

**Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет
Факультет машинобудування та транспорту
Кафедра галузевого машинобудування**

**Магістерська кваліфікаційна робота
на тему:**

**ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ РОБОЧИХ
ПОВЕРХОНЬ СТАЛЕВИХ ДЕТАЛЕЙ
НАПЛАВЛЕННЯМ З ВИКОРИСТАННЯМ
ПІДКЛАДОК З ОРГАНІЧНИХ ТКАНИН**

**Виконав: ст.гр. 13В-17м
Фуштей М.В.
Науковий керівник: д.т.н., проф.
Савуляк В.І.**

Мета роботи : підвищення терміну служби деталей типу вал-шестерня шляхом введення у зону наплавлення вуглецево – вмісних органічних матеріалів, як компоненту впливу на структуроутворення та формування фізико-механічних параметрів зносостійкого покриття для протидії процесам зношування.

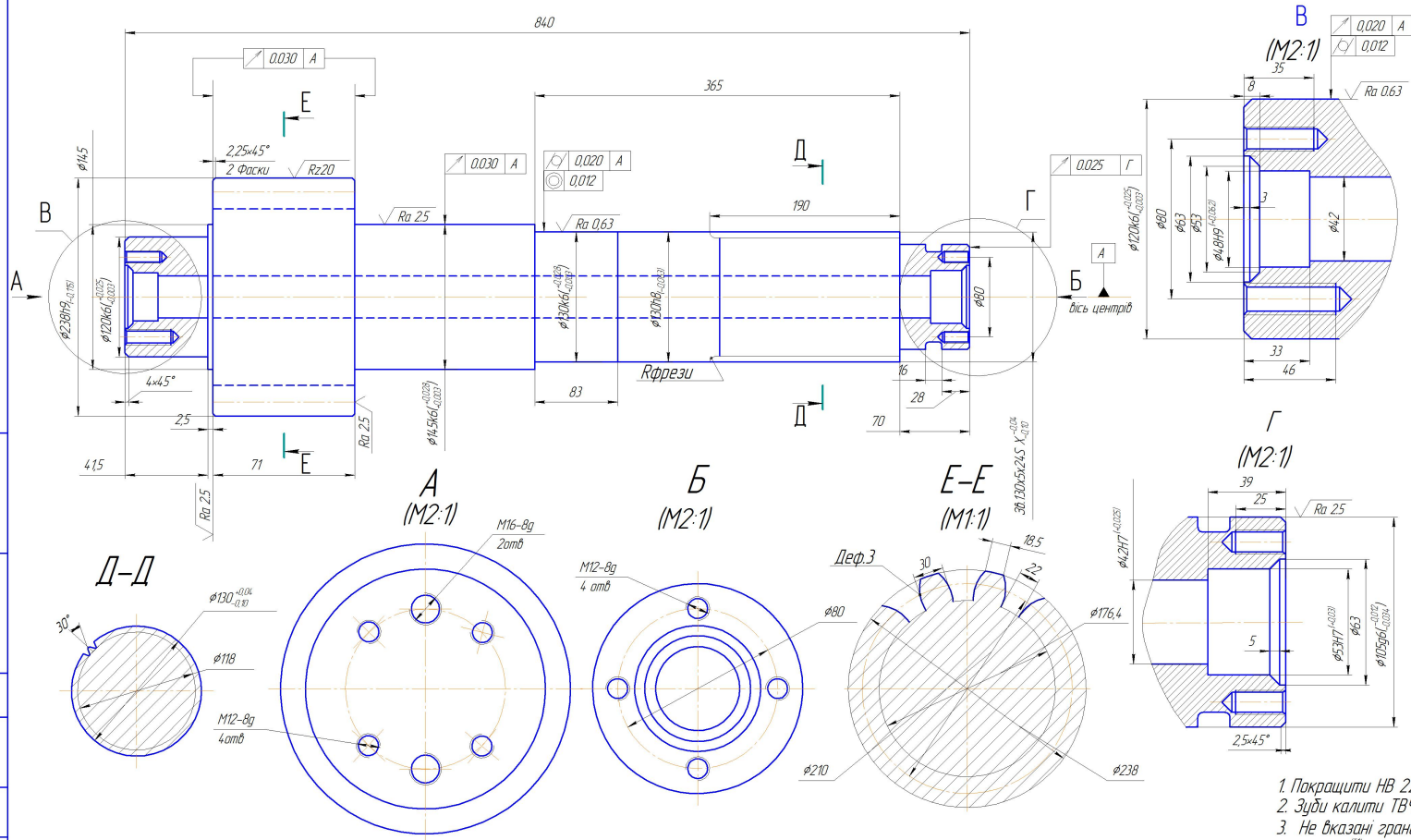
Завдання:

- **Аналіз існуючих способів відновлення.**
- **Дослідження матеріалу деталі.**
- **Проведення експериментів.**
- **Аналіз мікро–шліфів та отриманої структури в процесі наплавлення**
- **Проведення термічної обробки зразків.**
- **Аналіз мікро твердості отриманих зразків.**

Об'єкт дослідження: процеси відновлення сталевих деталей шляхом наплавлення зносостійких покриттів та механічної обробки.

Предмет дослідження: наплавлення на сталеві деталі зносостійких покриттів з використанням органічних матеріалів.

Модуль	m	14
Число зубів	Z1	15
Дільний діаметр	d2	210мм
Діаметр впадин зубів	d1	176,4мм



1. Покрітити НВ 229...269.
2. Зуби калити ТВЧ 50...55 НRC
3. Не вказані граничні відхилення отворів H14, h14+^{-0,11}/_z

08-27.МКР.11.00.001			
Лист	№	Всього	Всього
25,6	12		
Вал-шестерня			
Лист	Листов		
Сталь 40Х ГОСТ 4543-71	ВНЧ,ст.зр. ЗВ-17М		

Робоче креслення деталі типу вал-шестерня



Рисунок (а) – зразок з лляною підкладкою



Рисунок (б) - зразок з бавовняною підкладкою



Рисунок (в) – установка для наплавления УД-209М



Зразок наплавлений з лляною підкладкою



Зразок наплавлений з бавовняною підкладкою

**Результати наплавлення з використанням
лляної підкладки**
1- цементитна сітка
2- ферит+перліт
3- дефектні включення

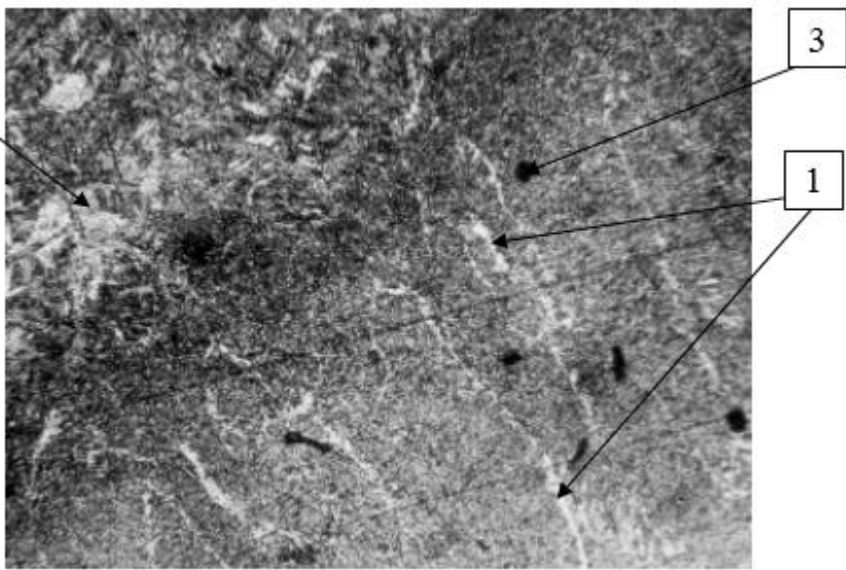


Рисунок 1- перехідна зона

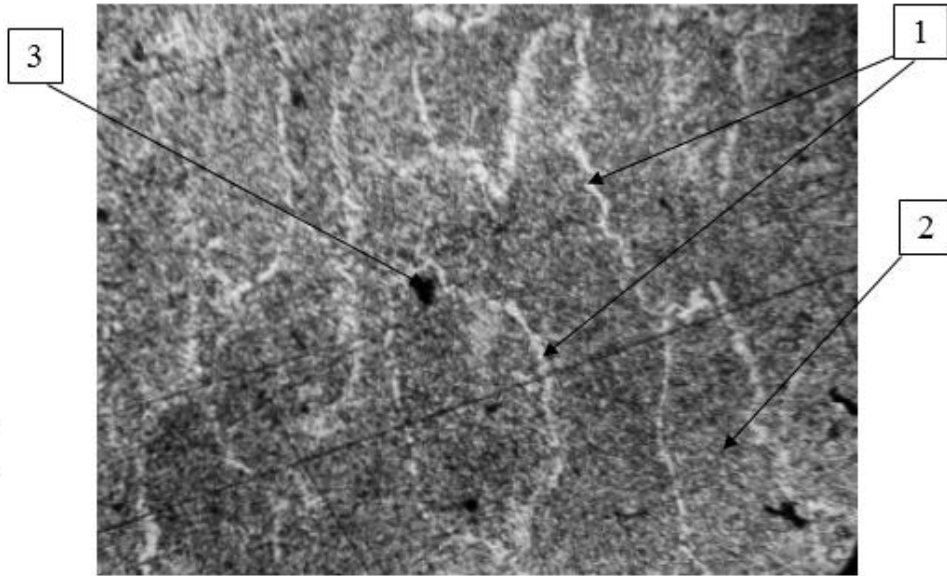


Рисунок 2- серединна зона

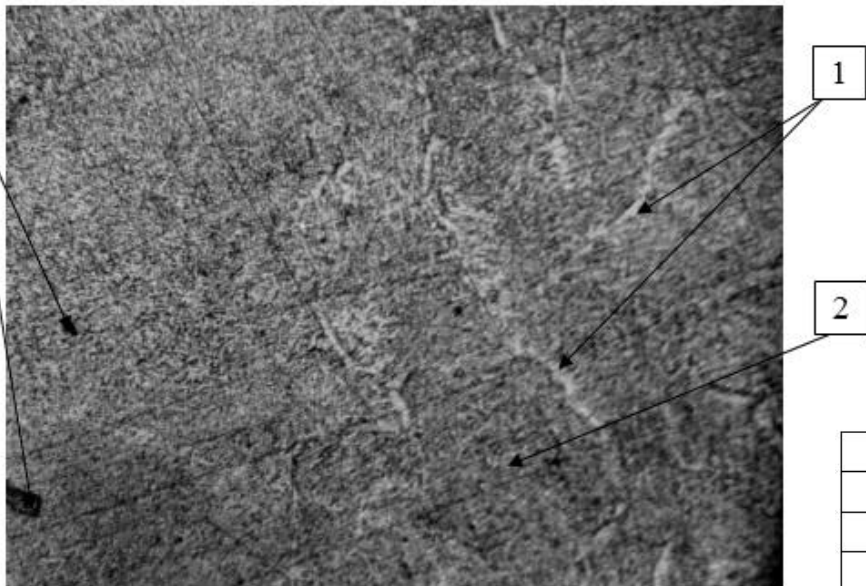


Рисунок 3- поверхнева зона

Таблиця 1 – Порівняння структурного складу та дефектів.

Зона покриття	Цементит, %	Перліт, %	Ферит, %	Дефектні включення, %
Перехідна	9	60	22	9
Серединна	15	43	35	7
Поверхня	6	82	10	2

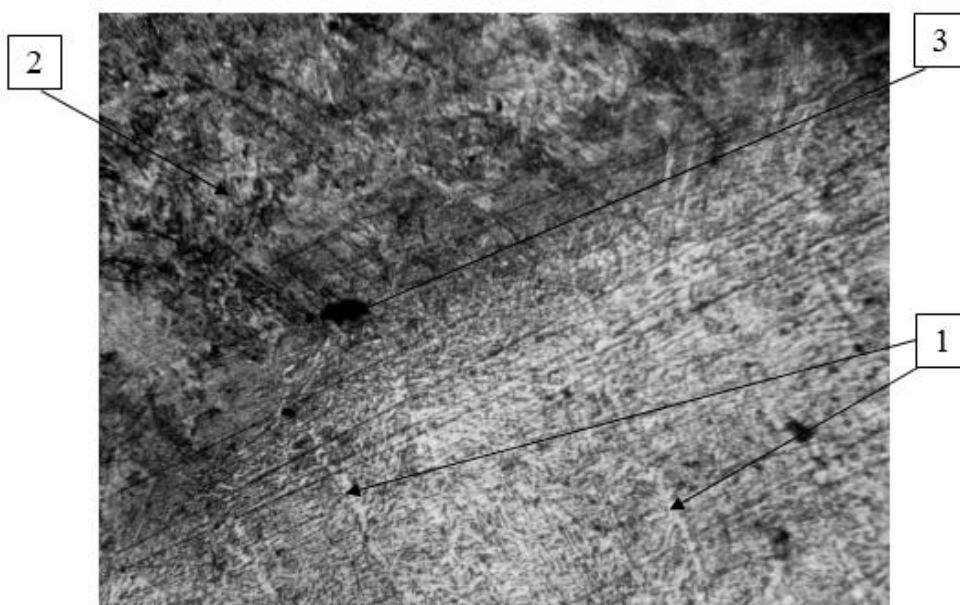


Рисунок 4- перехідна зона

Результати наплавлення з використанням бавовняної підкладки
1- цементитна сітка
2- ферит+перліт
3- дефектні включення

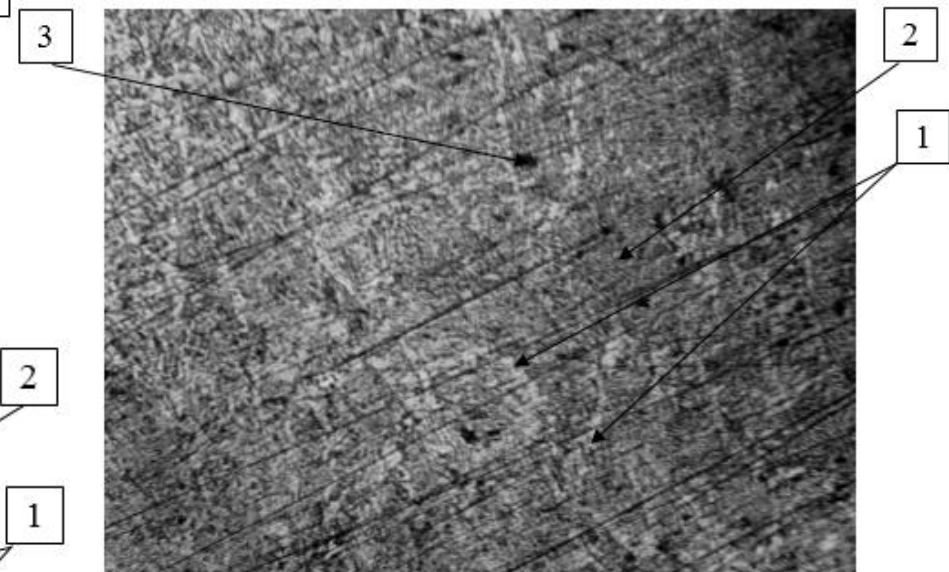


Рисунок 5- серединна зона



Рисунок 6- поверхнева зона

Таблиця 2 – Порівняння структурного складу та дефектів.

Зона покриття	Цементит, %	Перліт, %	Ферит, %	Дефектні включення, %
Перехідна	6	61	25	8
Серединна	12	47	36	5
Поверхня	8	70	12	10

Термічна обробка (відпал)



Зразки поміщались в муфельну піч, нагрівались разом з нею до температури 850 °С. Знаходились в ній на протязі 2-х годин.

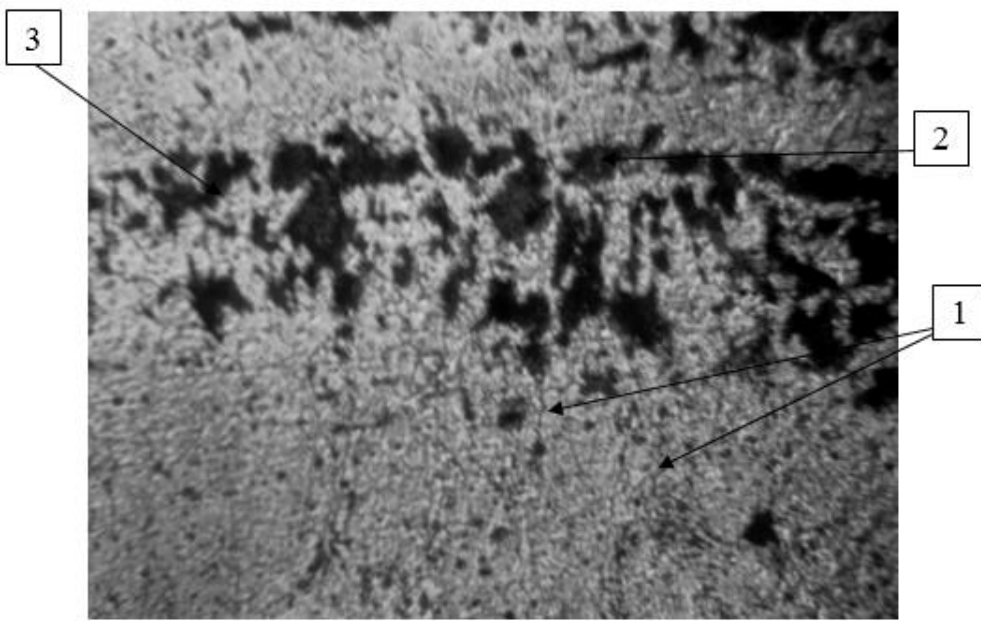


Рисунок 7- перехідна зона

**Результати наплавлення з використанням
лляної підкладки після термічної обробки**
1- вуглецева сітка
2- ферит
3- дефектні включення

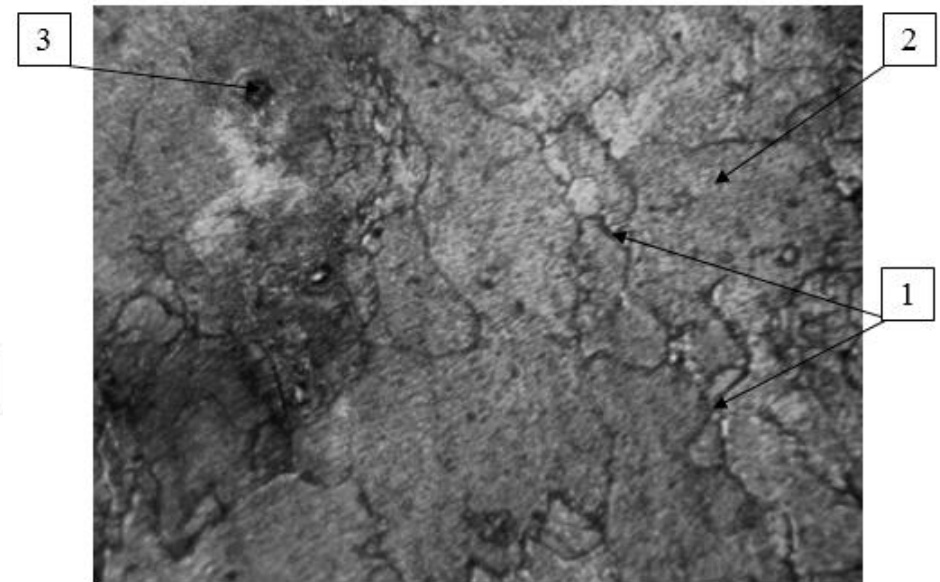


Рисунок 8- серединна зона

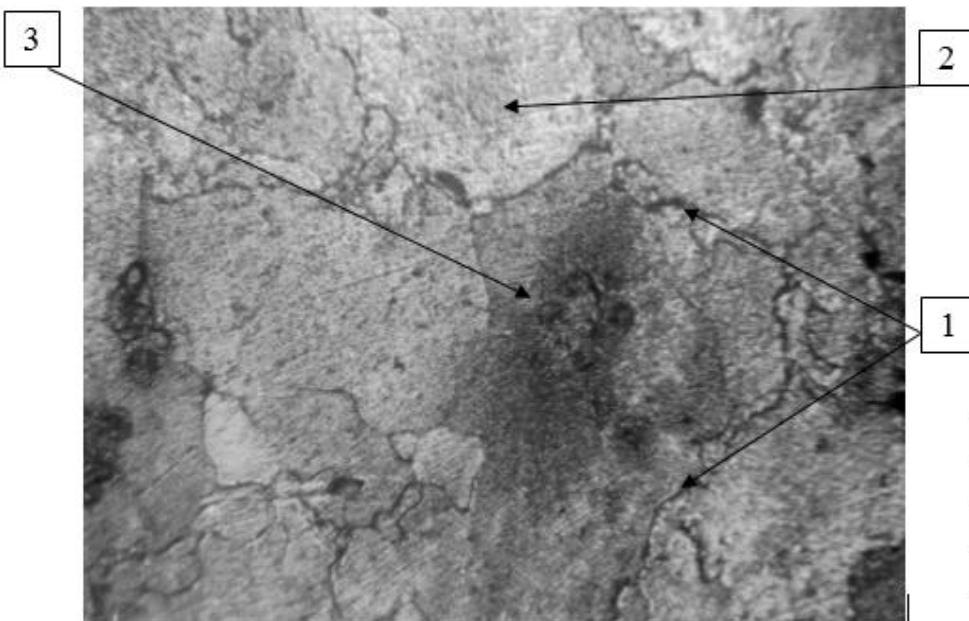
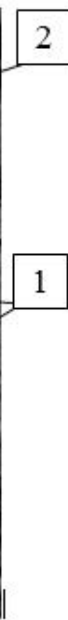
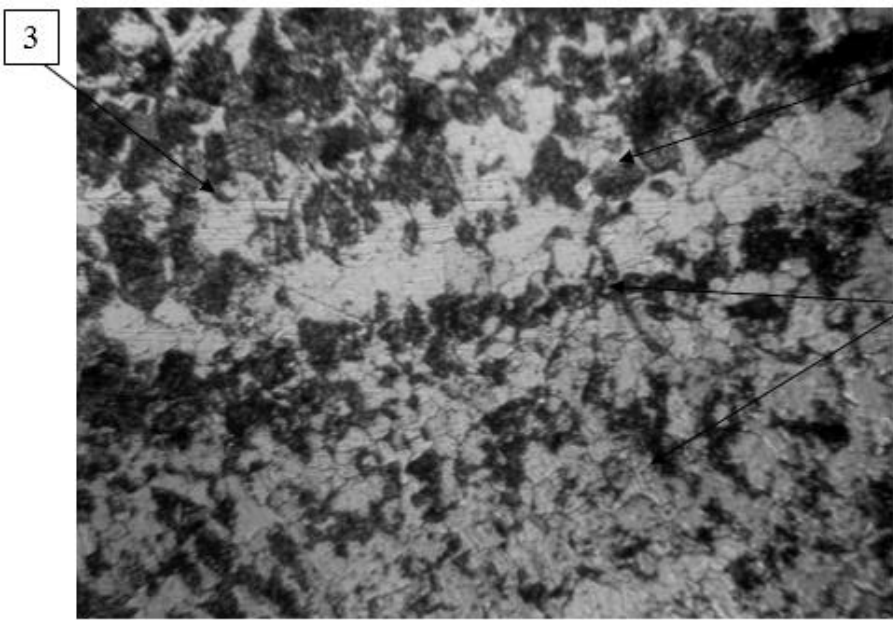


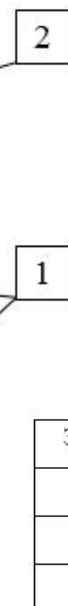
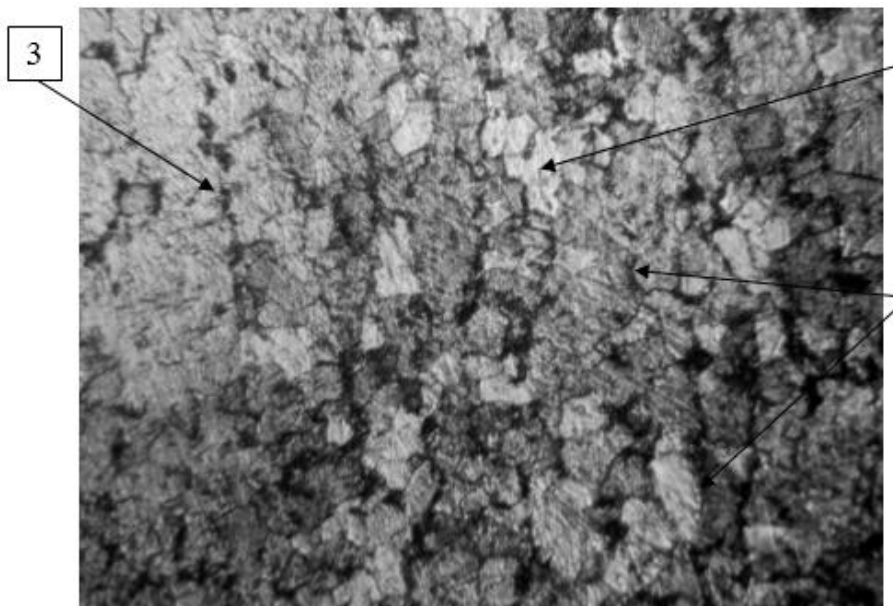
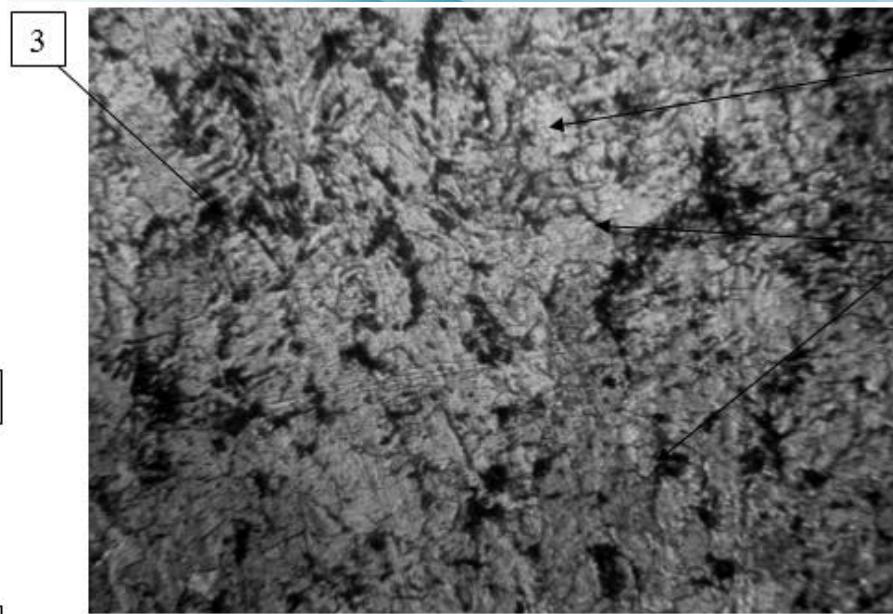
Рисунок 6- поверхнева зона

Таблиця 3 – Порівняння структурного складу та дефектів.

Зона покриття	Графіт, %	Ферит, %	Дефектні включення, %
Перехідна	30	65	5
Серединна	15	81	4
Поверхня	10	85	5



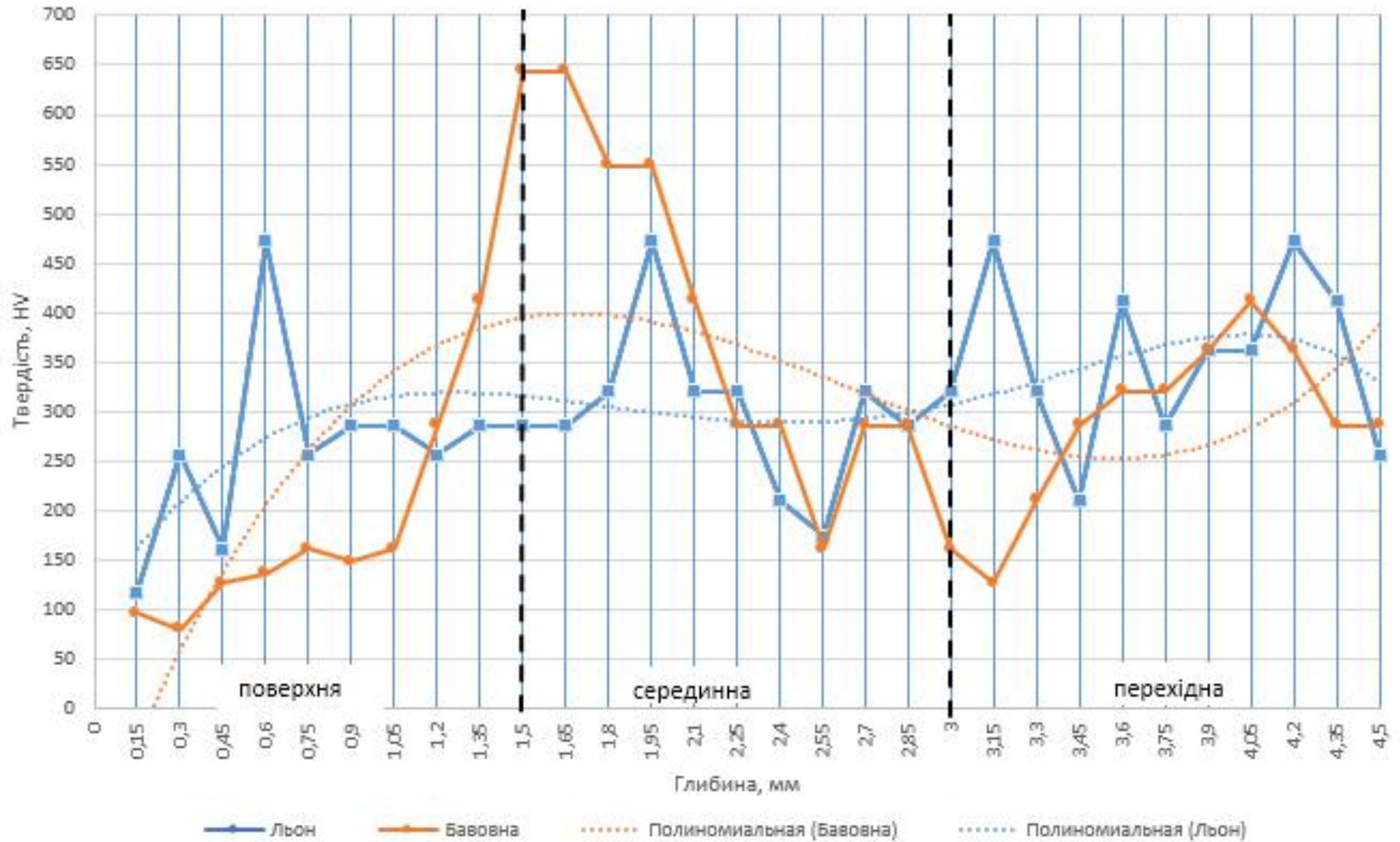
Результати наплавлення з використанням бавовняної підкладки після термічної обробки
1- вуглецева сітка
2- ферит
3- дефектні вclusions



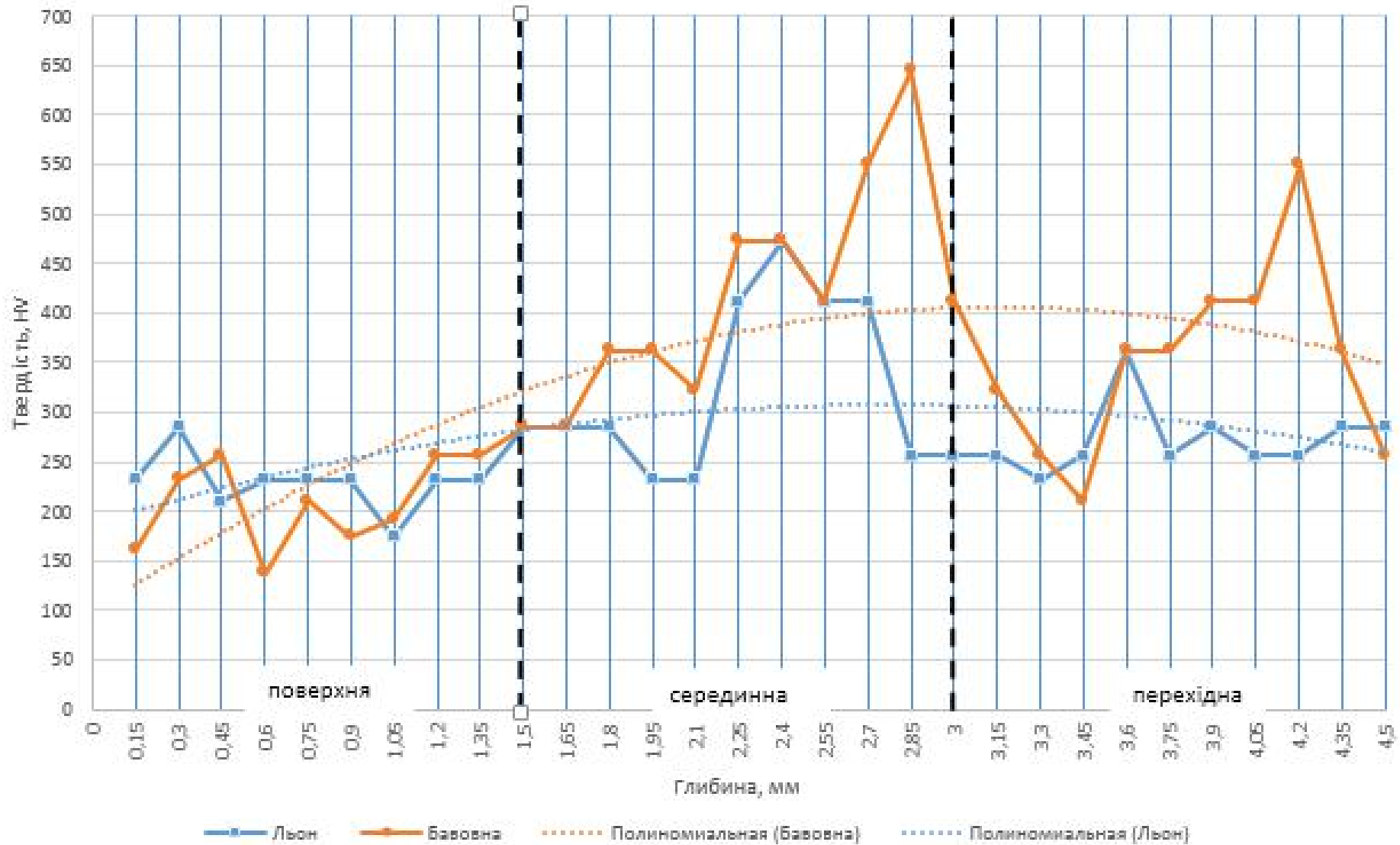
Таблиця 4 – Порівняння структурного складу та дефектів

Зона покриття	Графіт, %	Ферит, %	Дефектні вclusions, %
Перехідна	35	55	10
Серединна	17	79	4
Поверхня	20	75	5

Мікротвердість наплавленого шару по глибині



Мікротвердість наплавленого шару по глибині після відпалу



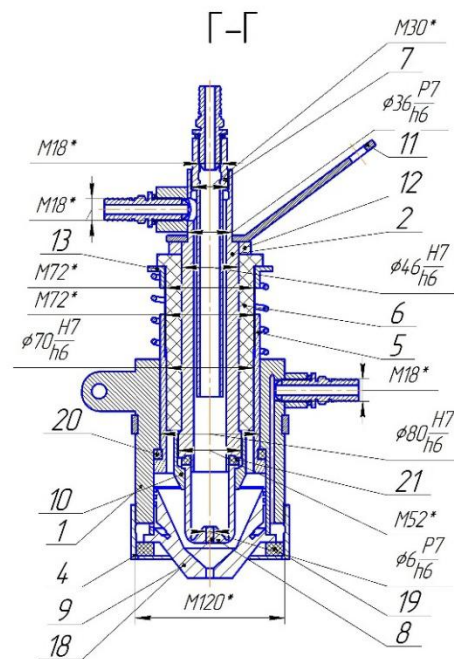
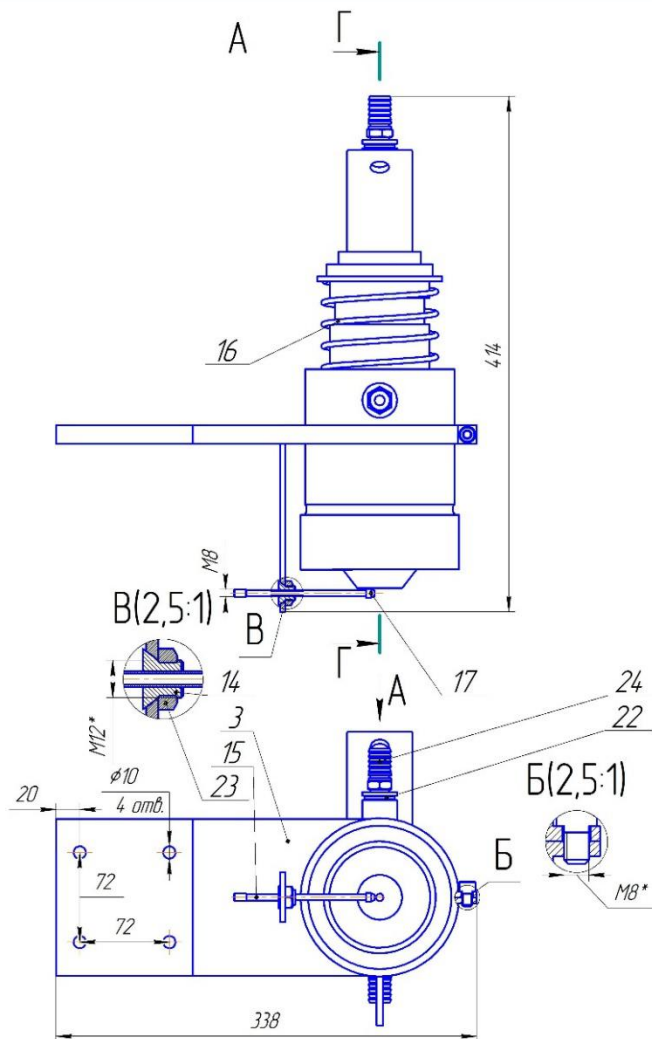
Наукова новизна

Вперше встановлено, що наплавлення деталі з сталі 40Х з використанням підкладки з органічної тканини в середовищі захисних газів дозволяє отримати структуру з властивостями чавуну.

Встановлено, що термічна обробка утвореного наплавленого шару з використанням підкладки з органічної тканини дозволяє підвищити твердість покриття до 40 – 45 HRC.

Спроектований плазмовий напилюючий пристрій

08-27МКР.01.005.001СК



1. Максимальний робочий тиск плазмотворючого газу 6 МПа
2. Тиск охолоджуючої рідини 4 МПа
3. Щільність ущільнень перевітими надлишком тиску в 1 МПа
4. Технічні вимоги за ОСТ.4ГО.070.015
5. * Розміри для надійок

				08-27МКР.01.005.001СК		
Изм./Лист	№ док.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Фуштел МВ				17,82	1:2,5
Проб.	Савуляк ВІ					
Т.контр.				Лист	Листов	1
Н.контр.	Щенфельд ВІ			ст.гр.3В-17М		
Утв.	Палищук ЛК					

Спроектвана установка для напильнения з ЧПК

Перв. лист

Стр. №

Подп. и дата

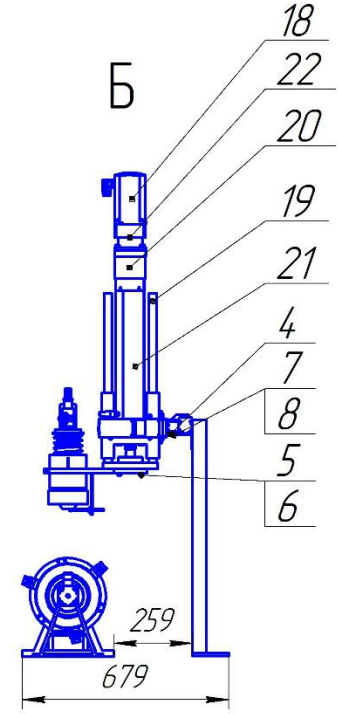
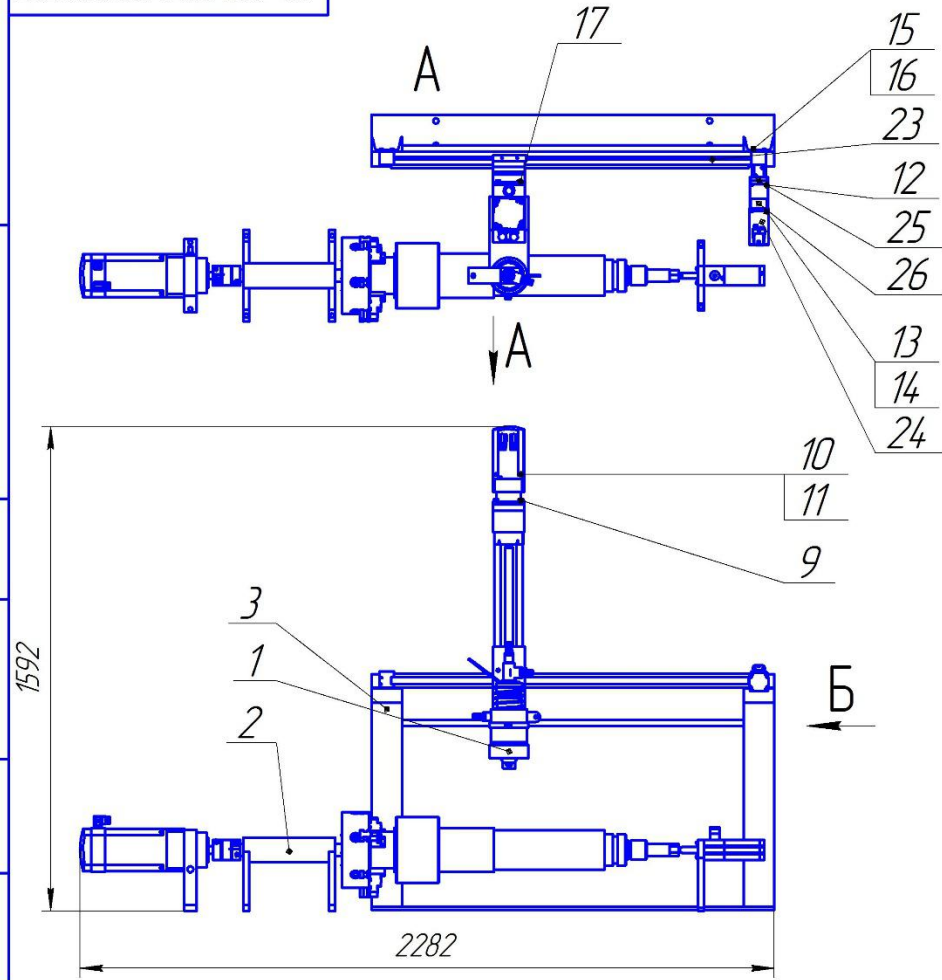
Инд. № дробл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инд. № подл.

08-27.МКР.011.00.005СК



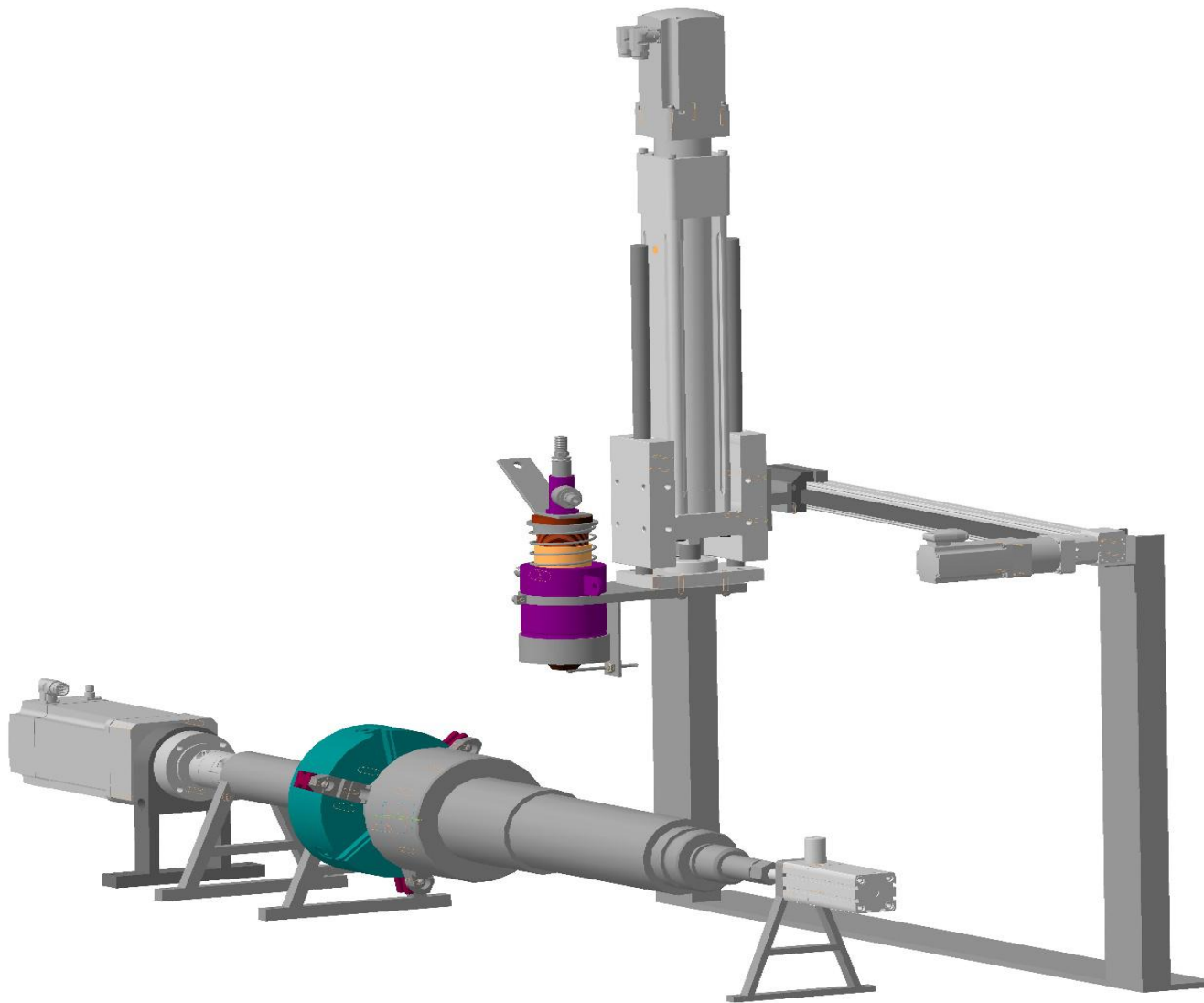
1 Технічні вимоги за ОСТ.4ГО.070.015

				08-27.МКР.011.00.005СК				
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Установка з ЧПК	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Фцштей М.В.						359,35	1:15
Проб.	Савчуляк В.І.					Лист	Листов	1
Т.контр.						ст.гр.ЗВ-17М		
Н.контр.	Шенфельд В.І.							
Утв.	Поліщук Л.К.							

Копировал

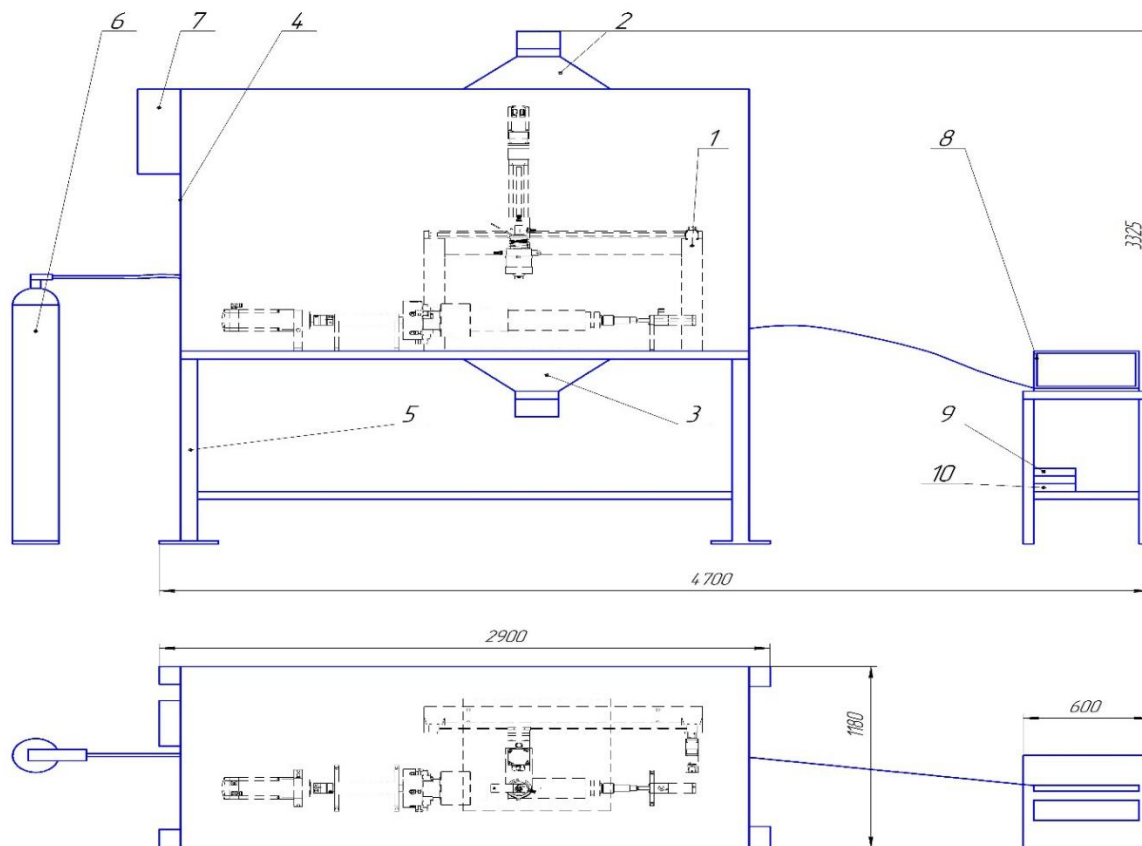
Формат А3

3D модель установки для напильнения з ЧПК



Робоче місце

08-27.МКР.01100.004.В3



Лист № 0001	Листів у збірці
Лист № 0002	Листів у збірці

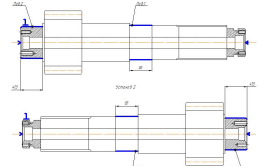
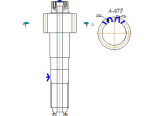
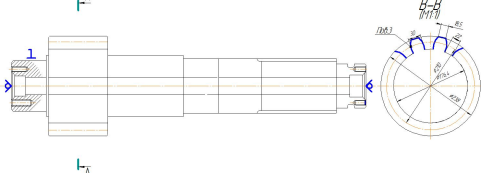
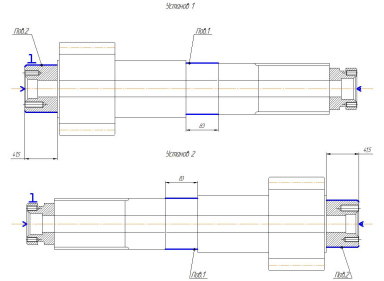
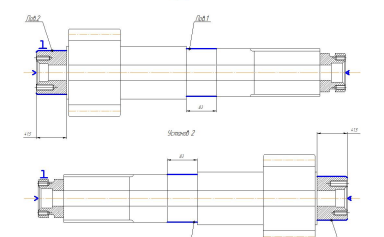
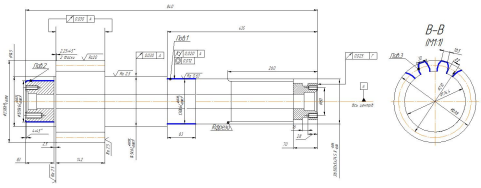
Лист № 0003	Листів у збірці
Лист № 0004	Листів у збірці

				08-27.МКР.01100.004.В3			
Дис. Лист	№ документа	Титул	Шкала	Лист	Мак.ст.	Ук.ст. (Мак.ст.)	
Розроб.	Фурієвич Р.Н.				359,35	1-15	
Вірв.	Савицька В.І.			Лист	Листов		1
І.контр.							
Н.контр.	Щендель В.И.			ст.зр.ЗВ-17М			
І.під.	Полещук Л.К.			Формат А2			

Копія/вип.

Технологічний процес відновлення деталі вал-шестерня редуктора 1К101

№	Найменування операції та технічні переходи	Схема встановлення	Обладнання
005	<p>Мітка</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Установити мітку на з'являється деталі. 2. Міти деталь розміром "Лобач". 		Струменевий-камерна машина ДН-4610
010	<p>Фрезерувальний</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Фрезерувати деталь та визначити всі дефекти, які потрібно відновити. 		<ol style="list-style-type: none"> 1. Контрольний стил 2. Мікрометр МК 150-2 ГОСТ 6507-90 3. Зуболіній 23600-AB ГОСТ 4446-81
015	<p>Термічна обробка</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Відпустити зуби $T=550\text{ }^{\circ}\text{C}$ з подальшим охолодженням на повітрі $t=10-15\text{ ст.}$ 		Індукційна печ ВЧ 3-160/0,066.
020	<p>Фрезерувальний</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити та зорієнтувати. 2. Фрезерувати зуби 3 по ширині до розмірів за розміром. 		Фрезерувальний верстат 53A11 та червона фреза пружинна діаметром 190 мм
025	<p>Наплавлення</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Відшліфувати та закріпити. 2. Наплавити зуби 3 по ширині за розмірами по вводу. 3. Зняти деталь. 		Установка для наплавлення 50-209M діаметр 147-30 X11A, підкладки з високотемпературної сталі.
030	<p>Термічна обробка</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Відпустити зуби $T=550\text{ }^{\circ}\text{C}$ з подальшим охолодженням на повітрі $t=10-15\text{ ст.}$ 		Індукційна печ ВЧ 3-160/0,066.
035	<p>Проба</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Установити деталь. 2. Відбити бол до досягнення робочого витку 0,1 мм. 3. Зняти деталь. 		Пробний прес
040	<p>Точарка</p> <p>Установ № 1</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити та зорієнтувати деталь. 2. Точити под. 1 в розмір $\varnothing 129 \pm 0,2\text{ мм}$ згідно вводу. 3. Верту, наробити деталь. <p>Установ № 2</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. Точити под. 2 в розмір $\varnothing 119 \pm 0,2\text{ мм}$ згідно вводу. 5. Зняти деталь. 		Точарно-абразивний верстат КВ20

№	Найменування операції та технічні перекоди	Схема встановлення	Обладнання
045	<p>Напильвання</p> <p>Установ № 1</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити та закріпити; 2. Напилити пов. 1 до розмір $\Phi 1318 \pm 0,1$ мм. 3. Переустановити деталь. <p>Установ № 2</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. Напилити пов. 2 в розмір $\Phi 1219 \pm 0,1$ мм. 5. Зняти деталь. 		<p>Установка для плазмового напильвання власної розробки, та парашковий ділт.</p>
050	<p>Фрезерування</p> <p>Установ №1</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити та закріпити; 2. Фрезерувати пов. 3 по ширині зуба до розміру 30-0,2 мм. 		<p>Фрезерувальний верстат 53A11 та черв'ячна фреза протозахідна діаметром 190 мм</p>
055	<p>Термічна обробка (гартування)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Гартувати зуби 3; Т-850 C° з витримкою 1-10-15 сек після чого охолодження в маслі 		<p>Індукційна пін ВЧГЗ-160/0,066.</p>
060	<p>Зубо-шліфування</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити та закріпити; 2. Шліфувати зуби 3 до розмір за ескізом. 3. Зняти деталь. 		<p>Круглошліфувальний верстат 53A11</p>
065	<p>Шліфувальна-червова</p> <p>Установ 1</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Установити та закріпити деталь; 2. Шліфувати поверхню 1 до розміру $\Phi 130,203$ мм; 3. Переустановити деталь. <p>Установ 2</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. Шліфувати поверхню 2 до розміру $\Phi 120,253$ мм; 5. Зняти деталь. 		<p>Круглошліфувальний верстат 3М16.3В</p>
070	<p>Шліфувальна-чистова</p> <p>Установ 1</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Установити та закріпити деталь; 2. Шліфувати поверхню 1 до розміру $\Phi 130,61^{+0,001}$ мм; 3. Переустановити деталь. <p>Установ 2</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. Шліфувати поверхню 2 до розміру $\Phi 120,61^{+0,001}$ мм; 5. Зняти деталь. 		<p>Круглошліфувальний верстат 3М16.3В</p>
075	<p>Контрольна</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Установити деталь; 2. Контролювати розмір пов. 1 до розміру $\Phi 130,61^{+0,001}$ мм; 3. Контролювати розр пов. 2 до розміру $\Phi 120,61^{+0,001}$ мм; 4. Контролювати розр пов. 3 до розміру $\Phi 176,4 \pm 0,1$ мм; 5. Зняти деталь. 		<p>Контрольний стіл інструмент для вимірювання (мікрометр, штангенциркуль, зубочерп)</p>

ВИСНОВКИ

Проведено аналіз існуючих способів відновлення деталей та обрано оптимальний для отримання покриття з заданими властивостями.

Встановлено, що використання вуглецево вмісних матеріалів у вигляді підкладок з лляної та бавовняної тканини в процесі наплавки дозволяє отримати поверхню, яка за своїми характеристиками подібна до чавуну.

Спроековано плазмовий напилюючий пристрій, та установку з ЧПК для відновлення деталі типу вал-шестерня.

Проведено розрахунки на міцність комплектуючих установки з ЧПК, який показав їх надійність та можливість використання у роботі.

Розроблено комплект документів для відновлення обраної деталі.

При розрахунку економічної ефективності відновлення даної деталі було встановлено, що потрібно 214592 грн інвестицій, а при відновленні 1500 штук прибуток становитиме 3087292,9 грн.

Також розраховано розділ охорони праці в якому було розраховано робоче місце, приміщення для відновлення деталі методом плазмового напилення, а також пожежну безпеку та освітлення робочого приміщення та техніку безпеки при роботі з установкою з числовим програмним керуванням.

Дякую за увагу