

Вінницький національний технічний університет
Кафедра галузевого машинобудування

Мокрецов Станіслав Сергійович

ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВІДНОВЛЕННЯ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ ВАЛ-
ШЕСТЕРНІ РЕДУКТОРА МОЛОТИЛЬНОГО МЕХАНІЗМУ КОМБАЙНУ
спеціальність 132 – «Матеріалознавство».

Керівник: к.т.н., доцент Шенфельд В.Й.

Метою роботи є підвищення якості відновлення робочих поверхонь Вал - шестерні редуктора молотильного механізму комбайну шляхом експериментальних та теоретичних досліджень впливу швидкості наплавлення на структуру та показники твердості зносостійкого високовуглецевого покриття.

Задачі дослідження:

- вивчення питань впливу структури поверхні тертя на зносостійкість матеріалу та наплавлення високовуглецевих покриттів на сталевих деталях;
- Дюрометричні дослідження нанесеного покриття;
- Мікроструктурний аналіз нанесеного покриття.
- Дослідження впливу швидкості наплавлення на час існування зварювальної ванни в рідкому стані.
- Розробка технології відновлення для підвищення якості відновлення Вал - шестерні редуктора молотильного механізму комбайну.

Об'єкт дослідження – процеси структуроутворення наплавлених зносостійких високовуглецевих покриттів, які працюють в умовах абразивного зношування.

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

- Дослідження показали, що шляхом зміни часу існування зварювальної ванни в рідкому стані можливо керувати процесами структуроутворення наплавленого високовуглецевого покриття, його показниками твердості та зносостійкості
- Встановлено, що твердість наплавленого шару збільшується від поверхні вглиб, що підвищує показники зносостійкості в процесі роботи відновленої деталі.

Практичне значення одержаних результатів.

Автором розроблена технологія наплавлення високовуглецевих покриттів для роботи в умовах абразивного зношування. Запропонована технологія є економічно вигідною та дозволяє отримати покриття із заданими механічними властивостями.

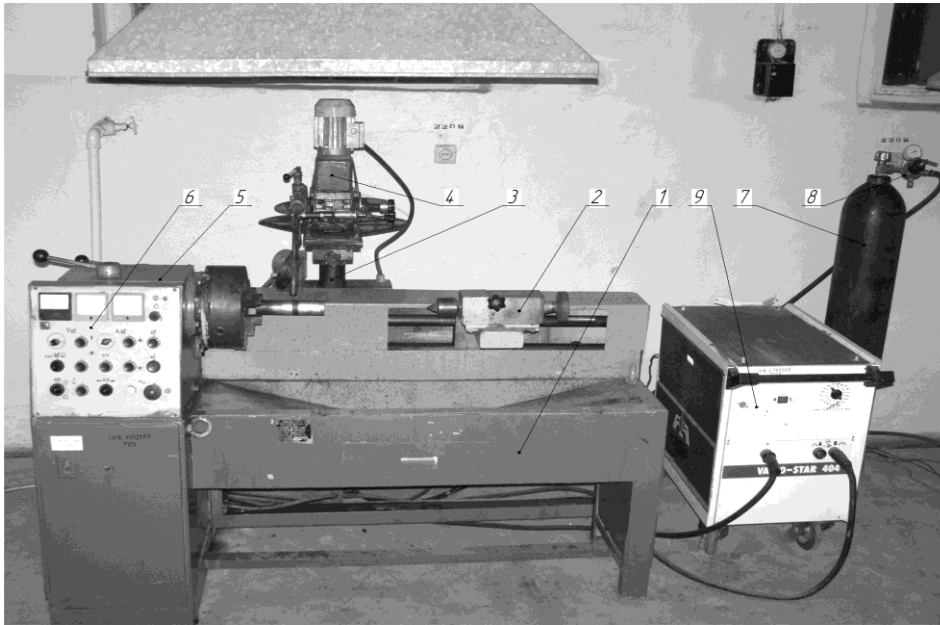
ФОРМУВАННЯ НА СТАЛЕВИХ ДЕТАЛЯХ ЗНОСОСТІЙКИХ ВИСОКОВУГЛЕЦЕВИХ ПОКРИТТІВ ДЛЯ РОБОТИ В УМОВАХ АБРАЗИВНОГО ЗНОШУВАННЯ

Розробка технології нанесення зносостійких покриттів для роботи у визначених умовах зношування є складною задачею.

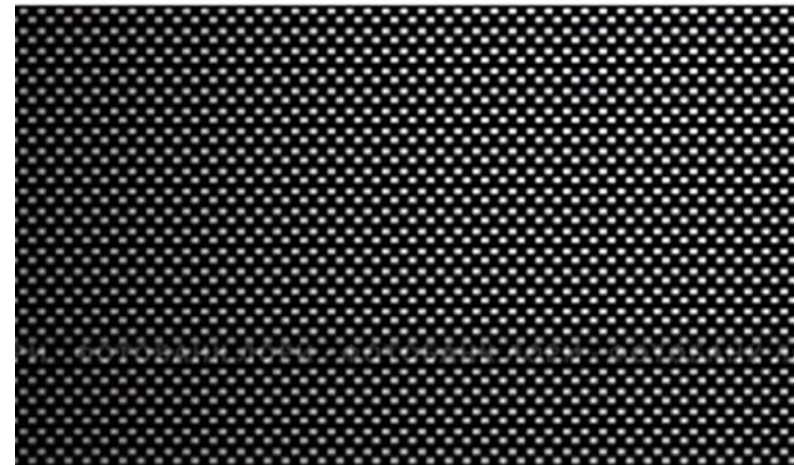
На показники зносостійкості в умовах абразивного зношування впливає твердість та співвідношення структурних складових нанесеного покриття: аустеніту, мартенситу та кількості карбідної фази. Високу зносостійкість в умовах абразивного зношування мають високовуглецеві покриття в яких кількість мартенситу складає десь 70...80%, а аустеніту - 30...20% та присутня невелика кількість карбідної фази (цементит, ледебурит).

Технологія наплавлення високовуглецевих покриттів

Установка для електродугового на-плавлення
УД-209М



Вуглецева тканина марки УУТ-2



Режими наплавлення:

Дріт марки Нп-30ХГСА;

1. Діаметр дроту – 1,4 мм.

2. Напруга на дузі – 28 В.

3. Сила струму – 104 А.

4. Швидкість подачі дроту – 98 м/год.

5. Швидкість наплавлення – 20, 23, 26 м/год.

Вплив швидкості наплавлення на структуру зносостійкого високовуглецевого покриття

Структура зносостійкого високовуглецевого покриття та розмір карбідів залежать від швидкості охолодження наплавленого металу під час кристалізації.

Швидкість охолодження взаємно пов'язана з часом існування рідкої зварювальної ванни.

Час існування рідкої зварювальної ванни рекомендується визначати за формулою:

$$T_p = L / V_{\text{напл}},$$

де: L - довжина зварювальної ванни;

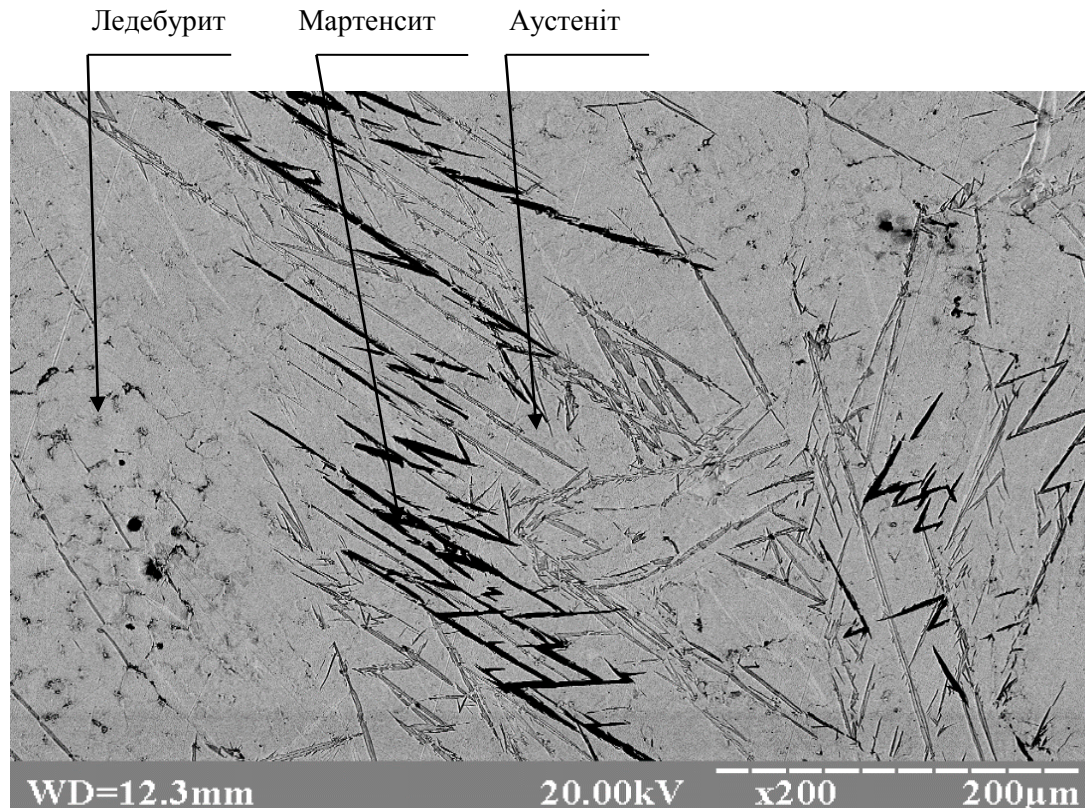
$V_{\text{напл}}$ – швидкість наплавлення.

Час існування рідкої зварювальної ванни при швидкості наплавлення, сек.

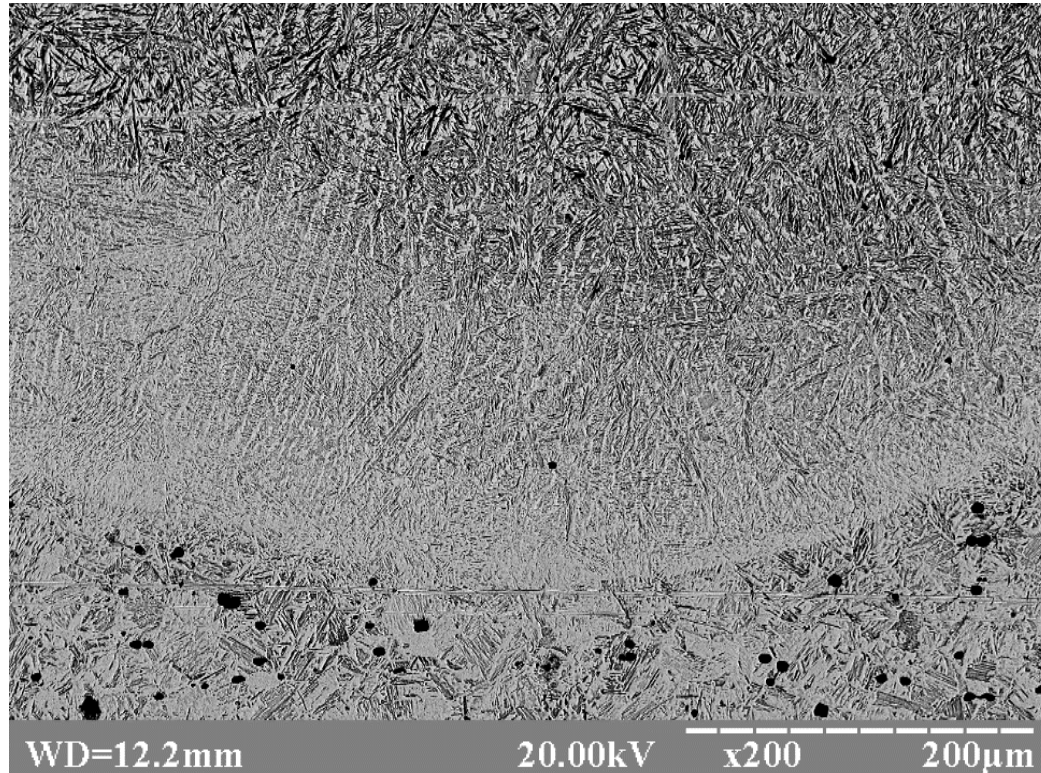
$V_{\text{напл}}=26$ м/год	$V_{\text{напл}}=23$ м/год	$V_{\text{напл}}=20$ м/год
0,8	1	1,2

Наплавлені зносостійкі високовуглецеві покриття з мартенситно - аустенітно - ледебуритною структурою

Мікроструктури верхнього шару наплавленого високовуглецевого покриття при $V_{\text{напл}}=20\text{м/год}$



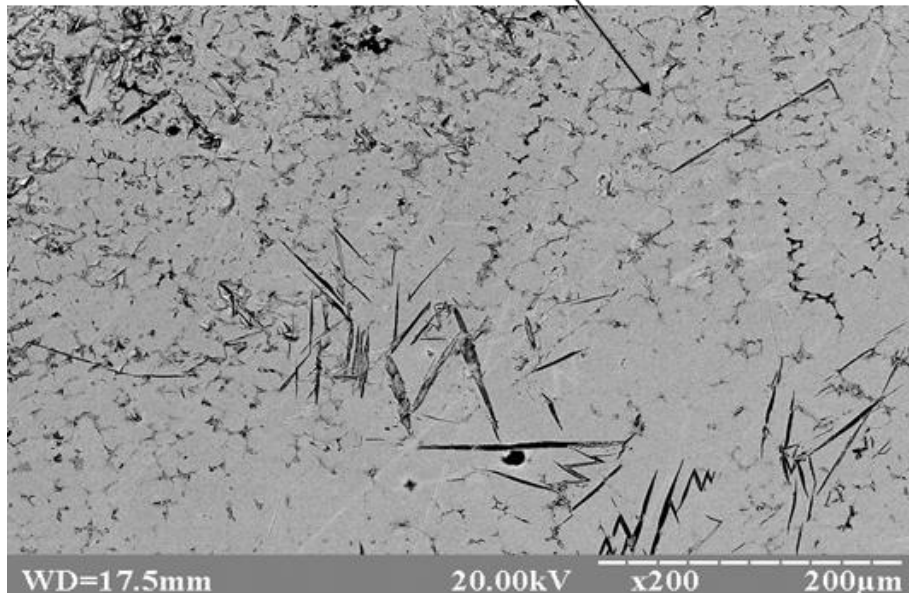
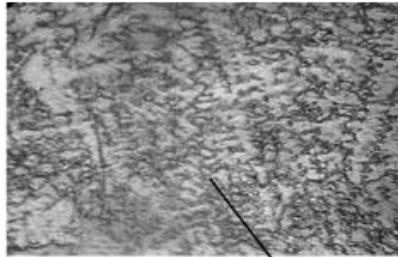
Мікроструктури перехідної зони наплавленого високовуглецевого покриття при $V_{\text{напл}}=20\text{м/год}$



Перехідна зона отриманого покриття складається з дрібної цементитної сітки, яка охоплює пластинки високовуглецевого мартенситу

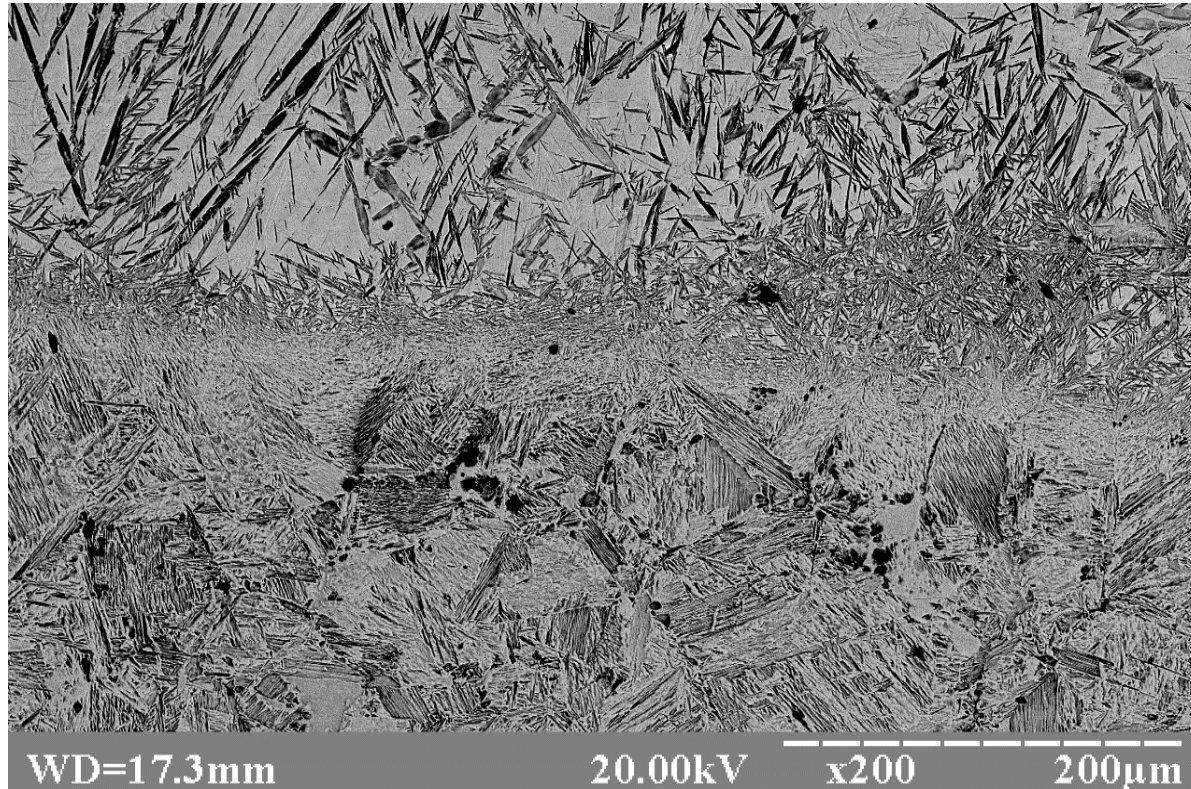
Мікроструктури наплавленого зносостійкого високовуглецевого покриття при $V_{\text{напл}}=23$ м/год

Ледебурит



Структурні перетворення отриманого високовуглецевого покриття подібні до перетворень, що відбуваються при швидкості наплавлення 20 м/год. При цьому кількість мартенситу зменшується до 5...10%

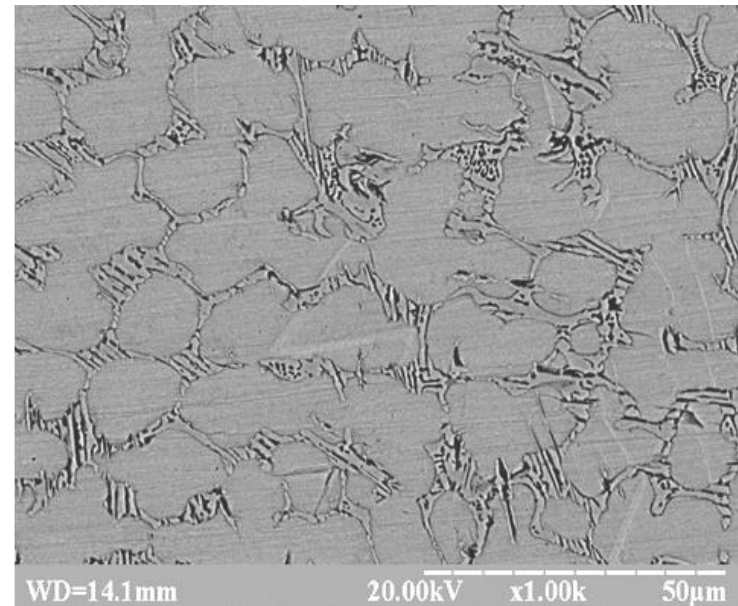
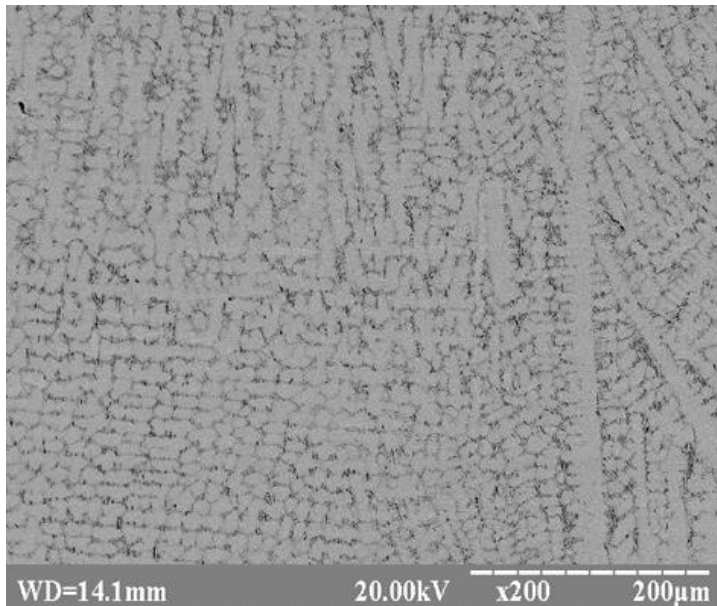
Мікроструктури перехідної зони зносостійкого високовуглецевого покриття при $V_{напл}=23$ м/год



Перехідна зона складається з залишкового аустеніту та пластинчастого високовуглецевого мартенситу

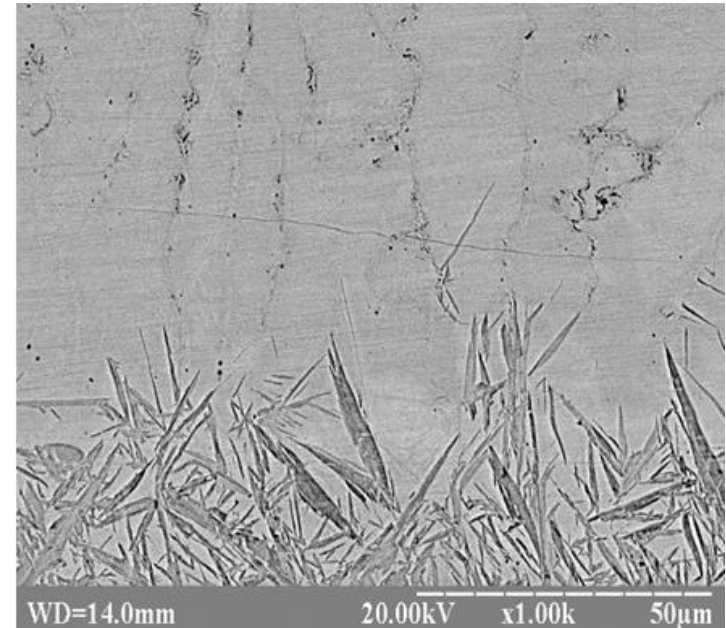
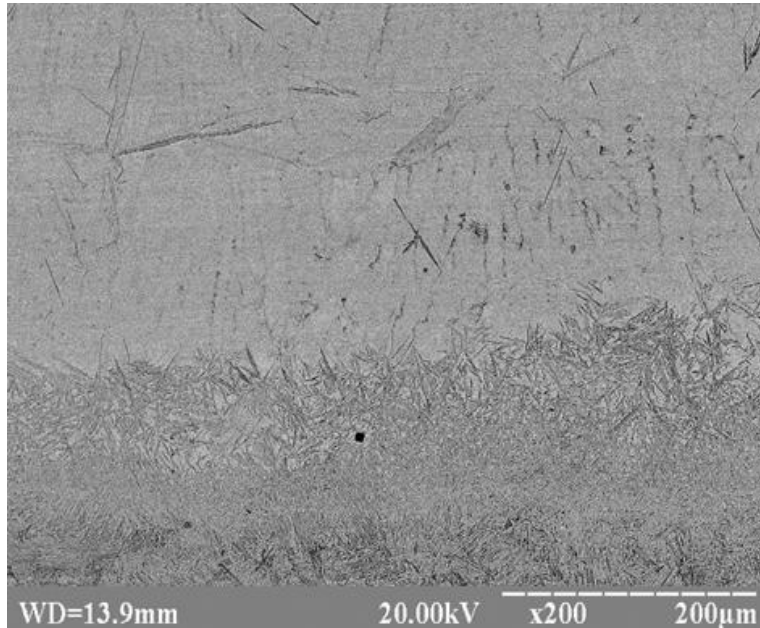
Наплавлені зносостійкі високовуглецеві покриття з ледобуритною структурою

Мікроструктури наплавленого зносостійкого високовуглецевого покриття при $V_{\text{напл}}=26$ м/год



При швидкості наплавлення 26 м/год зносостійкі високовуглецеві покриття отримують структуру білого чавуну

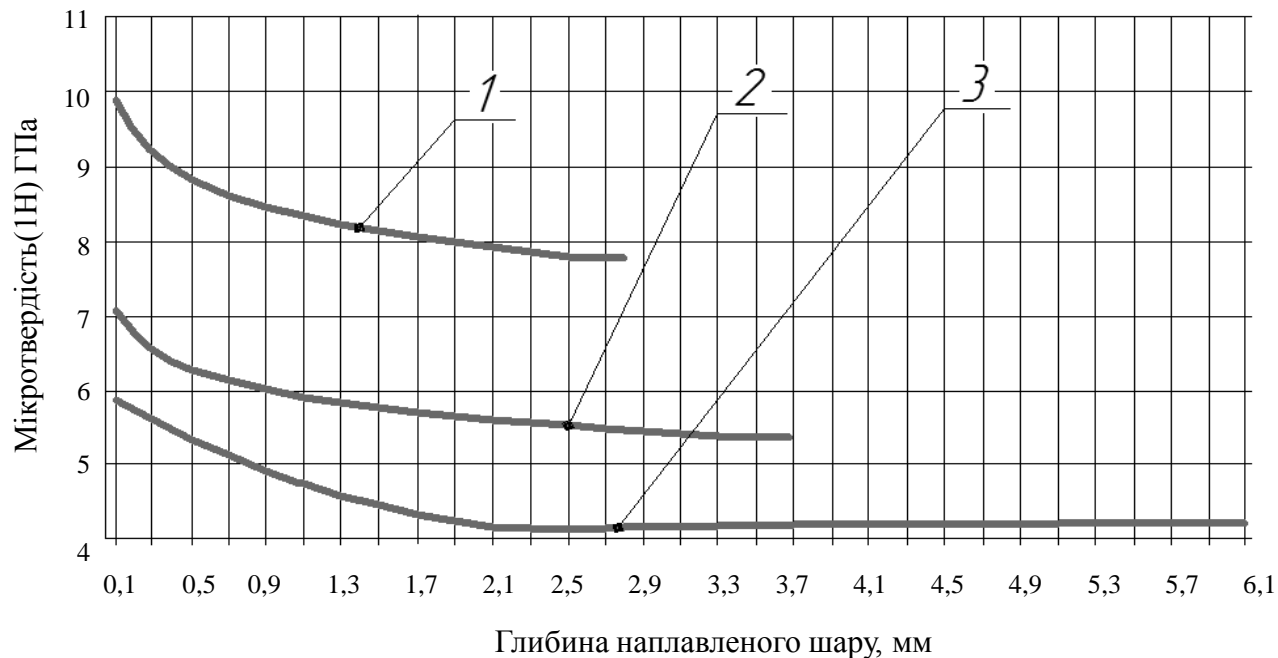
Мікроструктура перехідної зони наплавленого високовуглецевого покриття при $V_{\text{напл}} = 26$ м/год



Структура перехідної зони складається з високовуглецевого мартенситу та незначної кількості аустеніту

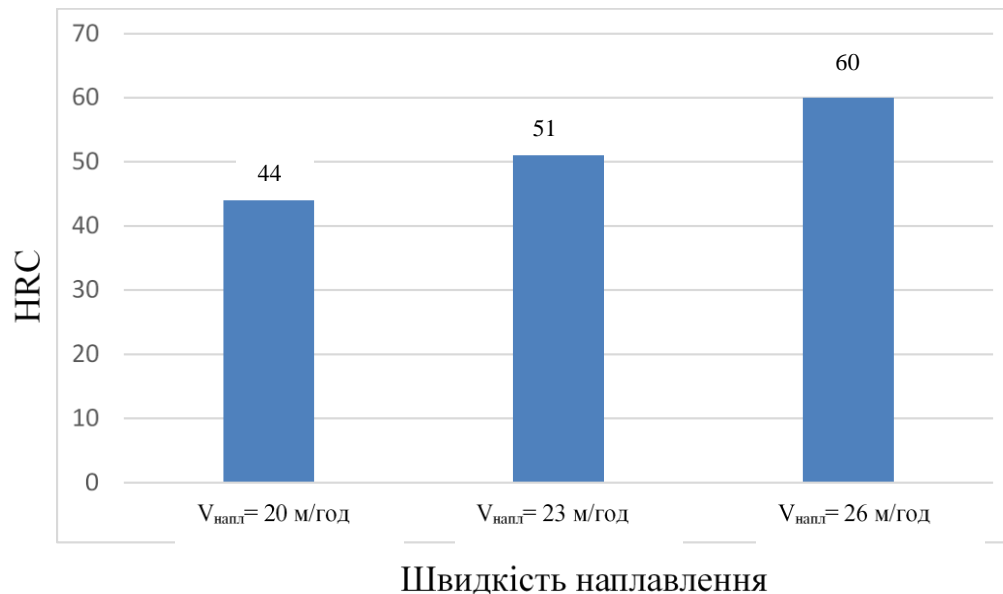
ДюрOMETричний аналіз наплавлених зносостійких високовуглецевих покриттів

Зміни мікротвердості наплавленого шару від основи до поверхні покриття при швидкостях охолодження: 1) $V_{\text{напл}} = 26 \text{ м/год}$; 2) $V_{\text{напл}} = 23 \text{ м/год}$; 3) $V_{\text{напл}} = 20 \text{ м/год}$



З отриманих результатів та побудованих залежностей мікротвердості по глибині наплавленого шару випливає, що твердість наплавленого шару збільшується від поверхні вглиб, що запобігає схоплюванню та глибинному вириванню кристалітів в умовах граничного тертя

Твердість наплавлених високовуглецевих зразків



При маленьких швидкостях наплавлення високовуглецевого покриття відбувається зменшення твердості від 51 до 44 одиниць HRC. При високих швидкостях наплавлення високовуглецевого покриття утворюються покриття з твердістю 60 одиниць HRC

Висновки дослідження:

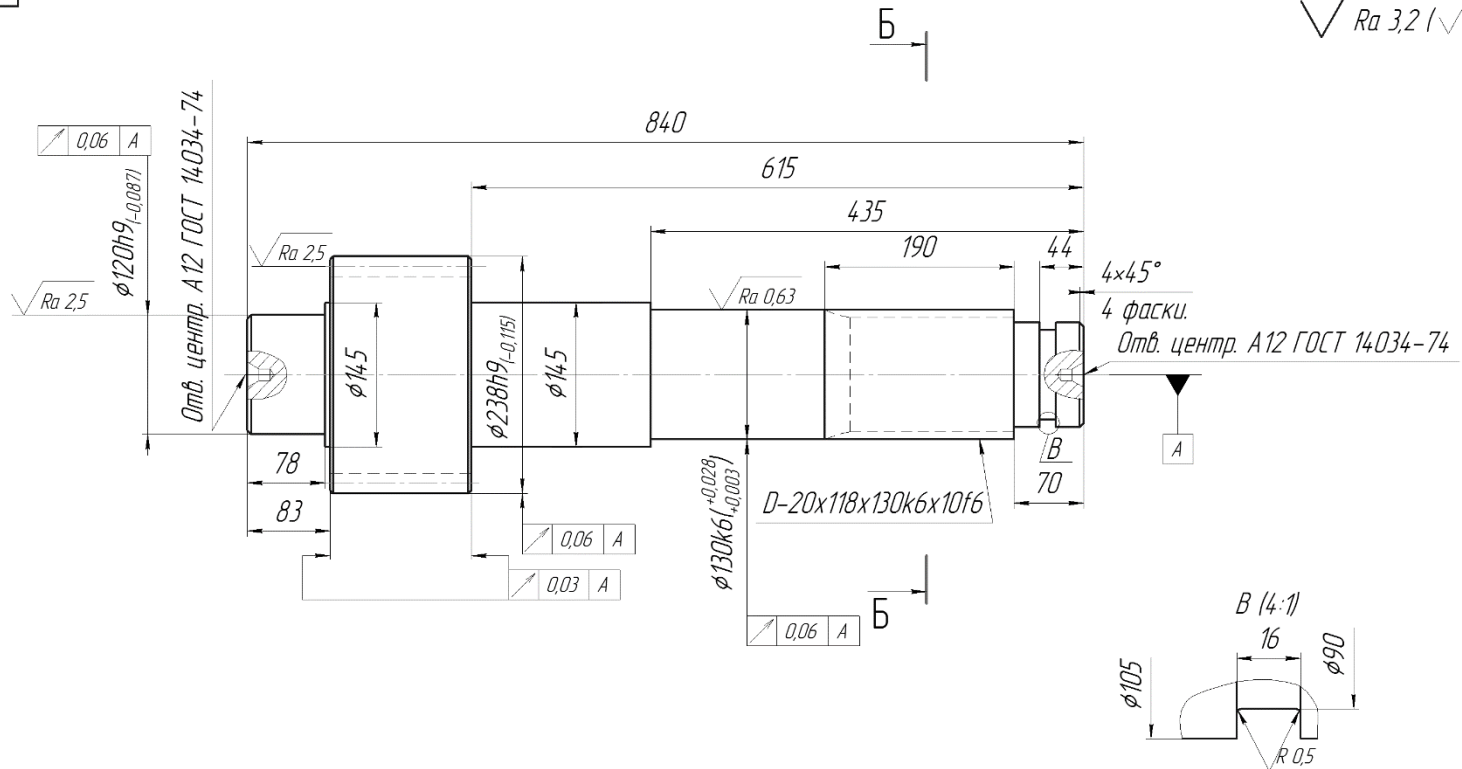
- За рахунок контрольованого тепловідведення можливо керувати структуроутворенням наплавленого високовуглецевого покриття, його фізико-механічними властивостями, та зносостійкістю.
- При швидкості наплавлення 20 м/год та 23 м/год високовуглецеве покриття має мартенситно-ледебуритно-аустенітну структуру. При збільшенні швидкості наплавлення до 26 м/год отримані високовуглецеві покриття мають ледебуритну структуру.
- При зменшенні швидкості наплавлення високовуглецевого покриття від 23 м/год до 20 м/год відбувається зменшення твердості від 51 до 44 одиниць HRC. При швидкості наплавлення високовуглецевого покриття 26 м/год твердість покриття дорівнює 60 одиниць HRC.
- З отриманих результатів та побудованих залежностей мікротвердості по глибині наплавленого шару впливає, що твердість наплавленого шару збільшується від поверхні вглиб.

ТЕХНОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВІДНОВЛЕННЯ ВАЛ-ШЕСТЕРНІ РЕДУКТОРА МОЛОТИЛЬНОГО МЕХАНІЗМУ КОМБАЙНУ

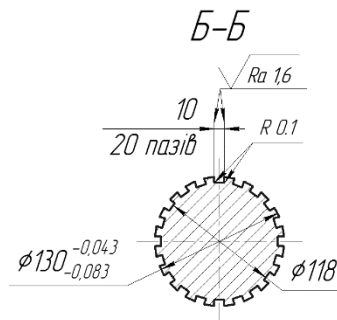
Робоче креслення

08-27.МКР.005.00.001

$\sqrt{Ra\ 3,2\ (\checkmark)}$



Модуль	<i>m</i>	14
Кількість зубців	<i>z</i>	25
Діаметр діляного кола	<i>D_в</i>	210
Діаметр впадин зубців	<i>d</i>	176.4
Ступінь точності		10-8-8-B



- * Розмір для довідок.
- Поліштити HB 229..269
- Зубці шестерні гартувати СВЧ 50..55 HRC
- $H14, h14, \pm \frac{IT14}{2}$.

				08-27.МКР.005.00.001		
Мат. діст.	№ докум.	Лист.	Лист.	Лит.	Маса	Масштаб
Розроб.	Модифікац.			В		2:1
Проєкт.	Шкелювач ДК			Лист	Листів	1
Н.контр.	Шкелювач ВК			Сталь 40X ГОСТ 4543-85 ВНТУ, 13В-18М		
Утв.	Поліщик ЛК			Каліброван		

Листів у наборі

Сторінка №

Листів у даному

Внесок у набір №

Листів у даному

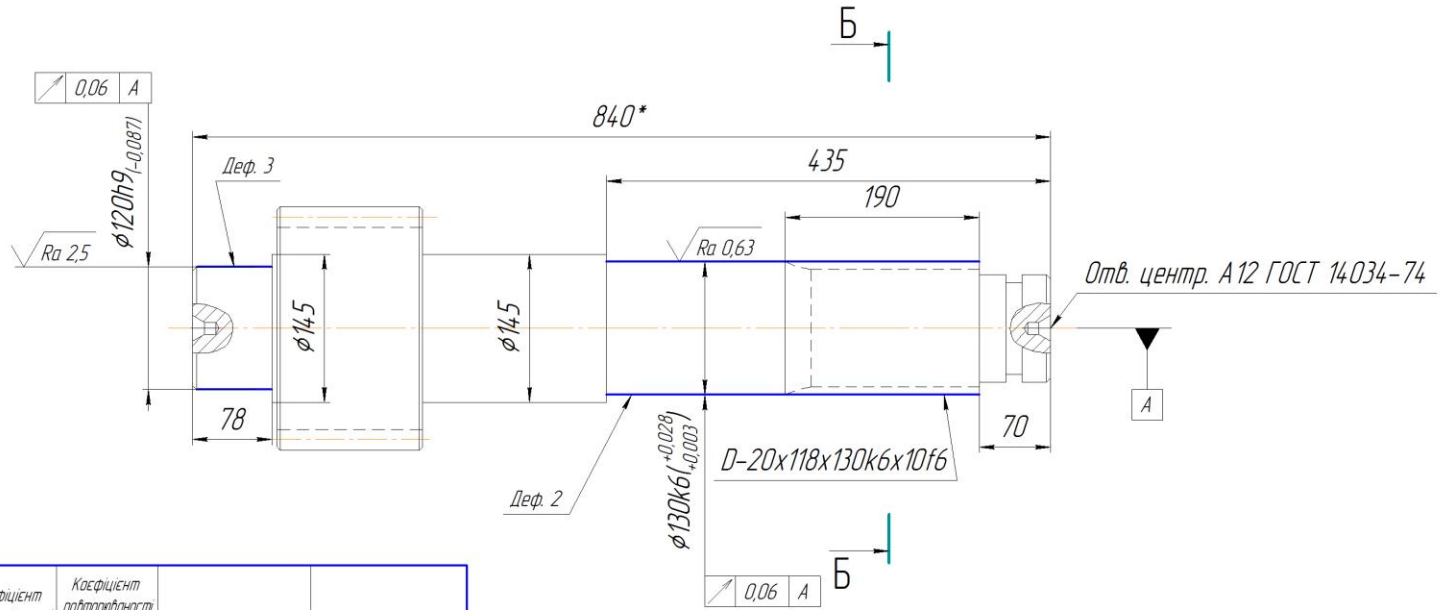
Листів у наборі

Формат А2

Ремонтне креслення

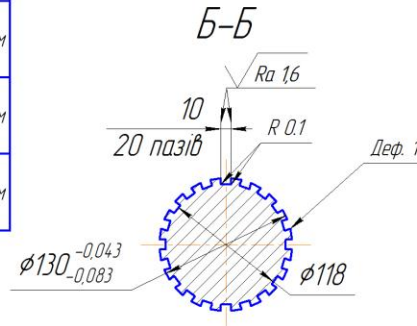
✓ Ra 3.2 (✓)

08-27.МКР.005.00.002Р



№ Дефекту	Найменування дефекту	Коефіцієнт повторюваності дефекту від загальної к-сті деталей, що надходять на дефектацію	Коефіцієнт повторюваності дефекту від загальної кількості ремонтно-придатних деталей	Основний спосіб усунення дефекту	Допустимий спосіб усунення дефекту
1	Знос шлиців валу до розміру 12 мм	0.68	0.8	Наплавка в CO ₂	Наплавка під флюсом
2	Знос циліндричної поверхні валу до розміру 129 мм	0.8	0.87	Плазмове напильовання порошковими сплавами	Наплавка під флюсом
3	Знос циліндричної поверхні валу до розміру 119 мм	0.6	0.71	Плазмове напильовання порошковими сплавами	Наплавка під флюсом

Вал-шестерня не приймається на відновлення за наявності сколів та тріщин



- * Розміри для довідок.
- Шлиці Деф.1 поліпшити НВ 229..269
- H14, h14, ± $\frac{IT14}{2}$.

08-27.МКР.005.00.002Р				Лист	Масштаб	Максимум
Вал-шестерня ремонтне креслення				Н		1:1
Сталь 40Х ГОСТ 4543-71				Лист	Листов	1
ВНТУ, 13В-18М				Формат А2		

Перш. викон.

Стор. №

Лист. і дата

Взам. акт №

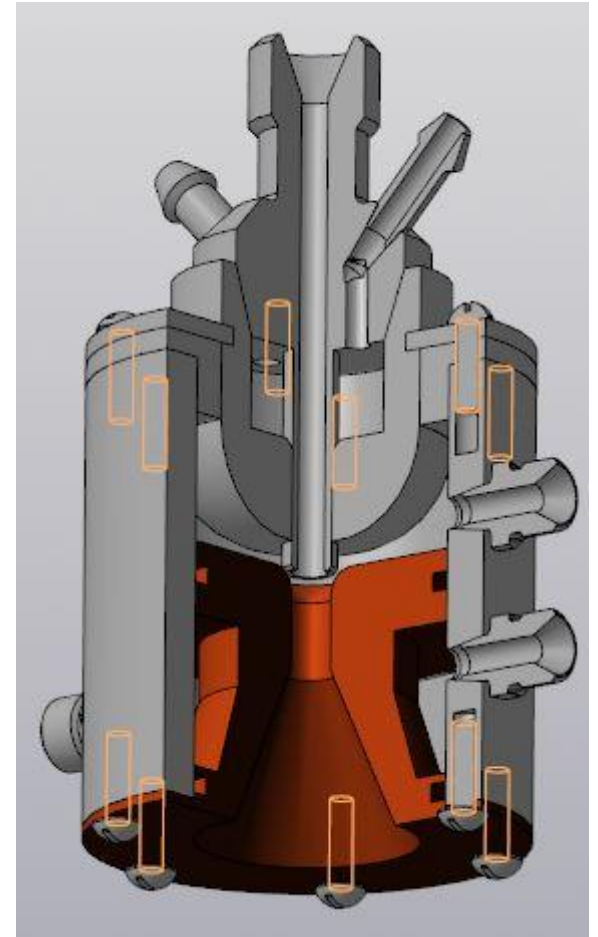
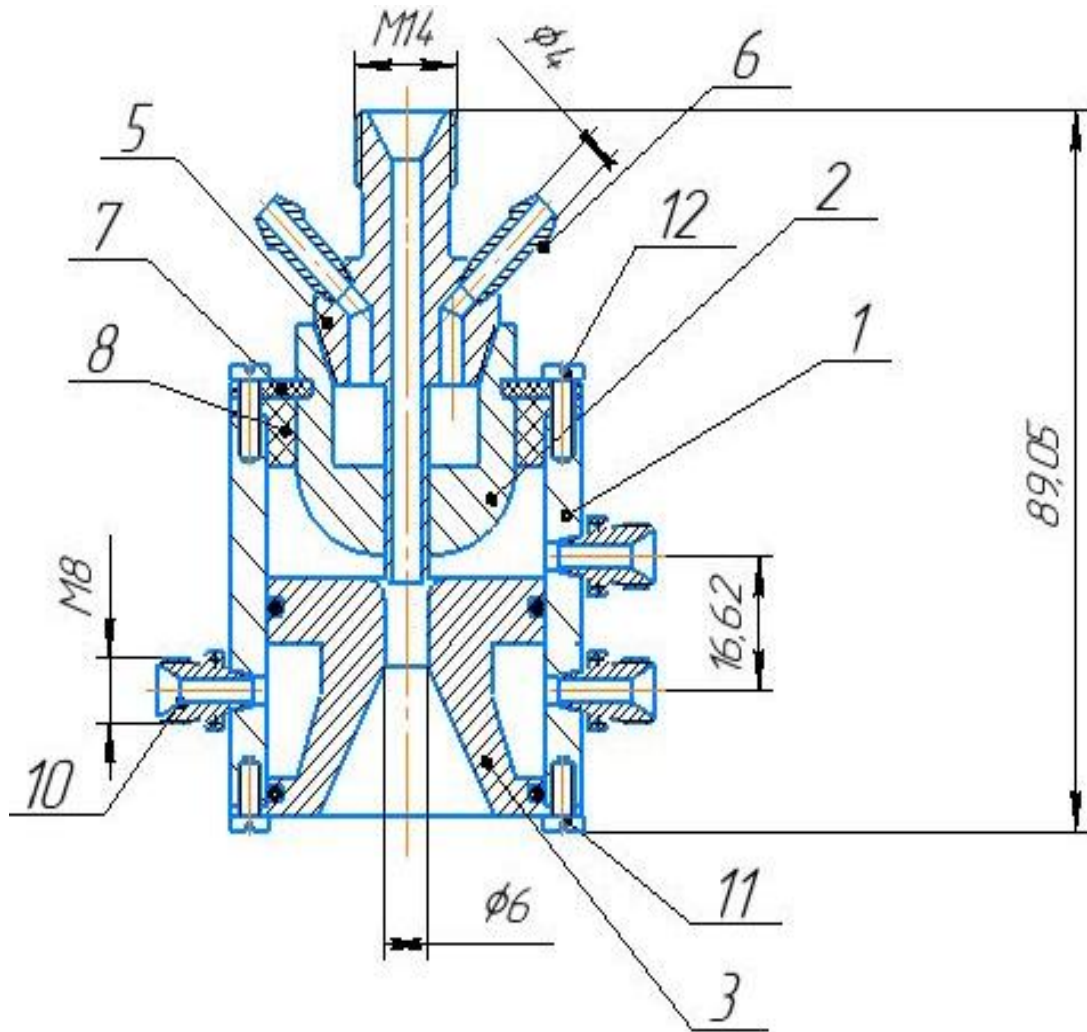
Лист. №

Маршрутна карта

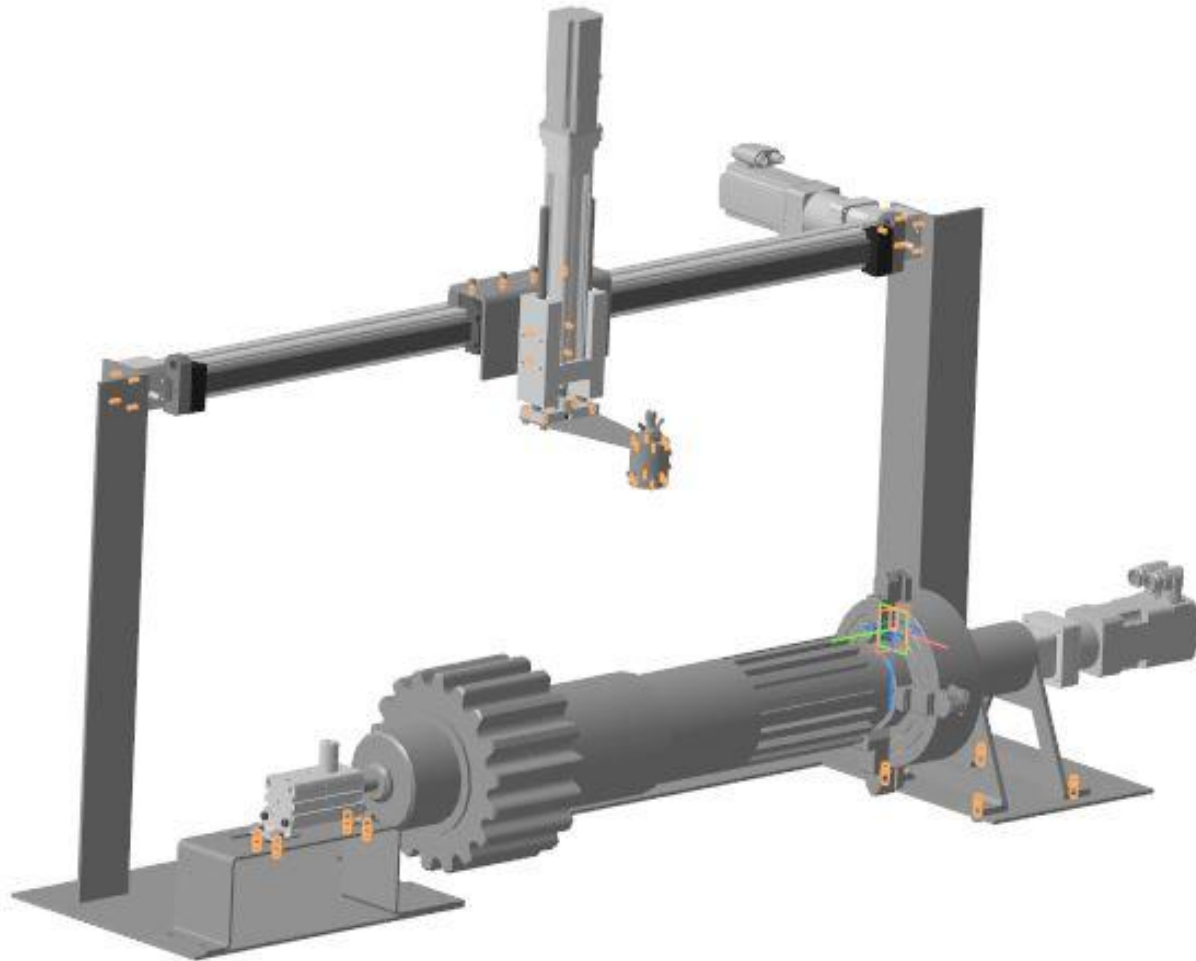
№ опер	Операційні переходи	Операційний ескіз	Модел верстатів
005	Очищувальна 1. Мити деталь.		Мийна машина ОМ-4610
010	Фрезерувальна 1. Встановити, закріпити, зняти заготовку. 2. Фрезерувати шлицеві пази поверхні 1 до розмірів за ескізом.		Фрезерний верстат 6М610Ф3
015	Наплавляння 1. Встановити, закріпити, зняти заготовку. 2. Поздовжно заповнити шлицеві пази поверхні 1 до розмірів за ескізом.		Установка для наплавлення
020	Термічна 1. Відпустити заготовку		ВЧГ-3-160/ 0,066
025	Токарна Установка 1 1. Встановити, закріпити, зняти заготовку. 3. Точити поверхню 2 до розміру $\phi 129$ мм Установка 2 4. Передстановити деталь 5. Точити поверхню 3 до розміру $\phi 119$ мм		Токарно-гвинторізний верстат 16К20.
030	Напильвальна Установка 1 1. Встановити, закріпити, зняти заготовку. 2. Напилити поверхню 2 до розмірів за ескізом. Установка 2 2. Передстановити деталь 2. Напилити поверхню 3 до розмірів за ескізом.		Установка напильвальна УМ1-6

№ опер	Операційні переходи	Операційний ескіз	Модел верстатів
035	Токарна Установка 1 1. Встановити, закріпити, зняти заготовку. 2. Точити поверхню 1 до розміру $\phi 130$ мм 2. Точити поверхню 2 до розміру $\phi 130,5$ мм Установка 2 3. Передстановити деталь 4. Точити поверхню 3 до розміру $\phi 120,5$ мм 5. Точити фаску $4 \times 45^\circ$		Токарно-гвинторізний верстат 16К20.
040	Фрезерувальна 1. Встановити, закріпити, зняти заготовку. 2. Фрезерувати шлицеві пази поверхні 1 до розмірів за ескізом.		Фрезерний верстат 6М610Ф3
045	Термічна 1. Загартувати заготовку		ВЧГ-3-160/ 0,066
050	Шліфувальна 1. Встановити, закріпити заготовку. 2. Шліфувати поверхні 2,3 до розмірів за ескізом 3. Зняти заготовку.		Круглошліфувальний верстат ЗМ153.
055	Шліцевшліфувальна 1. Встановити, закріпити заготовку. 2. Шліфувати шлиці до розмірів за ескізом 3. Зняти заготовку.		Шліфувальний верстат МШ24.8.
060	Контрольна 1. Виміряти розміри відновлених поверхонь 2. Порівняти з розмірами на кресленні		Контрольний стан

Напилювальний пристрій



Установка ЧПК



ВИСНОВКИ

Під час проведення теоретичних і експериментальних досліджень при виконанні магістерської кваліфікаційної роботи були отримані наступні результати:

1. За рахунок контрольованого тепловідведення можливо керувати структуроутворенням наплавленого високовуглецевого покриття, його фізико-механічними властивостями, та зносостійкістю.
2. При швидкості наплавлення 20 м/год та 23 м/год високовуглецеве покриття має мартенситно-ледебуритно-аустенітну структуру. При збільшенні швидкості наплавлення до 26 м/год отримані високовуглецеві покриття мають ледебуритну структуру.
3. При зменшенні швидкості наплавлення високовуглецевого покриття від 23 м/год до 20 м/год відбувається зменшення твердості від 51 до 44 одиниць HRC. При швидкості наплавлення високовуглецевого покриття 26 м/год твердість покриття дорівнює 60 одиниць HRC.
4. З отриманих результатів та побудованих залежностей мікротвердості по глибині наплавленого шару впливає, що твердість наплавленого шару збільшується від поверхні вглиб.
5. Технологічний процес розроблений для ремонту Вал - шестерні редуктора молотильного механізму комбайну забезпечує підвищення якості відновлення зношених поверхонь.
6. Запропоновано технологія може бути використана на підприємстві.
7. Розроблена установка з числовим програмним керуванням для плазмового напилення дозволяє автоматизувати запропановану технологію.
8. Використання модернізованого технологічного процесу на підприємстві дозволить отримати позитивний економічний ефект.

Дякую за увагу