

Вінницький національний технічний університет
Кафедра галузевого машинобудування

Ткач Володимир Миколайович

ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВІДНОВЛЕННЯ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ ВАЛА
РЕДУКТОРА ЦДНД-200
спеціальність 132 – «Матеріалознавство».

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

Метою роботи є підвищення якості відновлення робочих поверхонь вала редуктора ЦДНД-200 шляхом експериментальних та теоретичних досліджень впливу термічних полів процесу нанесення покриття наплавленням в середовищі захисних газів на його структуру та твердість.

Задачі дослідження:

- Вимірювання температурних полів, що формуються в деталі під час наплавлення та подальшого охолодження зразка на протязі визначеного часу.
- Моделювання процесу формування температурних полів та розповсюдження тепла під час наплавлення.
- Перевірка адекватності моделі процесу формування та розповсюдження температурних полів під час наплавлення.
- ДюрOMETричні дослідження нанесеного покриття.
- Мікроструктурний аналіз нанесеного покриття.
- Дослідження впливу температурного поля, що формується в деталі, на структуроутворення та твердість наплавленого покриття.
- Розробка технології наплавлення для підвищення якості відновлення валу редуктора ЦДНД-200.

Об'єкт дослідження – процеси пов'язані з розробкою технології наплавлення для підвищення якості відновлення валу редуктора ЦДНД-200.

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

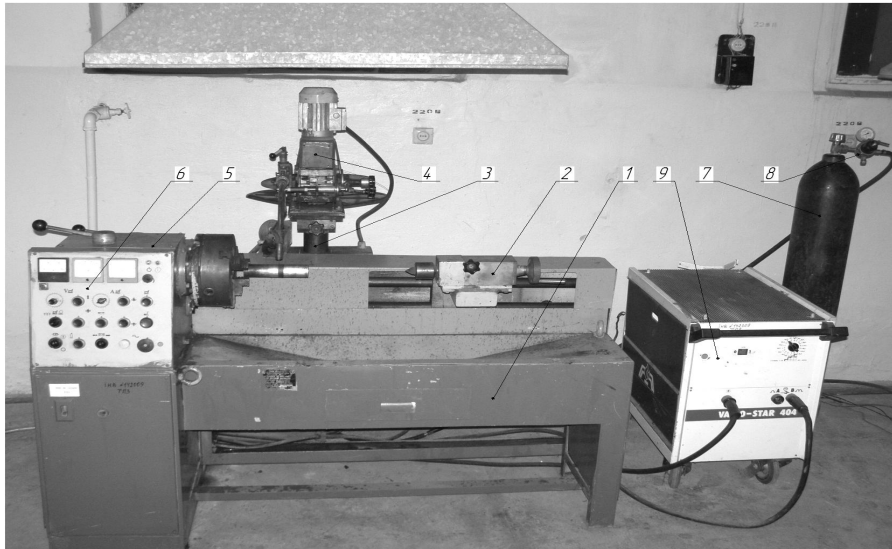
- Дослідження показали, що розподіл температур, мікро-, макроструктура і твердість покриття в деталі залежать від кількості валків, що наносяться на деталь при формуванні покриття шляхом наплавлення.
- Твердість покриття, що формується накладанням двох і більше валиків, є нерівномірною по всій довжині покриття, але змінюється в невеликих межах (до 5-10 %).

Практичне значення одержаних результатів.

Автором проведено моделювання процесів наплавлення покриттів методом кінцево-елементного аналізу, яке дозволяє з достатньою точністю (похибка на перевищує 5-7 %) визначати температурні режими у довільних точках деталі та відслідковувати фазові перетворення в матеріалі основи та покриття.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕРМІЧНИХ ПОЛІВ ПРОЦЕСУ НАПЛАВЛЕННЯ ПОКРИТТІВ НА ЇХ СТРУКТУРУ ТА ТВЕРДІСТЬ

Установка для електродугового на-плавлення УД-209М



Режими наплавлення:

Дріт марки Нп-30ХГСА;

1. Діаметр дроту – 1,2 мм.

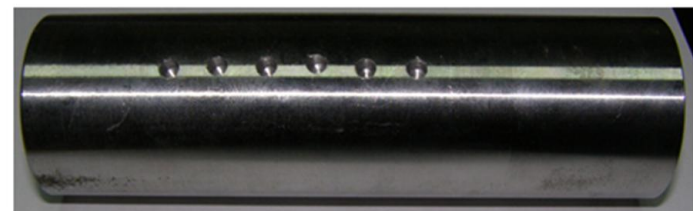
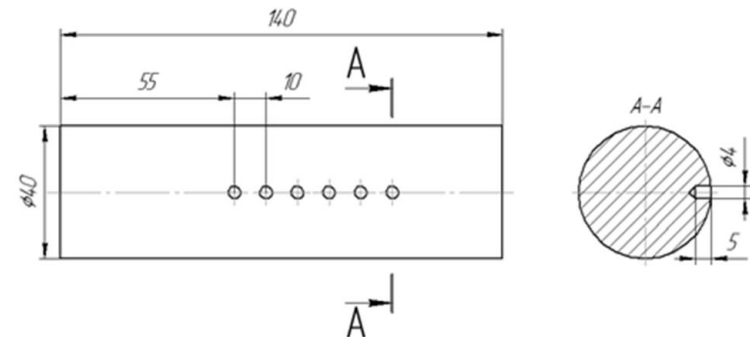
2. Напруга на дузі – 26 В.

3. Сила струму – 110 А.

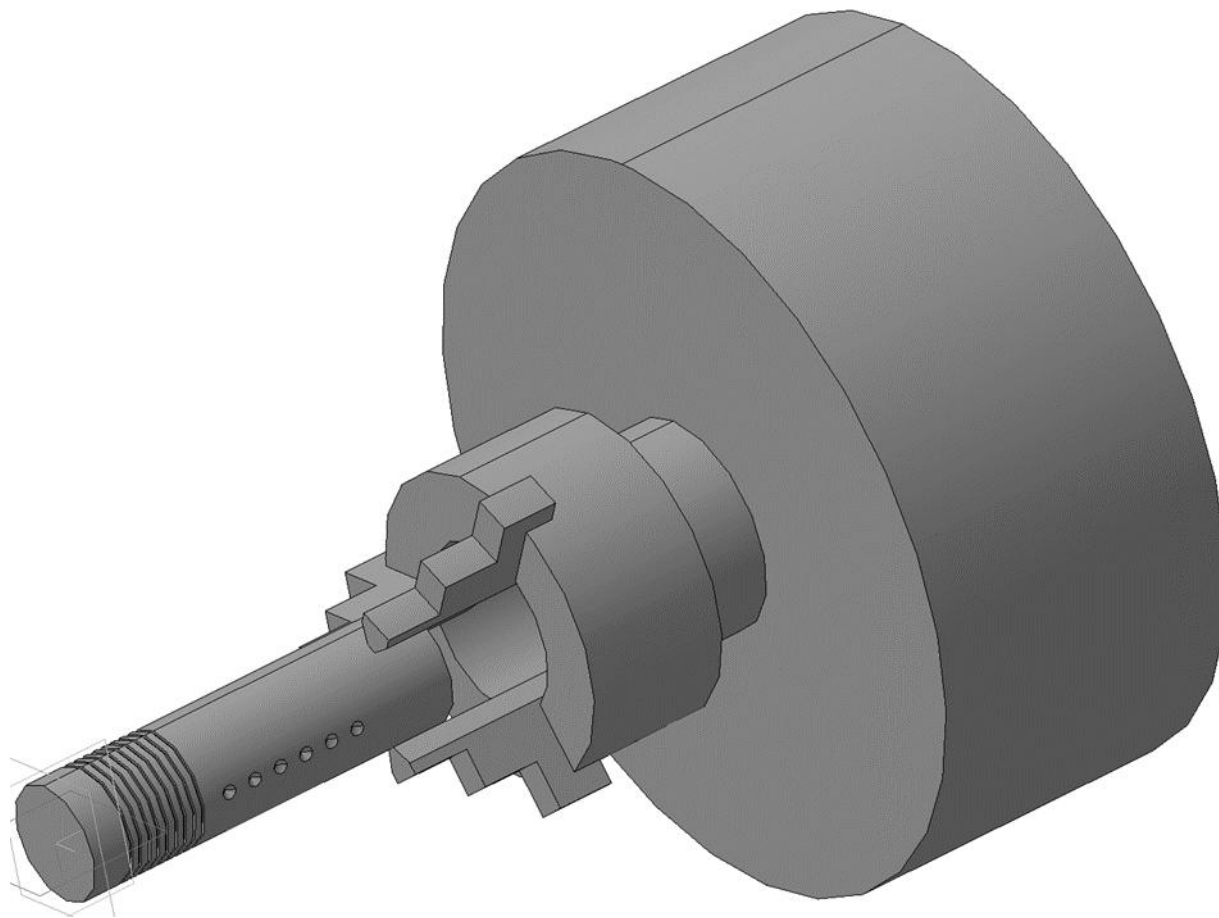
4. Швидкість подачі дроту – 112 м/год.

5. Швидкість наплавлення – 12 м/год.

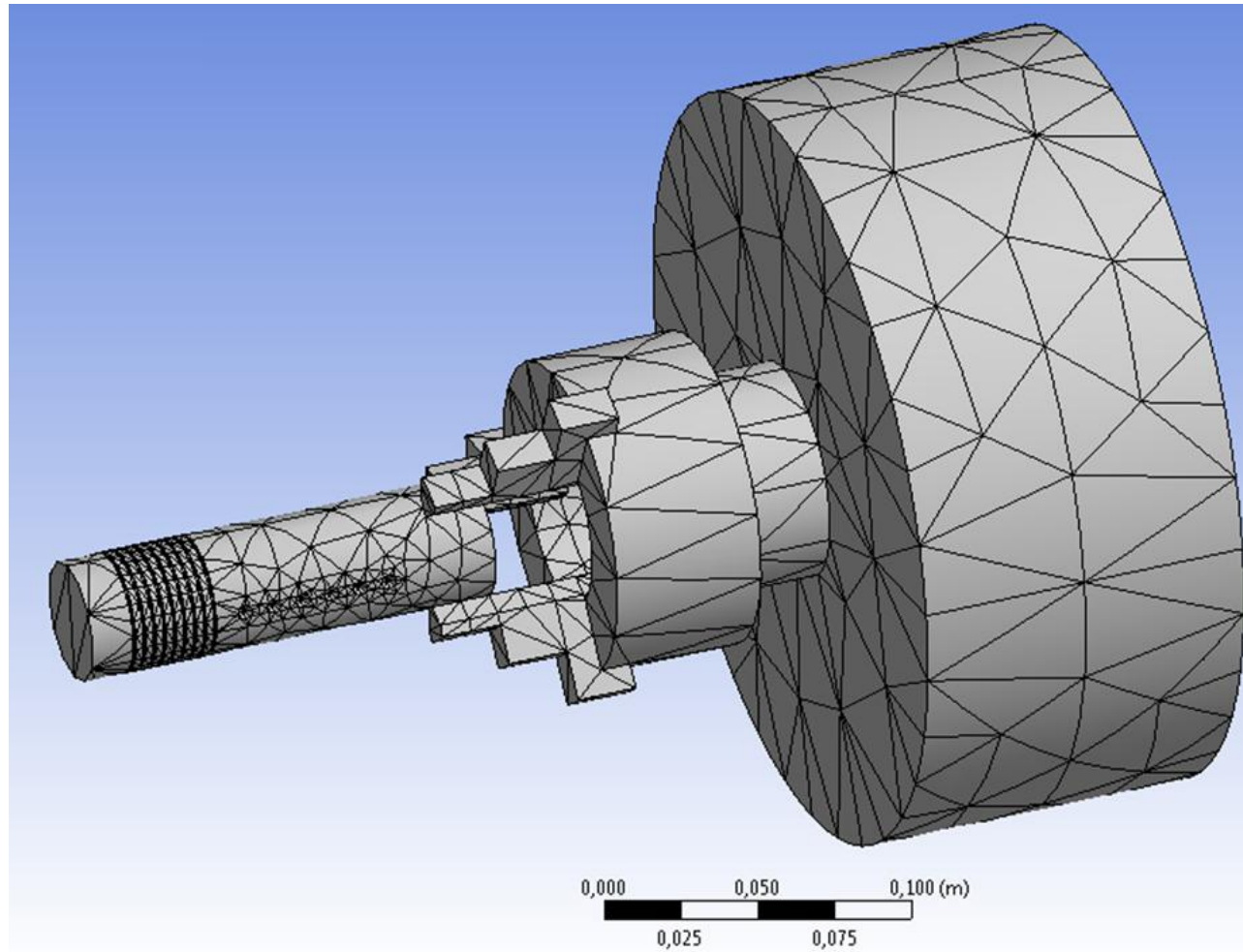
Зразки для нанесення покриття



3D аналог зразка для моделювання



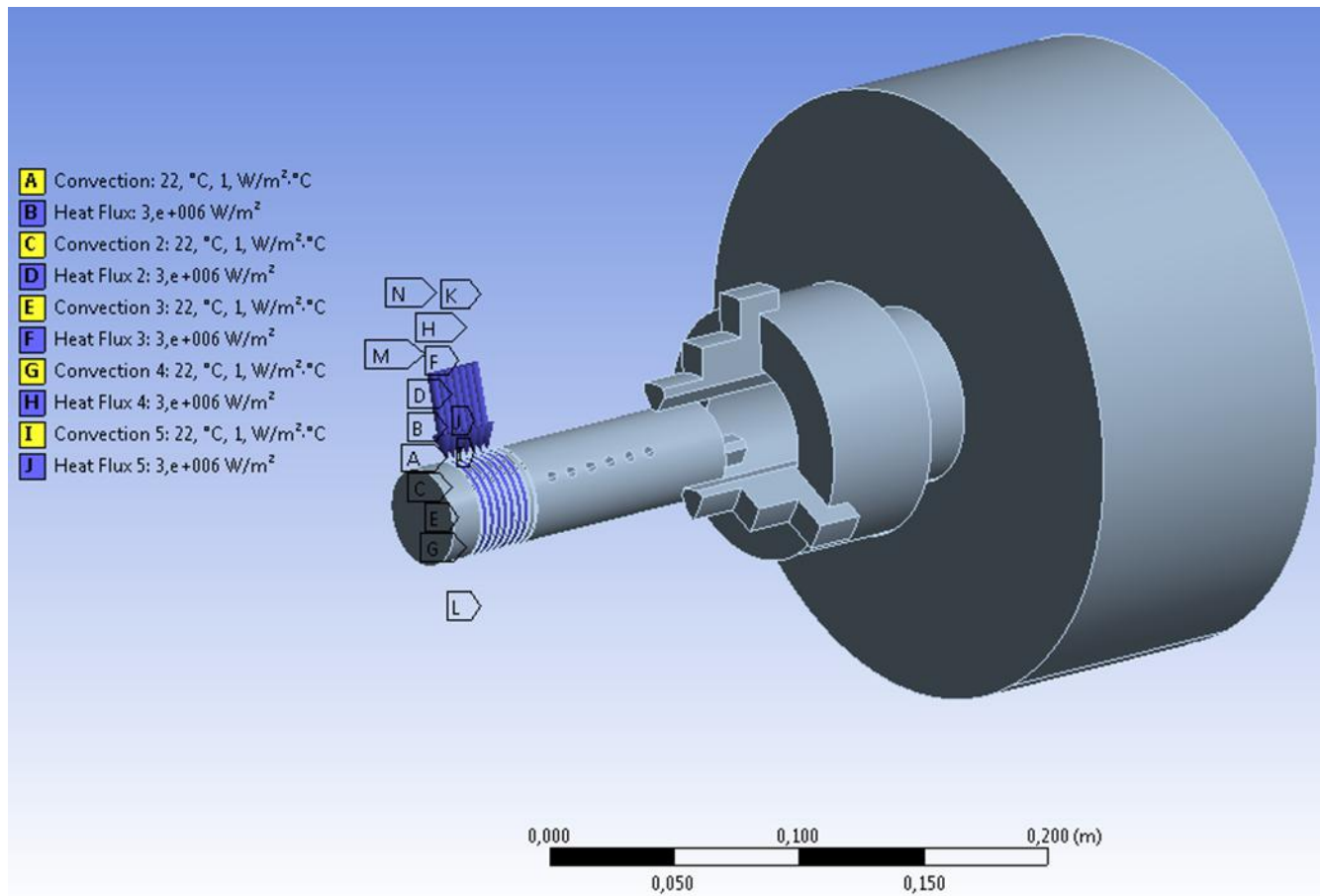
Сітка кінцевих елементів



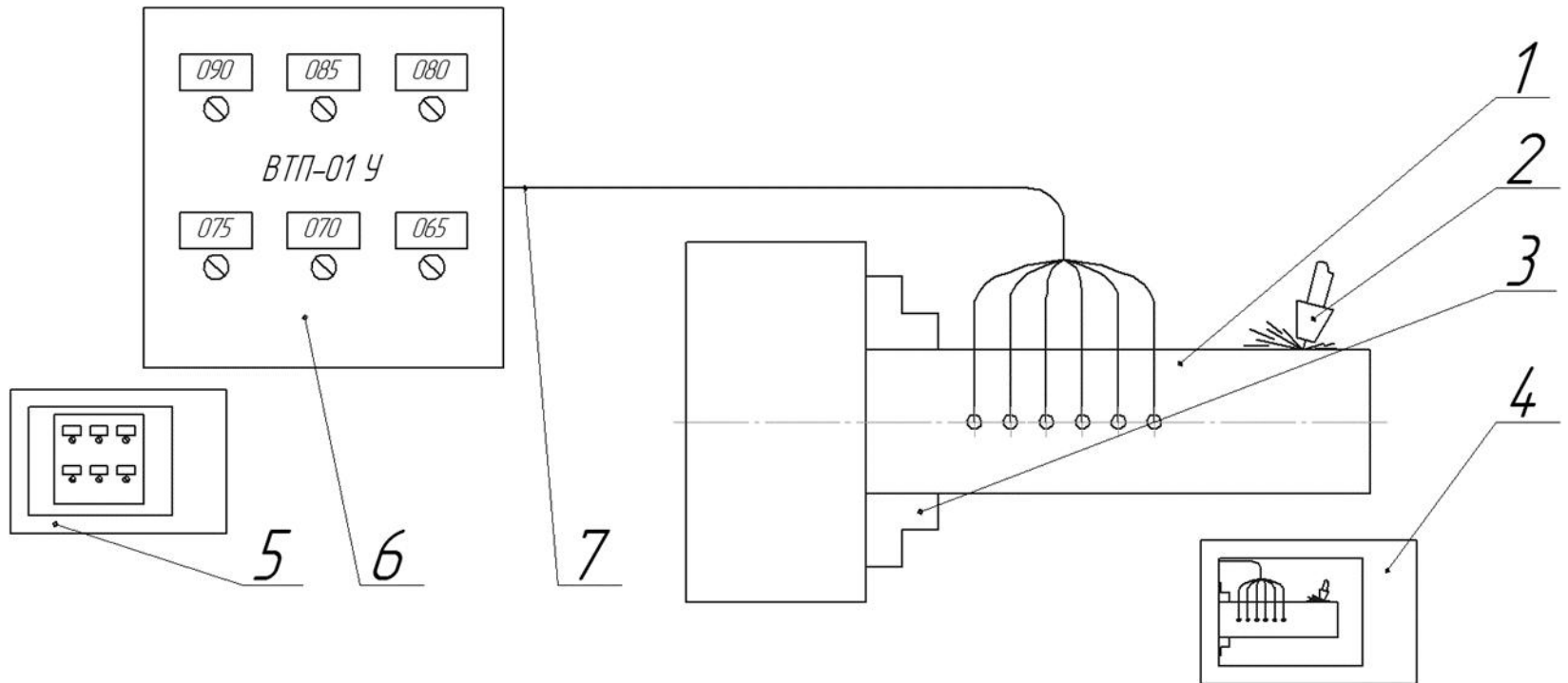
Прийняті припущення

- * У якості електричної дуги задавалася сукупність теплового потоку і конвективного теплообміну, що діяли на певну ділянку моделі у відповідний момент часу;
- * Рух джерела тепла створювався по черговою зміною локації дії тепловкладення. При зміні локації дії тепловкладення керувалися експериментальними даними.

Модель із заданими тепловкладеннями

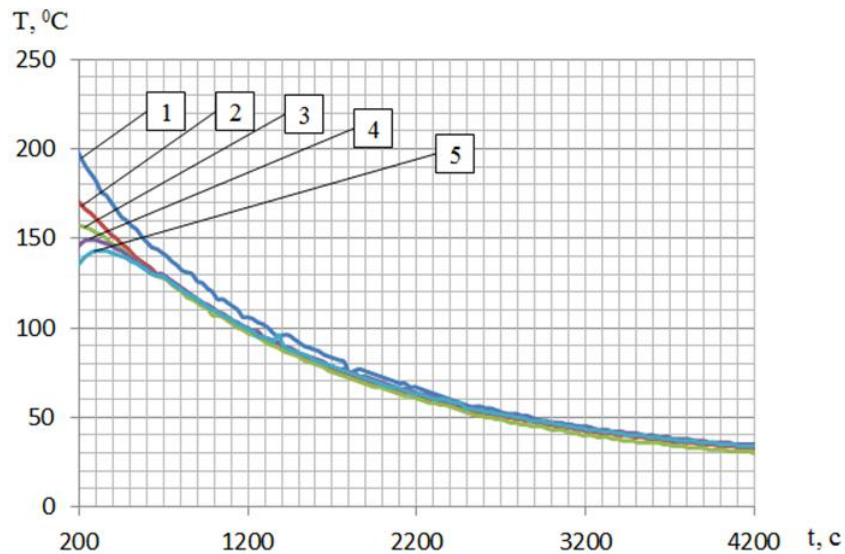


Методика вимірювання температури деталі

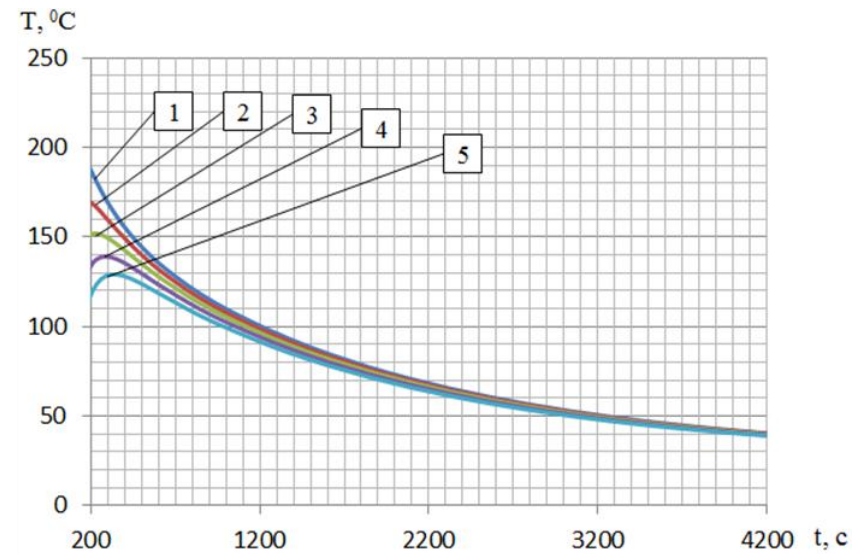


1 – заготовка, 2 – наплавлювальна головка; 3 – 3-х кулачковий патрон, 4 – відеокамера, що фіксує процес нанесення покриття, 5 – фотокамера, що фіксує зміну температури, 6 – прилад для вимірювання температури ВТП-01У, 7 – термопари.

Зміна температури у відповідних точках зразка під час його охолодження (після наплавлення 3-х валків)



Експеримент



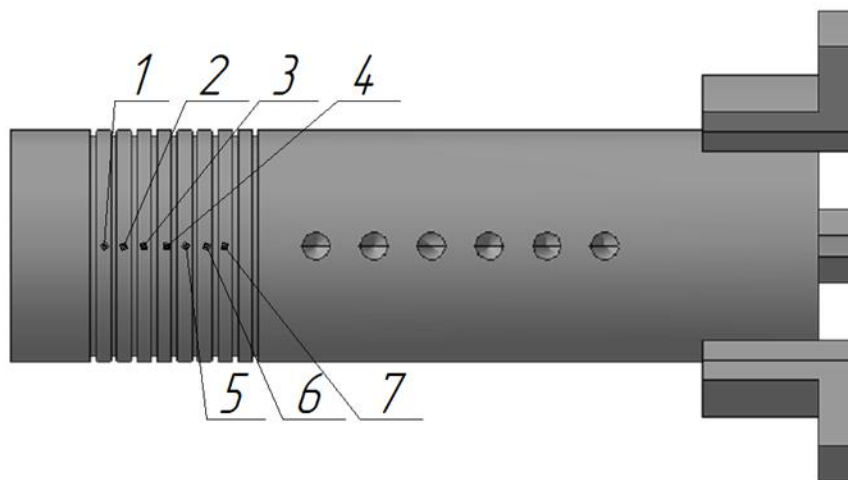
Моделювання

1 – 1-ша термопара, 2 – 2-га термопара, 3 – 3-тя термопара,
4 – 4-та термопара, 5 – 5-та термопара.

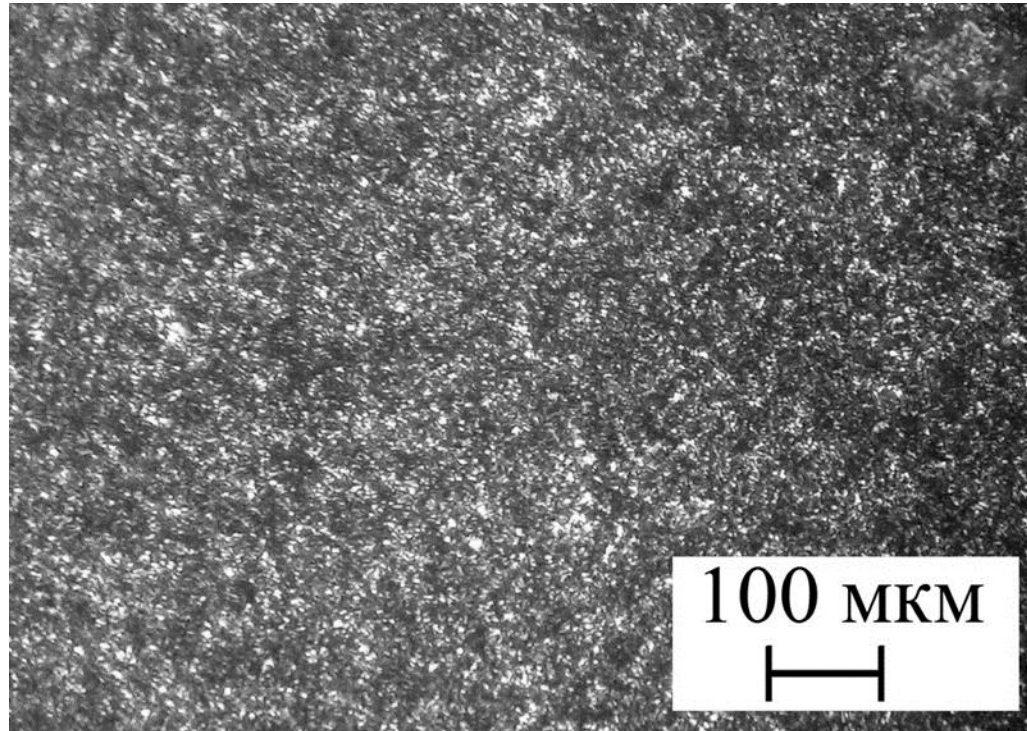
Усередненні значення температур в зоні нанесення покриття

	№ валка						
	1	2	3	4	5	6	7
$T_{\max 1-1}$	101,74	-	-	-	-	-	-
$T_{\max 1-2}$	341,46	438,28	-	-	-	-	-
$T_{\max 1-3}$	388,89	438,28	514,85	-	-	-	-
$T_{\max 1-4}$	436,07	450,83	514,86	575,48	-	-	-
$T_{\max 1-5}$	478,2	487,85	514,86	575,48	626,37	-	-
$T_{\max 1-6}$	515,76	522,9	532,49	575,48	626,37	671,92	-
$T_{\max 1-7}$	549,33	555	562,22	575,48	626,37	671,92	708,93

Порядок накладання (наплавлення) валиків

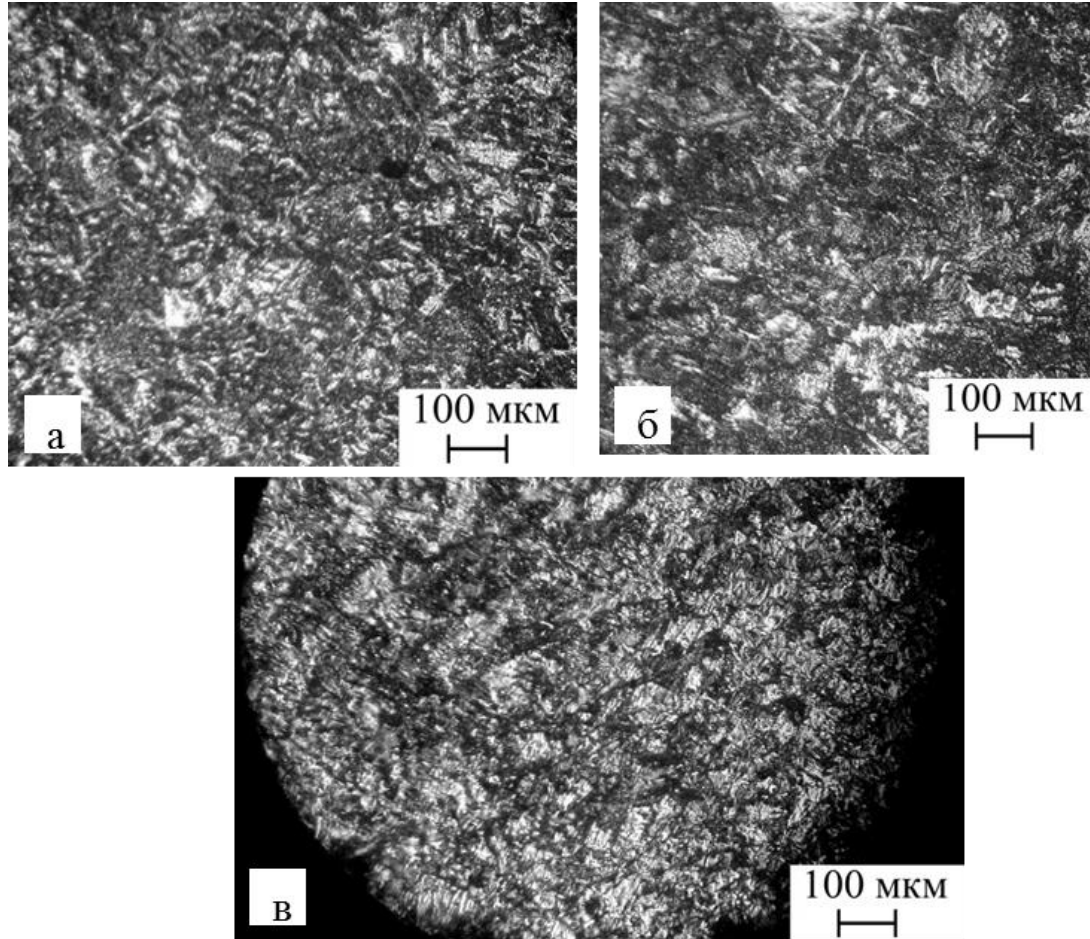


МІКРОСТРУКТУРА НАНЕСЕНОГО ПОКРИТТЯ ПРИ НАПЛАВЛЕННІ ОДНОГО ВАЛИКА



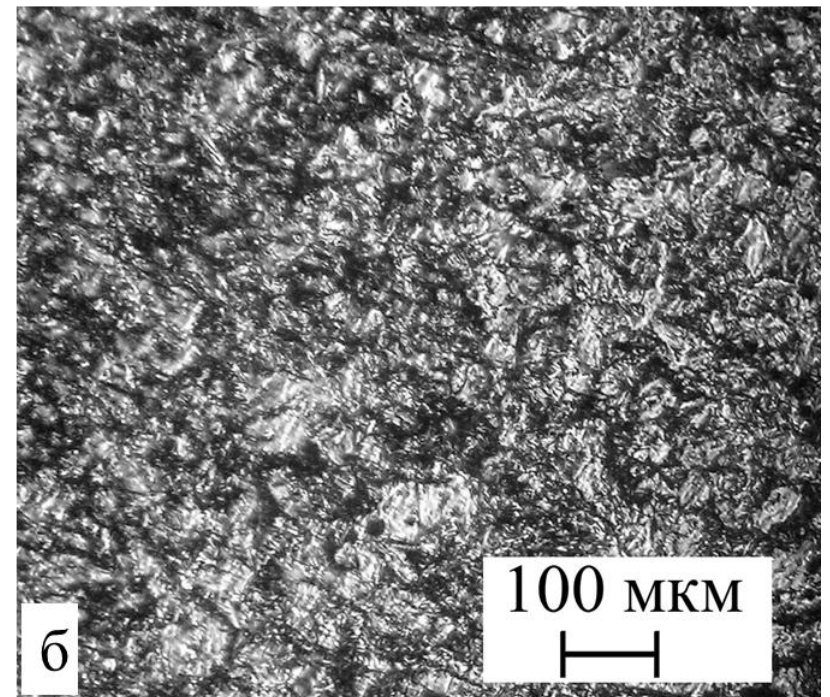
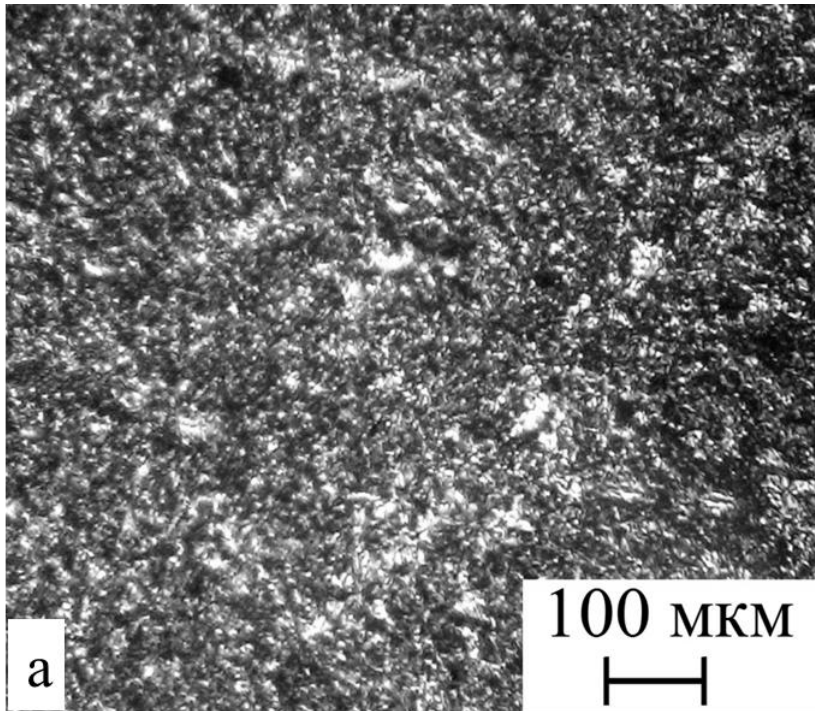
Основа – сталь 40Х

Мікроструктура нанесеного покриття



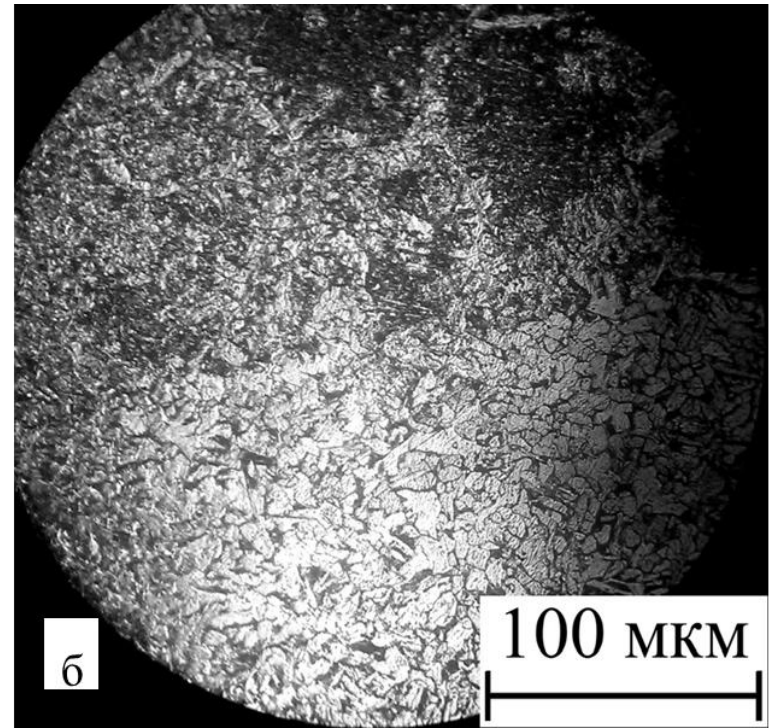
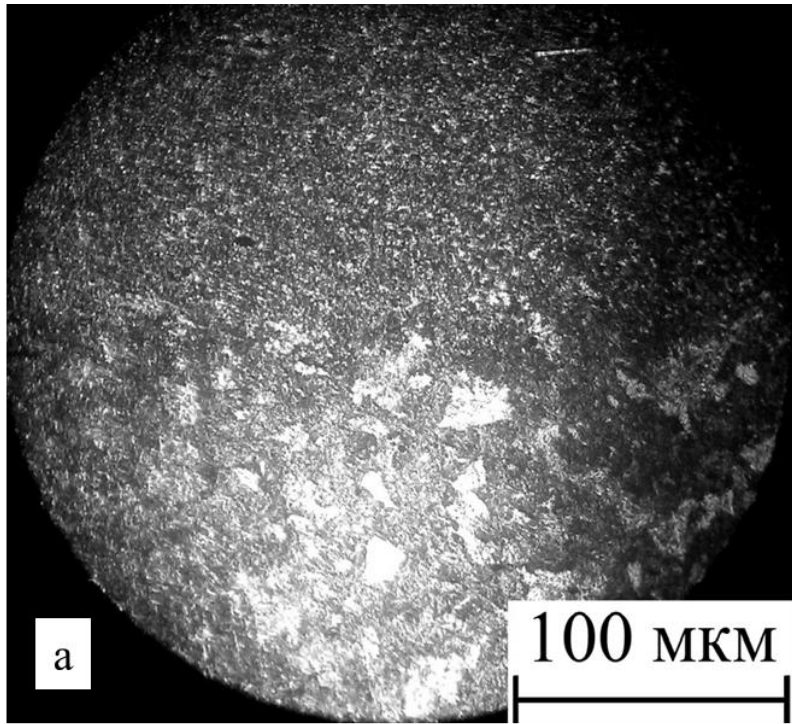
а) три валки на сталь 40X; б) п'ять валків на сталь 40X; в) сім валків на сталь Ст. 3.

Мікроструктура нанесеного покриття біля перехідної зони



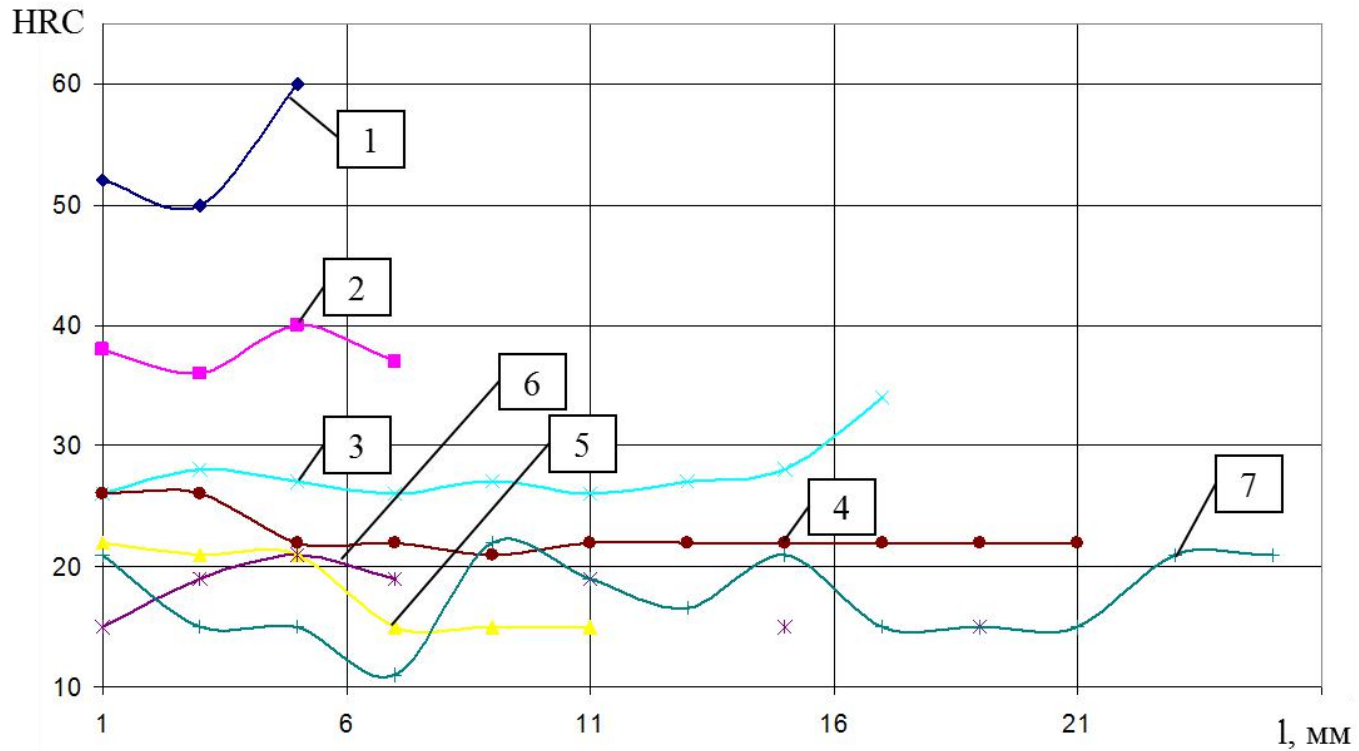
а) наплавлення на основу – сталь 40 Х; б) наплавлення на основу – сталь Ст. 3.

Мікроструктура перехідної зони



а) наплавлення на основу - сталь 40Х; б) наплавлення на основу - сталь Ст. 3.

Зміна твердості по довжині нанесеного покриття



1 – 1-ий зразок, 2 – 2-ий зразок, 3 – 3-ій зразок, 4 – 4-ий зразок, 5 – 5-ий зразок,
6 – 6-ий зразок, 7 – 7-ий зразок.

Висновки дослідження:

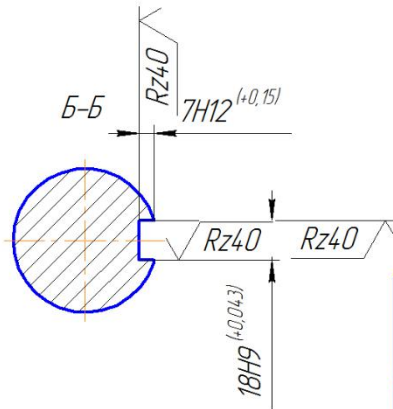
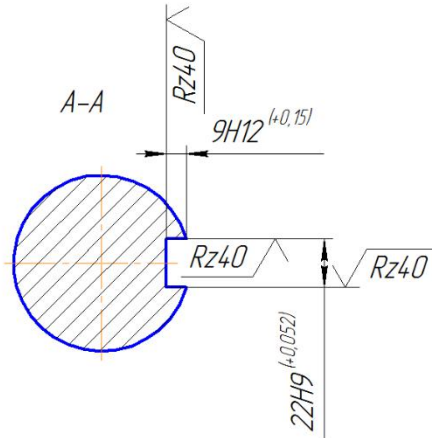
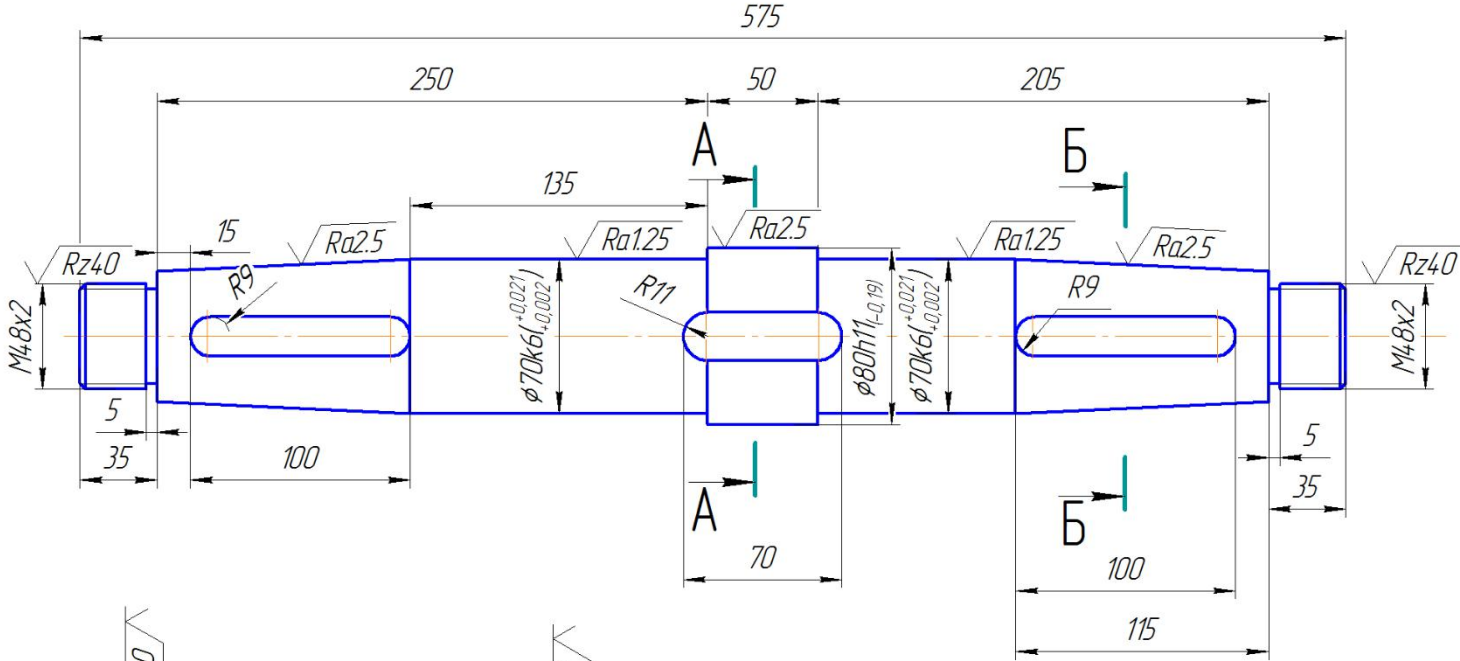
- Проведене дослідження показало, що кількість валків, що наносяться на деталь при формуванні покриття шляхом наплавлення, значно впливає на розподіл температур в деталі, мікро-, макроструктуру і твердість покриття.
- Твердість покриття, що формується накладанням двох і більше валиків, є нерівномірною по всій довжині покриття, але змінюється в невеликих межах (до 5-10 %).
- Для підвищення твердості покриття, яке формується послідовним накладанням двох і більше валиків, необхідно вводити додаткове охолодження деталі.
- Моделювання процесів наплавлення покриттів методом кінцево-елементного аналізу дозволяє з достатньою точністю (похибка на перевищує 5-7 %) визначати температурні режими у довільних точках деталі та відслідковувати фазові перетворення в матеріалі основи та покриття.
- В процесі моделювання необхідно враховувати усі шляхи тепловідведення від зони плавлення та реальні характеристики системи (розміри та властивості пристосувань, деталі, навколишнє середовище тощо).

Технологічні засади підвищення якості відновлення вала редуктора ЦДНД-200

08-27.МКР.010.02.000

Робоче креслення

✓ Rz80 (✓)



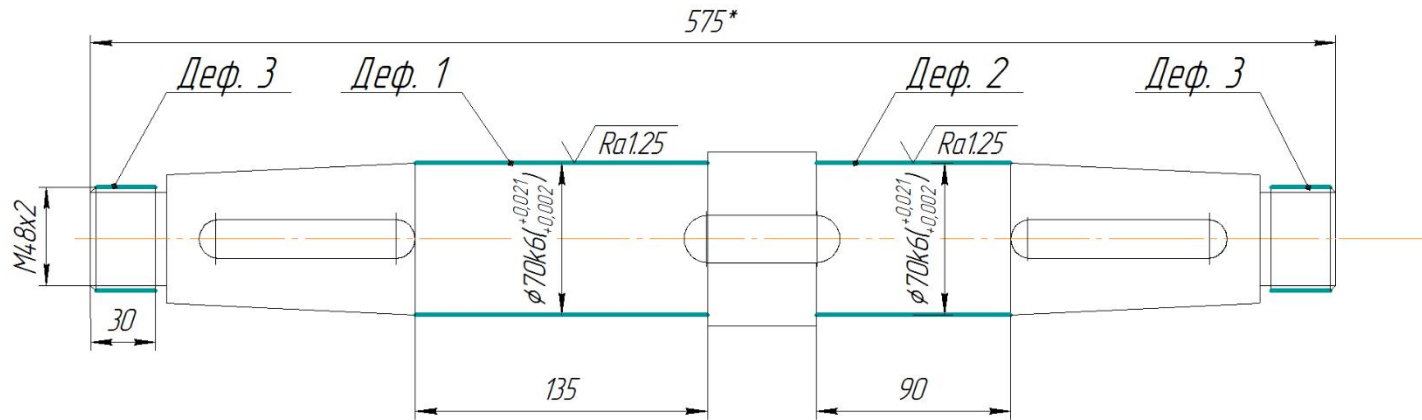
1. H14, h14, $\pm \frac{17}{2}$.
2. 45...50 HRC

08-27.МКР.010.02.000							
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Ткач В.М.				К		1:1
Проб.	Шенфельд В.И.				Лист		Листов 1
Т.контр.					Сталь 40X ГОСТ 1050-74		ВНТУ, 13В-17М
Н.контр.	Бакалець Д.В.				Копировал		
Утв.	Полещук Л.К.				Формат А3		

Ремонтне креслення

08-30.МКР.010.01.000 Р

√ Rz80 (√)



№Def	Найменування дефекту	Коефіцієнт повторюваності		Основний спосіб усунення дефекту	Доступний спосіб усунення дефекту
		Від загальної кількості деталей поступилиших на дефектування	Від загальної кількості ремонтно-придатних деталей		
1,2	Знос посадочного місця під підшипник розміру менше φ69.9mm	0.08	0.09	Плазмове наплення самонагрівним порошком ПТ-12Н-02	Напайка дротом φ12 Нt-30ХГСА ГОСТ 2246-80 в середовищі вуглекислого газу
3	Знос різі M4.8x2	0.08	0.09	Напайка дротом φ12 Нt-30ХГСА ГОСТ 2246-80 в середовищі вуглекислого газу	Плазмове наплення самонагрівним порошком ПТ-12Н-02

1. H14, h14, ±^{IT14}/₂;
2. 45...50 HRC;
3. *- розмір для довідок.

Вал не приймається для відновлення при наявності сколів і тріщин.

				08-30.МКР.010.01.000 Р			
Изм./Лист	№ док.ум.	Подп.	Дата	Вал редуктора ЦДНД-200 (Ремонтне креслення)	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.	Ткач В.М.				К		1:1
Проб.	Шенфельд В.И.				Листов 1		
Т.контр.							
Н.контр.	Бакалець Д.В.			Сталь 40Х ГОСТ 1050-74	ВНТУ, 13В-17М		
Утв.	Поліщук Л.К.						

Копирвал

Формат А3

Перв. примен.

Справ. №

Лист. и дата

Лист. № дробл.

Взам. инв. №

Лист. и дата

Инв. № подл.

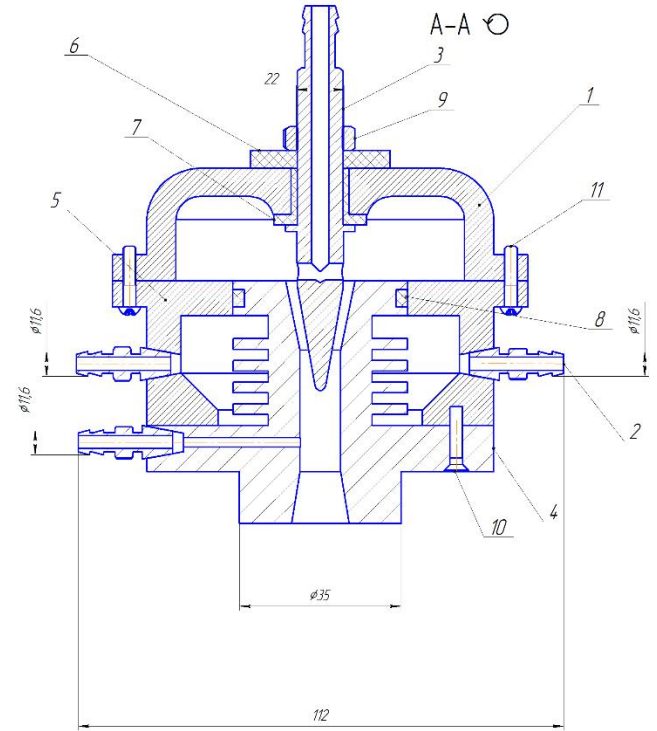
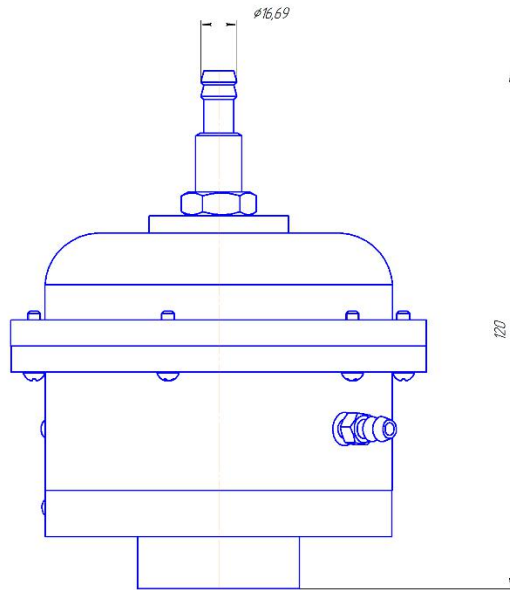
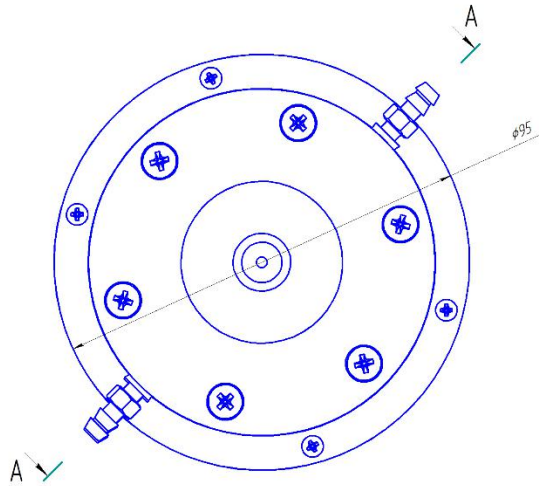
Маршрутна карта

№	Назва операції та зміст переходу	Ескіз обробки та схема установки	Обладнання
005	Миття Миття вал в розчині лавомід 101		Струменева камерна машина ОМ-4610
020	Термічна Відпустити деталь		Індукційна піч ВЧГЗ-160/0,066
010	Токарна 1. Встановити деталь 2. Точити поверхню 1 в розмір $\phi 4.7 \pm 0,1$ 3. Передстановити деталь. 4. Точити поверхню 2 в розмір $\phi 4.7 \pm 0,1$ 5. Зняти деталь.	<p>Установ 1</p> <p>Установ 2</p>	Токарний верстат моделі 16К20Ф3
015	Наплавлення 1. Встановити деталь 2. Встановити запобіжні втулки для захисту поверхень що не відновлюються 3. Наплавити поверхню 1 до розміру $\phi 50^{+0,12}$ 4. Наплавити поверхню 2 до розміру $\phi 50^{+0,12}$ 5. Зняти деталь		Установка для наплавлення УД-209М
020	Термічна Відпустити деталь		Індукційна піч ВЧГЗ-160/0,066

№	Назва операції та зміст переходу	Ескіз обробки та схема установки	Обладнання
025	<p>Токарна</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити деталь 2. Точити поверхню 1 в розмір $\phi 48_{\pm 0,05}$ 3. Нарізати різь М4х2 4. Передвстановити деталь 5. Точити поверхню 2 в розмір $\phi 48_{\pm 0,05}$ 6. Нарізати різь М4х2 7. Точити поверхню 3 в розмір $\phi 69 \pm 0,1$ 8. Точити поверхню 4 в розмір $\phi 69 \pm 0,1$ 9. Зняти деталь. 		Токарний верстат моделі 16К20Ф3
030	<p>Напилення</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити деталь 2. Встановити запобіжні втулки для захисту поверхень що не відновлюються 3. Напилити поверхню 1 до розміру $\phi 71^{+0,02}$ 4. Напилити поверхню 2 до розміру $\phi 71^{+0,02}$ 5. Зняти деталь 		Установка для напилення
035	<p>Термічна Гартувати деталь</p>		Індукційна піч ВЧГЗ-160/0,066
040	<p>Шліфувальна</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити деталь 2. Шліфувати поверхню 1 попередньо та остаточно в розмір $\phi 70\text{Ж6}$ 3. Шліфувати поверхню 2 попередньо та остаточно в розмір $\phi 70\text{Ж6}$ 4. Зняти деталь. 		Круглошліфувальний верстат моделі 3А423
045	<p>Контрольна</p>		Стіл контрольний

Напилювальний пристрій

08-27.МКР.010.04.000 СК



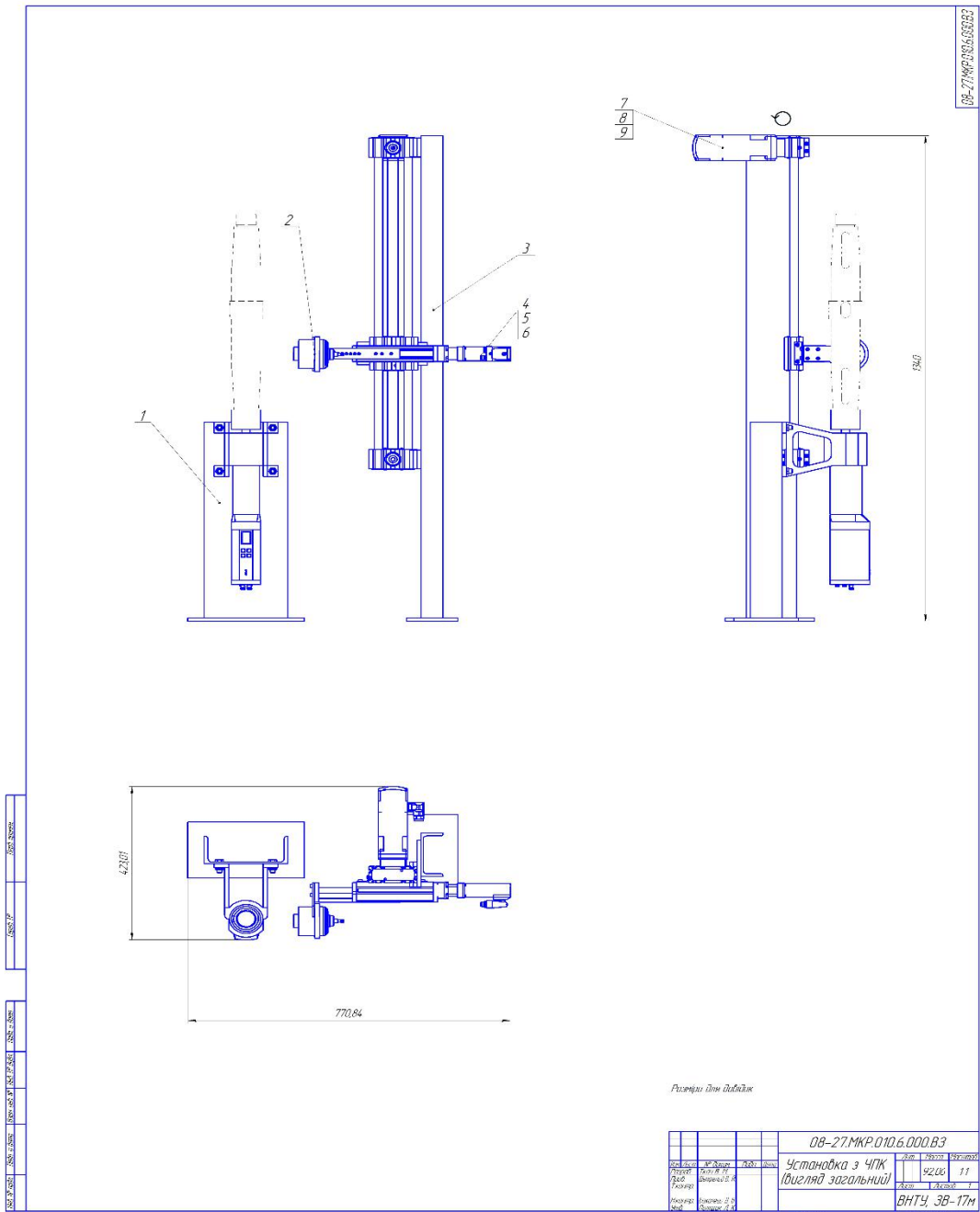
Размери для довідок

				08-27.МКР.010.04.000 СК			
				Плазмодійний напилювач			
Лист	Листів	№ документа	Дата	Листів	Листів	Листів	Листів
1	1	08-27.МКР.010.04.000 СК		1	1	1	1
Лист	Листів	Листів	Листів	Листів	Листів	Листів	Листів
1	1	1	1	1	1	1	1
				ВНТУ ст. 29 138-17М			

Копія

Лист А1

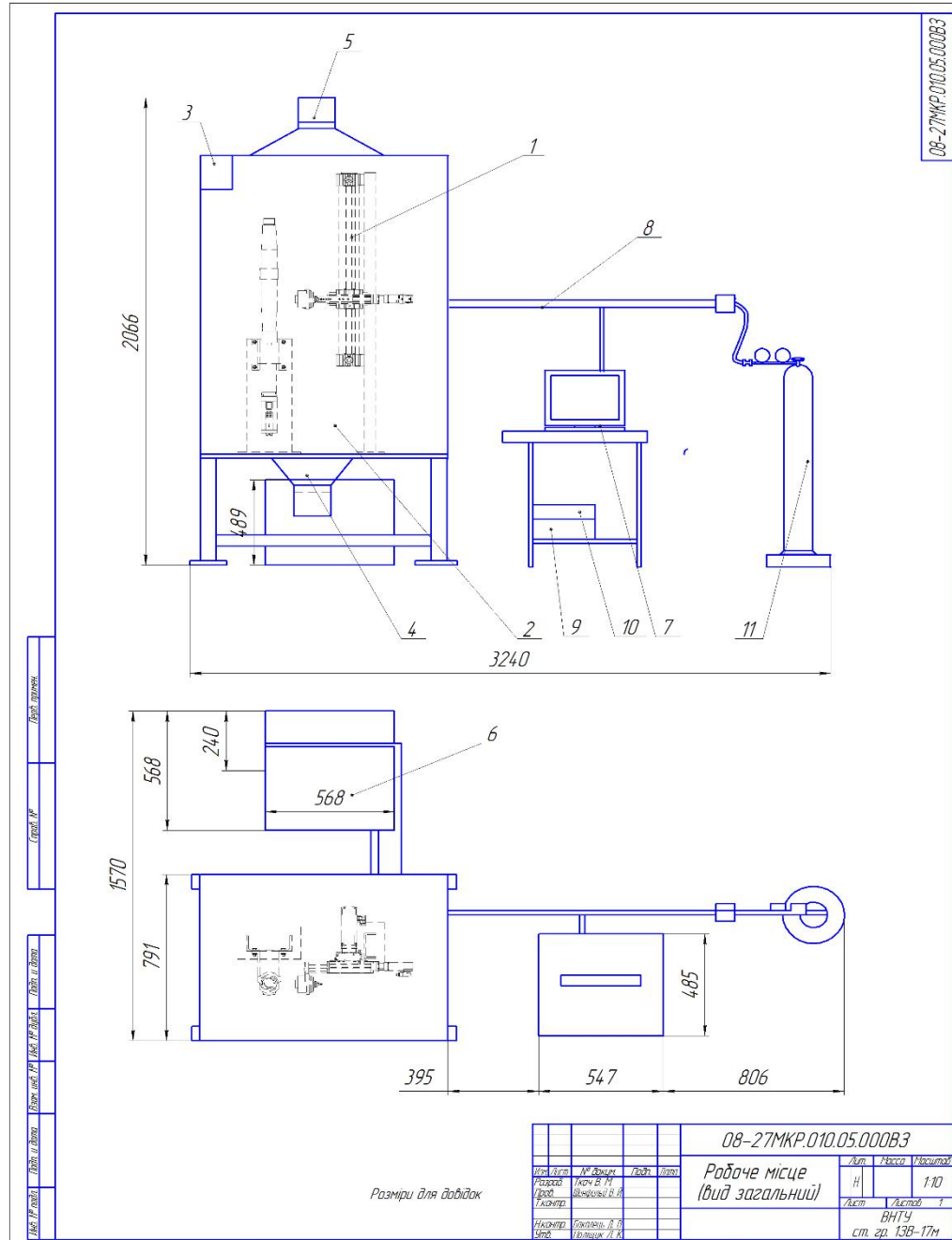
Установка ЧПК



Рисунки дані надіслані

08-27.МКР.010.6.000.В3		08-27.МКР.010.6.000.В3	
Установка з ЧПК		9200	11
(вид гляд загальний)		1:1	
ВНТУ 3В-17М		1:1	
Колосіт		Видат: А1	

Робоче місце



Лист 1 з 1

Лист 1 з 1

Розміри для довідки

ВИСНОВКИ

Під час проведених теоретичних і експериментальних досліджень при виконанні магістерської кваліфікаційної роботи вирішено важливе науково-технічне завдання – розробка технологічних засад підвищення зносостійкості та відновлення робочих поверхонь вала редуктора ЦДНД-200.

1. Проведене дослідження показало, що кількість валків, що наносяться на деталь при формуванні покриття шляхом наплавлення, значно впливає на розподіл температур в деталі, мікро-, макроструктуру і твердість покриття.
2. Твердість покриття, що формується накладанням двох і більше валиків, є нерівномірною по всій довжині покриття, але змінюється в невеликих межах (до 5-10 %).
3. Для підвищення твердості покриття, яке формується послідовним накладанням двох і більше валиків, необхідно вводити додаткове охолодження деталі.
4. Моделювання процесів наплавлення покриттів методом кінцево-елементного аналізу дозволяє з достатньою точністю (похибка на перевищує 5-7 %) визначати температурні режими у довільних точках деталі та відслідковувати фазові перетворення в матеріалі основи та покриття.
5. В процесі моделювання необхідно враховувати усі шляхи тепловідведення від зони плавлення та реальні характеристики системи (розміри та властивості пристосувань, деталі, навколишнє середовище тощо).
6. Технологічний процес розроблений для ремонту вала редуктора ЦДНД-200 забезпечує підвищення якості відновлення зношених поверхонь.
7. Запропоновано технологія може бути використана на підприємстві.
8. Розроблена установка з числовим програмним керуванням для плазмового напилення дозволяє автоматизувати запропановану технологію.

Дякую за увагу