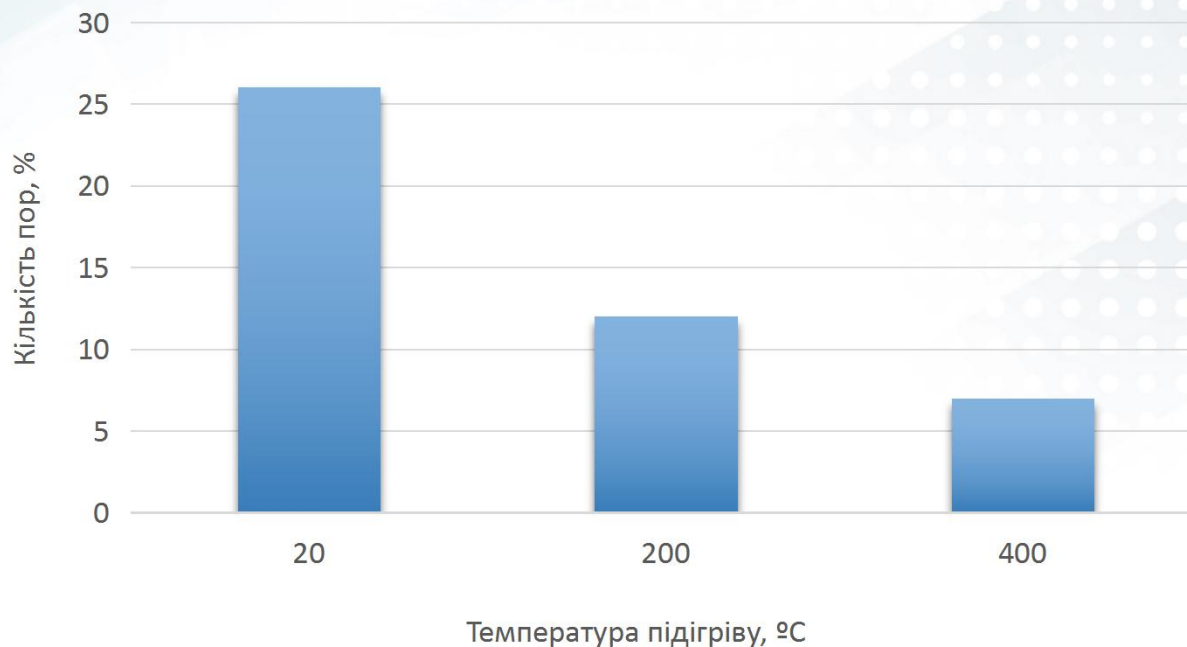
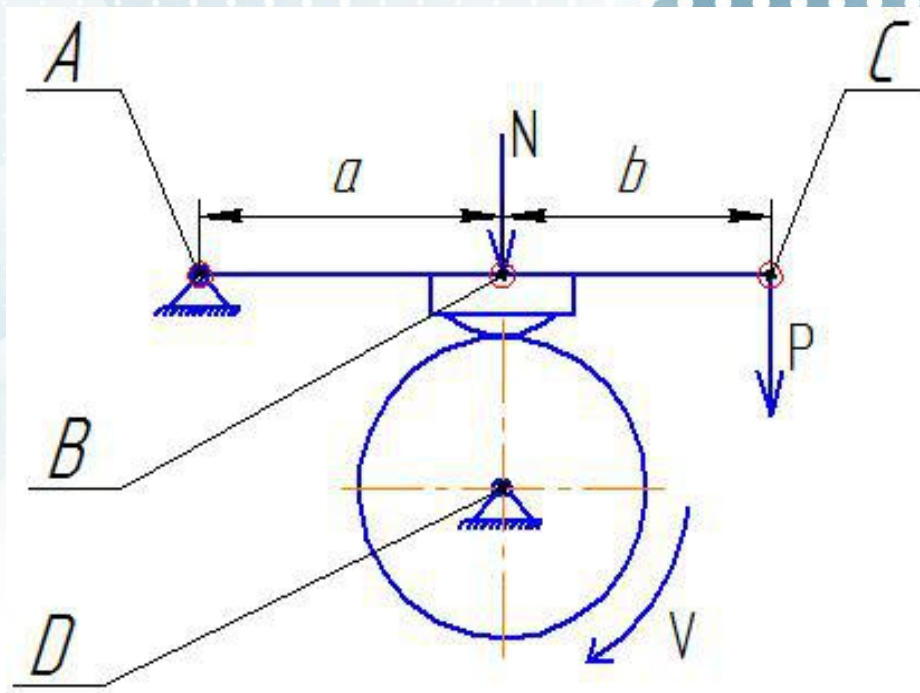


Рисунок 1 - Вплив температури підігріву на кількість пор в зоні сплавлення



Установка для випробування на зносостійкість яка розроблена на кафедрі ТПЗ, закріплювалась на токарному верстаті і складається з таких частин:

1. Закріплення установки здійснюється шляхом встановлення петлі яка приєднувалась до різцетримача (А).
2. Випробовувалась на зносостійкість зразок був нерухомо закріплений в тримачі за допомогою прижимного гвинта (В).
3. Навантаження на деталь здійснювалось за допомогою важеля на кінці якого закріплювався вантаж (С).
4. Зразок який випробовували на зносостійкість контактував з контертілом яке було нерухомо закріплене в шпинделі токарного верстата (D).

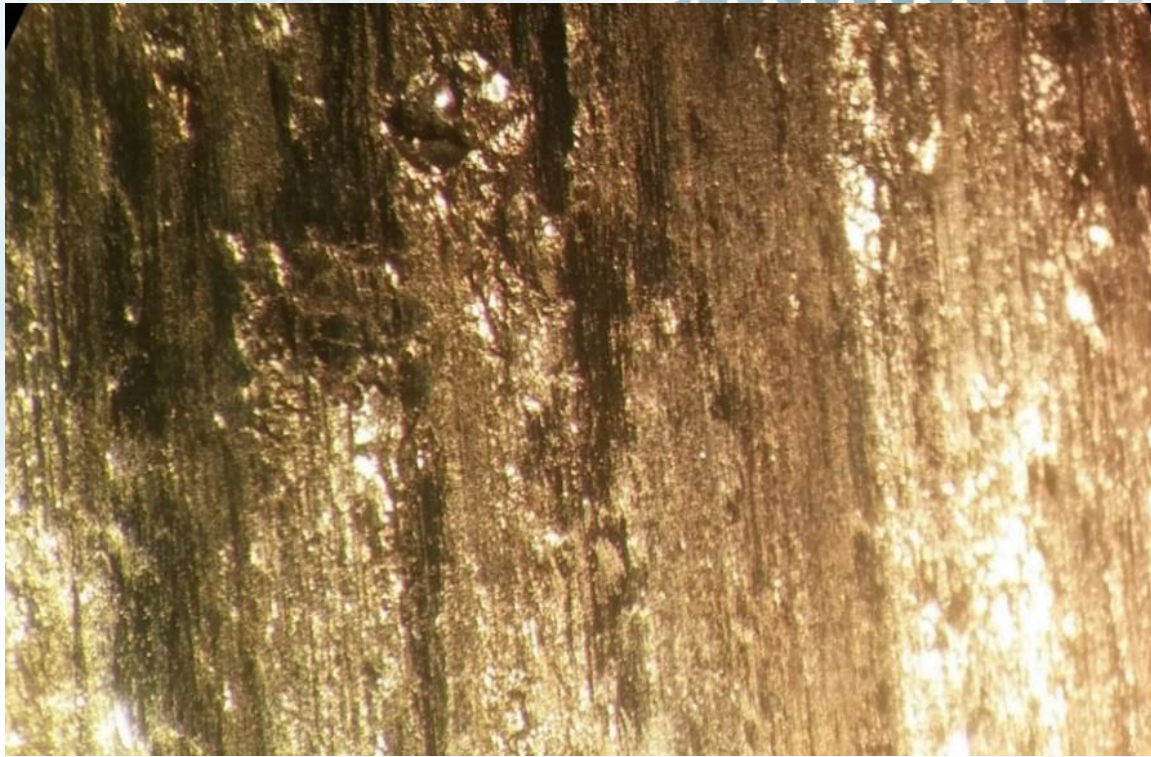


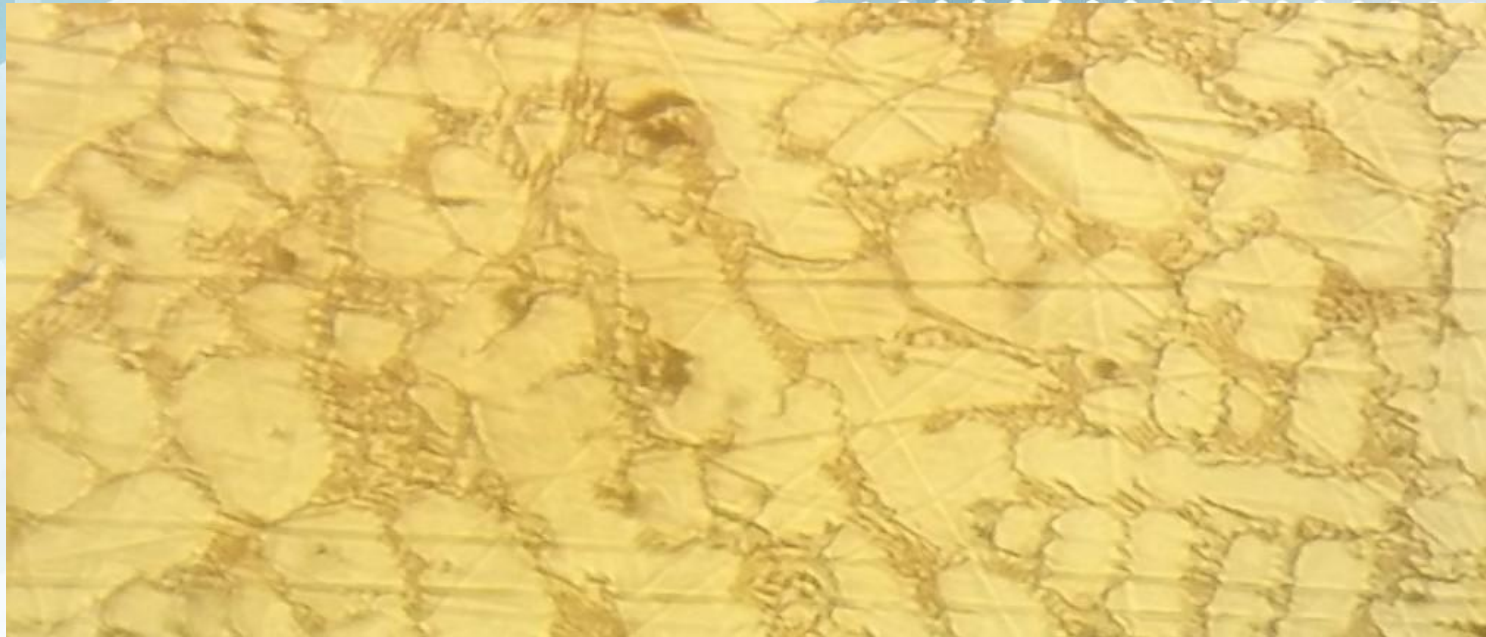
Рисунок 2 - Макроструктура сталі 45 після випробування

На (рис. 2) на зразку наявність виривання матеріалу, та глибокі подряпини. Сили тертя спричинили переміщення поверхневих шарів матеріалу які спрямовані в слід векторного переміщення контертіла, що свідчить про згорткування металу. Наявність чорних п'ятен свідчить про руйнування структури, а саме карбідів хрому в процесі тертя з контертілом.



Рисунок 3 - Макроструктура сормайтового після випробування

На (рис. 3) зображено зношування матеріалу з наплавленим сормайтовим покриттям, явно видно мікрорізання, яке утворилося в наслідок утворення абразиву у вигляді металевого порошку. Металевий порошок утворився в наслідок втоми матеріалу контертіла та температури. Також наявні чорні плями, що свідчать про зміну структури металу при дії великої температури.



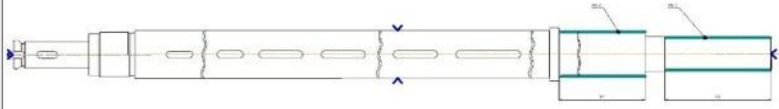
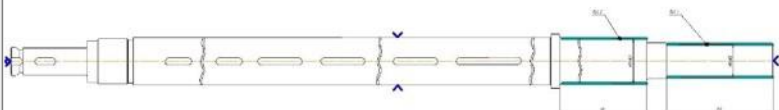
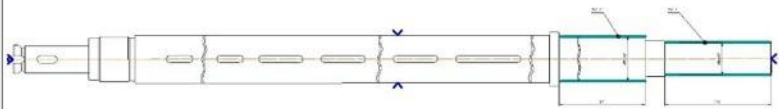
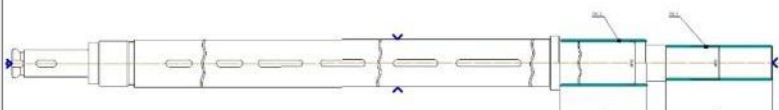
На зображена структура покриття отриманого з використанням наплавочного електроду Т-590. Структура покриття яку отримали при напавленні електродом, однакова та дрібнозерниста по всій площині та складається з зернистого фериту, цементитної сітки та карбідних включень.

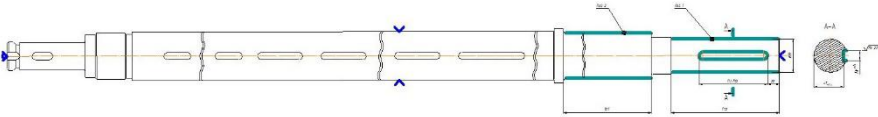
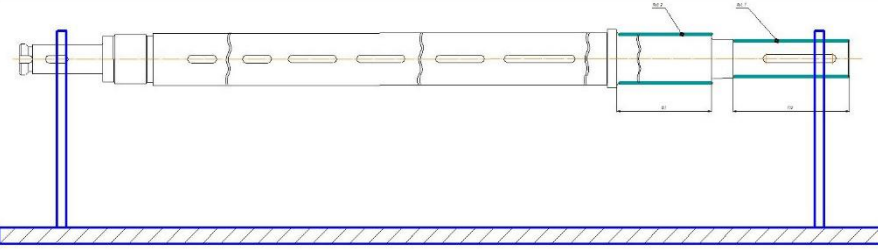
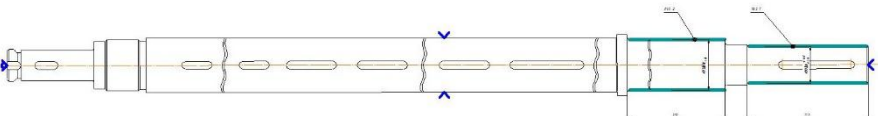
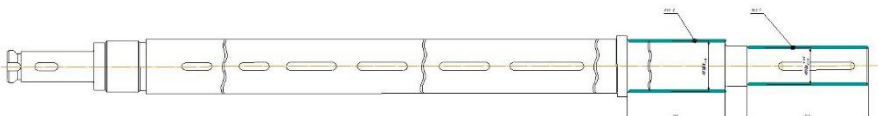
Твердість HRC	
Зразки №1 Сталь 45	Зразки №2 Сталь 45 з напавленням зносостійким шаром сормаїту
44-50	58-63

Наукова новизна. Під час виконання роботи вдалося отримати результати які мають наукову новизну. А саме:

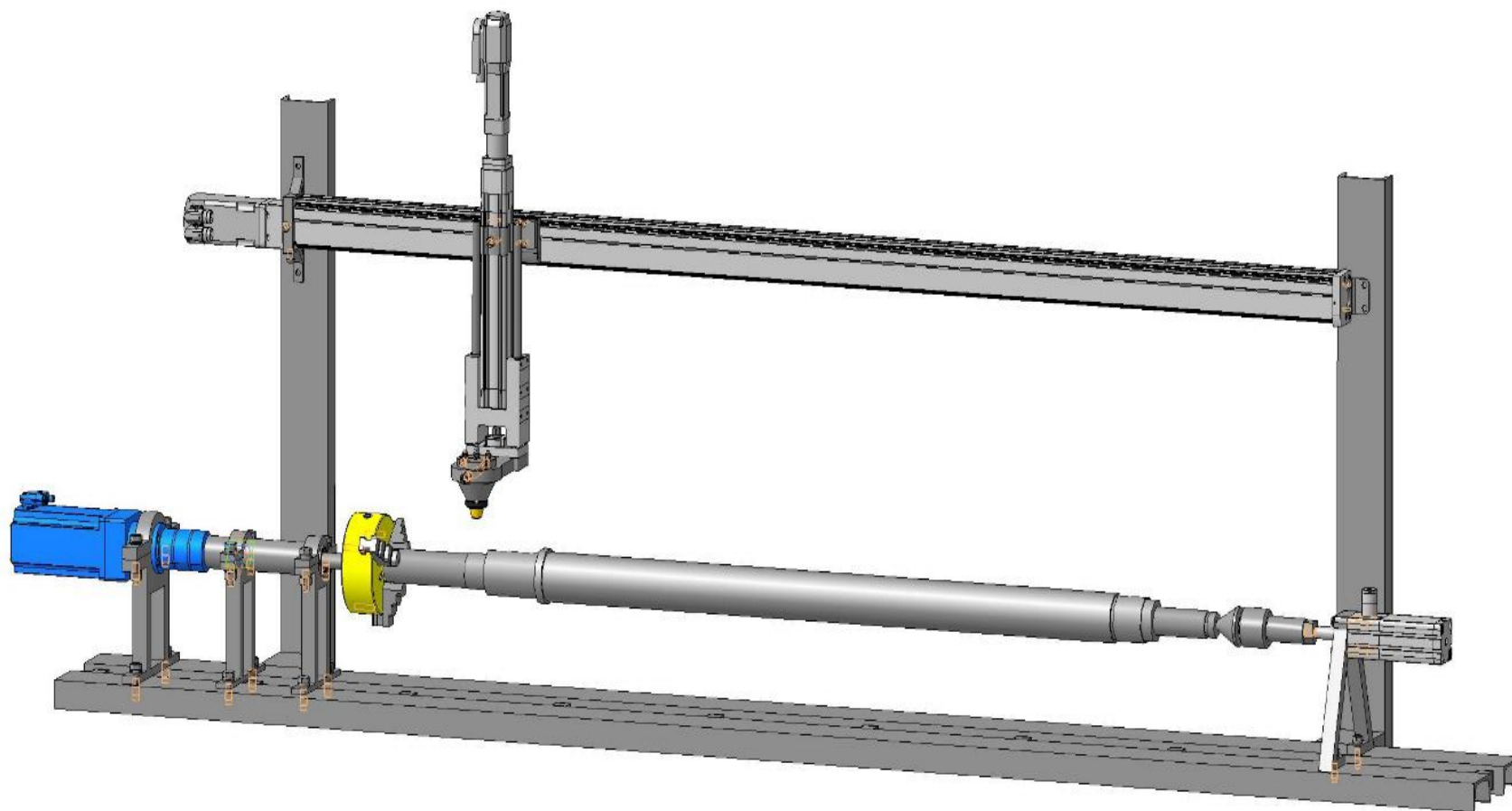
- Встановлено закономірність впливу попереднього та остаточного підігріву на процес формування наплавленого сормайтового покриття, та його механічні властивості.
- Розроблено методику прогнозування пористості наплавлених покриттів шляхом керування температурними процесами під час попереднього та остаточного підігріву.

Маршрут обробки довгомірного вала з шпонковими пазами

№	Найменування операцій та технічних переходів	Схема базування	Обладнання
005	Мийна 1. Установити та зняти деталь; 2. Мити деталь розчином "Лабомід";		Струменева-камерна машина ОН-4610
010	Дефектувальна 1. Установити деталь; 2. Виявити дефекти деталі зовнішнім оглядом; 3. Виконати контрольні проміри		1. Контрольний стіл 2. Мікрометр МК 150-2 ГОСТ 6507-90 3. Штангенциркуль
015	Наплавлявальна: 1. Установити та закріпити деталь; 2. Заплавити шпонковий паз поверхні 1; 3. Зняти деталь.		Установка для наплавлення УД-209М
020	Токарна 1. Встановити та закріпити деталь; 2. Точити пов. 1 в розмір $\phi 53(\pm 0,5)$ мм, згідно ескізу; 3. Точити пов. 2 в розмір $\phi 73(\pm 0,5)$ мм згідно ескізу; 4. Зняти деталь		Токарний верстат з ЧПК NL635S, Поводковий патрон, Різець упорний прохідний лівий
025	Наплавлявальна: 1. Установити та закріпити деталь; 2. Наплавити поверхню 1 до розміру $\phi 56,657$ мм; 3. Наплавити поверхню 2 до розміру $\phi 77,542$ мм; 4. Зняти деталь.		Установка для наплавлення УД-209М
030	Термічна обробка 1. Відпустити вал $T=550\text{ C}^{\circ}$ з подальшим охолодженням на повітрі $t= 10-15$ сек.		Індукційна піч ВЧГЗ-160/0,066.
035	Токарна 1. Встановити та закріпити деталь; 2. Точити пов. 1 начарно в розмір $\phi 56,157$ мм; 3. Точити пов. 2 начарно в розмір $\phi 76,052$ мм; 4. Точити пов. 1 начисто в розмір $\phi 55,5$ мм, згідно ескізу; 5. Точити пов. 2 начисто в розмір $\phi 75,5$ мм, згідно ескізу; 6. Зняти деталь		Токарний верстат з ЧПК NL635S, Поводковий патрон, Різець упорний прохідний лівий

040	<p><i>Фрезерна:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Установити деталь; 2. Фрезерувати шпонковий паз згідно креслення на поверхні 1; 3. Зняти деталь. 		Фрезерувальний верстат 6A56
045	<p><i>Термічна обробка</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Гартувати деталь при температурі 850°C з наступним охолодженням в маслі; 		Індукційна піч ВЧГЗ-160/0,066.
050	<p><i>Правка</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Установити деталь; 2. Правити вал; 3. Зняти деталь. 		Правильний прес
055	<p><i>Шліфувальна</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Установити та закріпити деталь; 2. Шліфувати поверхню 1 до розміру $\phi 55k6_{(-0,021)}^{(+0,021)}$ мм; 3. Шліфувати поверхню 2 до розміру $\phi 75h10_{(-0,10)}^{(+0,10)}$ мм; 4. Зняти деталь. 		Круглошліфувальний верстат ЗА110А
060	<p><i>Контрольна</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Установити деталь; 2. Контролювати розмір пов. 1 до розміру $\phi 55k6_{(-0,021)}^{(+0,021)}$ мм; 3. Контролювати розмір пов. 2 до розміру $\phi 75h10_{(-0,10)}^{(+0,10)}$ мм; 4. Зняти деталь. 		Контрольний стіл, інструмент для вимірювання (мікрометр, штангенциркуль)

Установка для автоматического восстановления деталей



ВИСНОВКИ

При виконанні магістерської кваліфікаційної роботи вирішено важливе науково-технічне завдання – підвищення якості відновлення робочих поверхонь довгомірного валу з шпонковими пазами горизонтального багатоступінчастого центробіжного насосу шляхом наплавлення сормайтних покриттів.

1. Проведений огляд літературних джерел та встановлено, що проблема отримання ефективних сормайтних покриттів на поверхнях сталевих деталей розв'язана неповністю та потребує додаткових досліджень.

2. Комплексні дослідження зразків наплавлених сормайтом показали, що наплавлювальний матеріал (сормайт) має твердість 58-65 HRC, що значно перевищує твердість сталі 45, а зношування такого матеріалу відбувається повільно та рівномірно по всій робочій площині, що дозволяє збільшити термін роботи деталі.

3. Встановлено, що попередній підігрів деталі перед наплавленням до 200°C дозволяє значно зменшити кількість пор у перехідній зоні, а попередній підігрів до 400°C дозволяє практично повністю усунути пори, сприяє кращому перемішуванню наплавленого металу з основним в зоні сплавлення.

4. Використанням попереднього підігріву до 400°C та остаточного підігріву, який реалізовувався шляхом поміщення деталі в піч та її повільного охолодження вдалося досягти уникнення розпаду структури наплавленого сормайтного покриття та створити умови для стабільної кристалізації матеріалу;

5. Доведено, що остаточного підігрів деталі після наплавлення дозволяє знизити залишкові напруження та нормалізувати утворення зносостійкої структури в зоні термічного впливу, що сприяє кращій стабільній кристалізації матеріалу, та зменшення внутрішніх напружень в зварному шві та термічного впливу на основний матеріал.

6. Проведено економічне обґрунтування процесу відновлення та розраховано економічний ефект від запровадження запропонованих технологій, термін окупності складає близько одного року.