

Вінницький національний технічний університет
Факультет машинобудування та транспорту
Кафедра галузевого машинобудування

Магістерська кваліфікаційна робота
на тему:

*«ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВІДНОВЛЕННЯ
РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ СОРОЧКИ ПРИВІДНОГО БАРАБАНУ»*

Виконав: ст. гр. 3В-18м
Хаян Р.С.

Науковий керівник: к.т.н доц . Шиліна О.П.

Мета роботи:

Метою роботи є розробка ефективної технології відновлення робочих поверхонь сорочки привідного барабану за рахунок автоматизації робочого процесу, використання новітніх розробок відновлювального обладнання та дослідження впливу дії температури на стан та структуру поверхневого шару робочих поверхонь.

Задачі дослідження:

1. Встановити температурні поля, які утворюються в процесі відновлення сорочки привідного барабану, що виникають під час завершальної стадії відновлення.
2. Дослідити вплив розповсюдження температури від плазмового джерела тепла та дію температури на стан і структуру поверхневого шару робочих поверхонь;
3. Розробити технологічний процес відновлення з використанням плазмового напилювання, який забезпечує відновлення експлуатаційних характеристик робочих поверхонь сорочки вала.
4. Спроекувати устаткування з числовим програмним керуванням;
5. Розробити робоче місце для реалізації технологічного процесу відновлення деталі.

Об'єкт дослідження – процеси, що супроводжують утворення структури поверхневих шарів під впливом розповсюдження температури від плазмового джерела тепла.

Предмет дослідження – механізм утворення структури поверхневих шарів під впливом розповсюдження температури від плазмового джерела тепла.

Наукова новизна. При виконанні магістерської кваліфікаційної роботи отримані наступні результати:

1. Показано, що під дією теплових процесів при плазмовому способі напилювання відбуваються перетворення, які суттєво впливають на мікроструктуру, а отже і на властивості поверхневого шару.

2. Показано, що плазмовий спосіб нанесення покриттів сприяє можливості розробки нових принципів конструювання деталей машин і вузлів, внесення корінних змін в технологію виготовлення виробів.

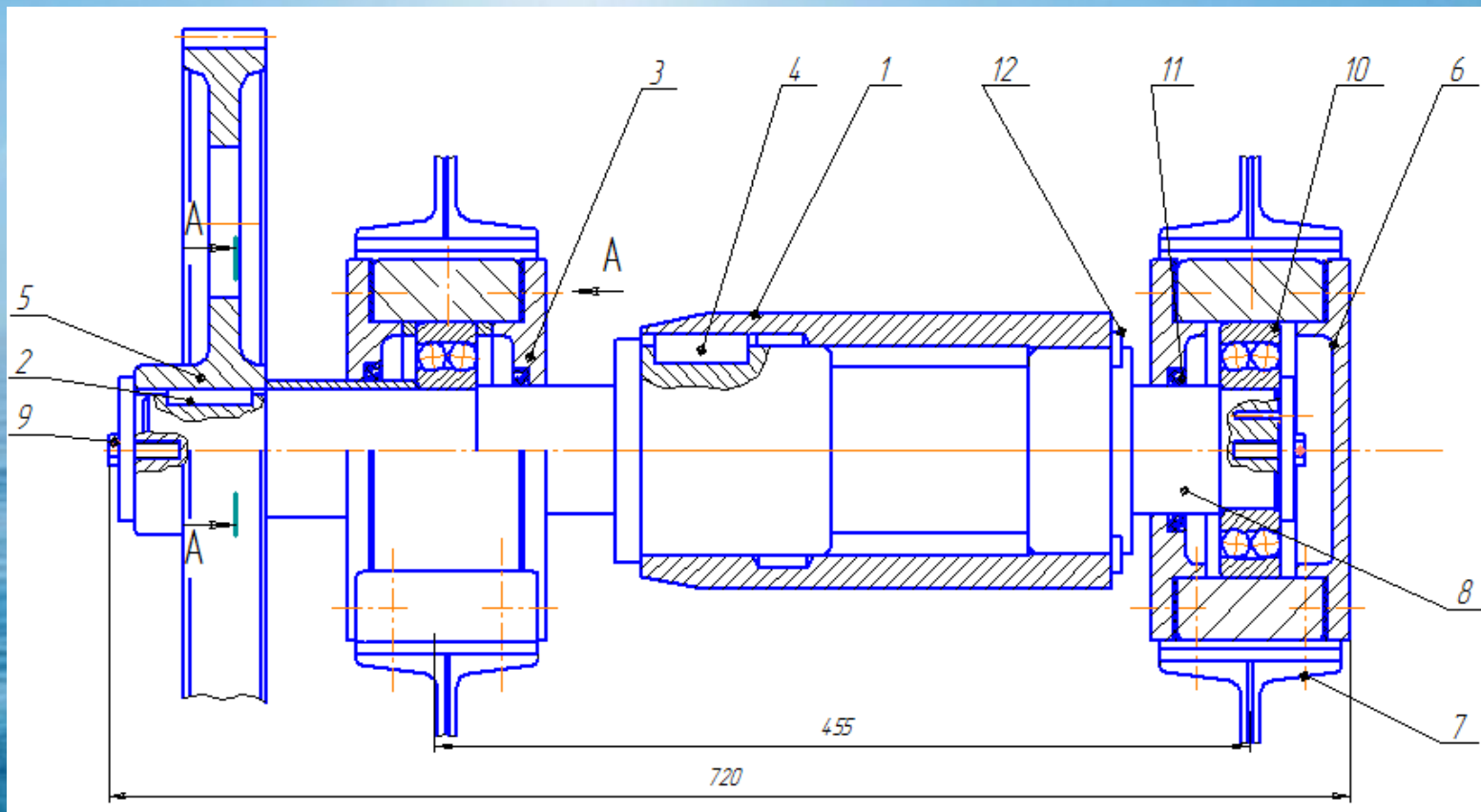
3. Доведено, що за рахунок впровадження конструкції обладнання з ЧПК досягається гармонізація взаємного положення та переміщення розпилювального пристрою відносно деталі, що призводить до збільшення площі плями напилювання у поперечному перетині, площі у плані та об'ємі.

Практичне значення отриманих результатів полягає у:

1. Визначенні температурні поля, які виникають під час завершальної стадії напилювання сорочки вала привідного барабану методом кінцево-елементного аналізу, які призводять до суттєвої зміни структури і появи теплових напружень.

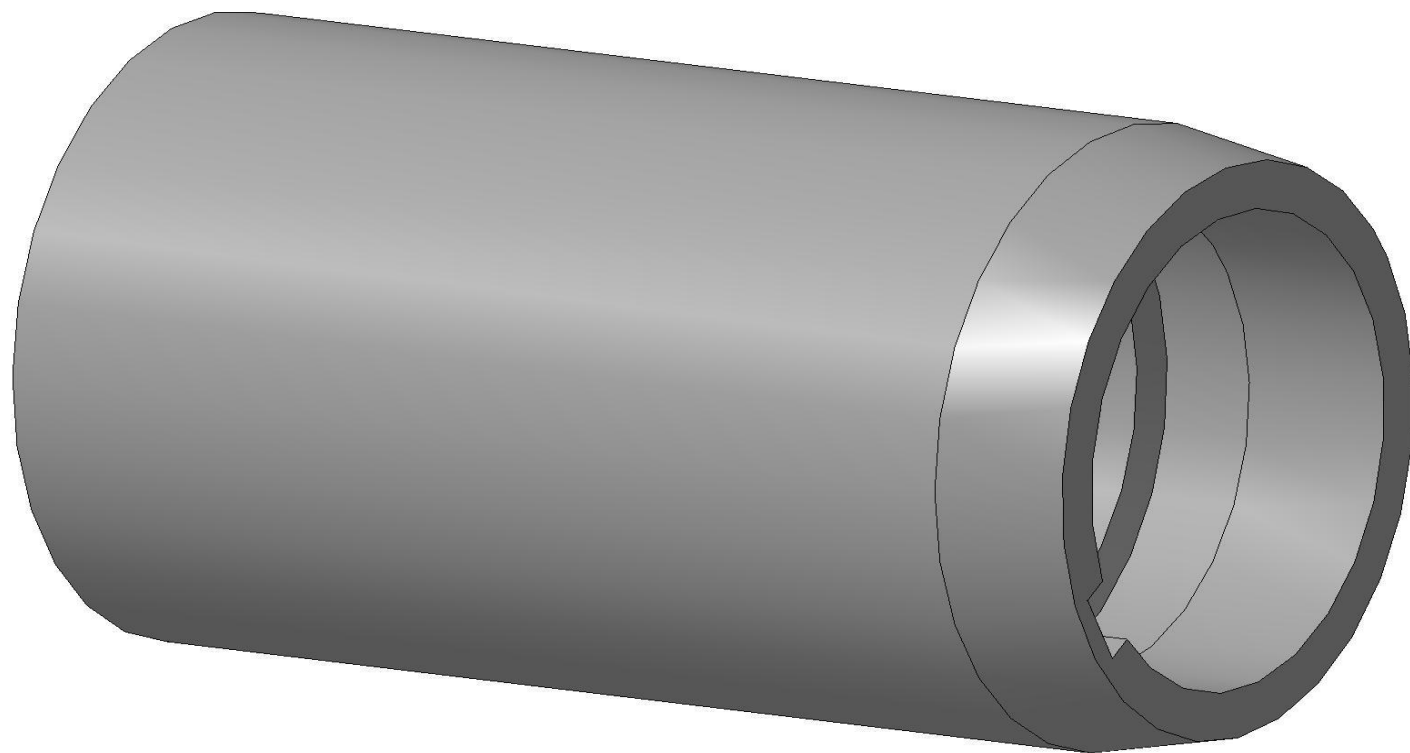
2. Розроблений технологічний процес відновлення з використанням плазмового напилювання забезпечує покращення експлуатаційних характеристик робочих поверхонь сорочки привідного барабану, опираючись на отриманні значення внутрішніх напружень та деформації викликаних впливом наданої температури.

3. Розробці установки з числовим програмним керуванням на базі вузлів компанії «Festo», що дозволяє проводити відновлення поверхонь деталей типу «сорочки вала» з внутрішнім діаметром до 120 мм і довжиною до 500 мм.



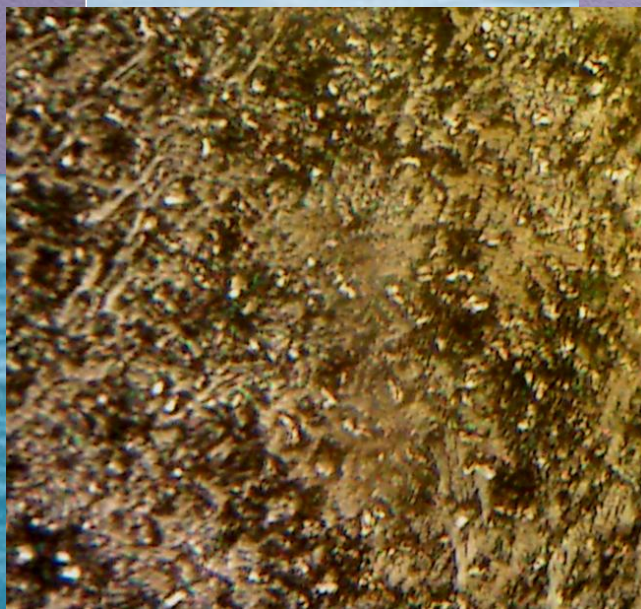
Привідний барабан

1 – сорочка валу; 2 – шпонка; 3 – кришка; 4 – шпонка
 5 – зубчасте колесо; 6 – кришка; 7 – барабан; 8 – вал; 9 – болт;
 10 – підшипник; 11 – ущільнювач гумовий; 12 – кільце шпонкове



3D - модель сорочки привідного барабану

ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРАВЛЕНІ НА ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВІДНОВЛЕННЯ РОБОЧИХ СОРОЧКИ ПРИВІДНОГО БАРАБАНУ

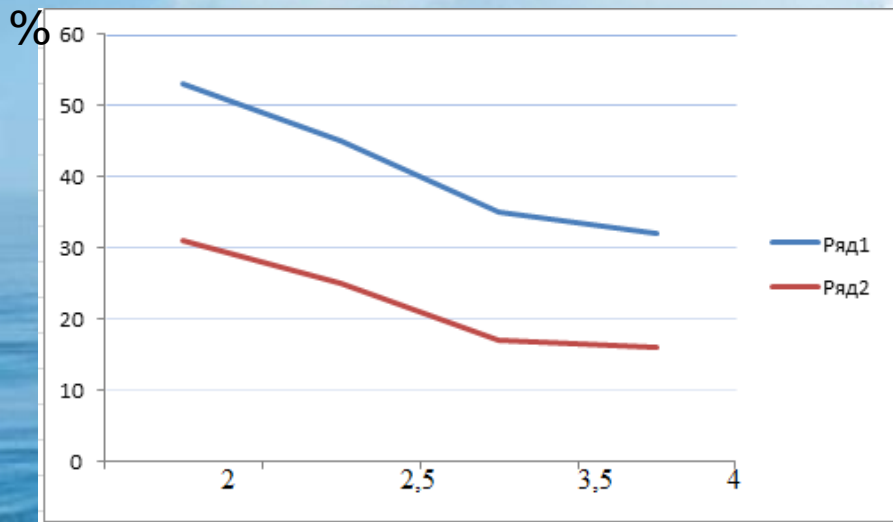


Макрошліфи та мікроструктура сталевого круглого
та плоского зразків після плазмового напилювання

Узагальнені дані щодо прирощення площі і об'єму плями напилювання на ЧПУ

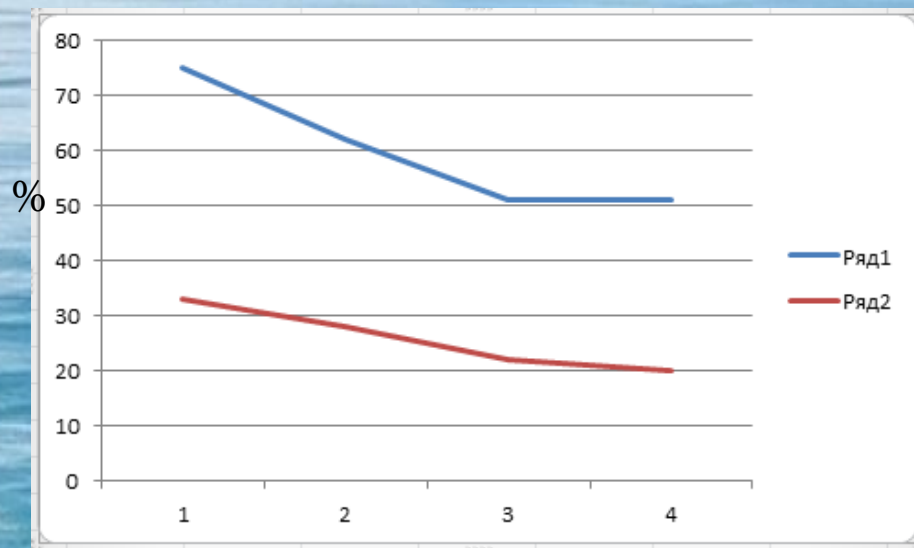
Грануляція порошку, мкм	Витрата порошку, кг/год.	Прирощення площі плями напилення у поперечному перетені, % *	Прирощення площі плями напилення у поперечному перетені, %**	Прирощення площі плями напилення у плані, % *	Прирощення площі плями напилення у плані, %**	Прирощення об'єму плями напилення, %*	Прирощення об'єму плями напилення, %**
63–100	2	37–53	19–31	31–43	22–24	61–75	28–33
	2,5	35–45	17–25	26–34	19–20	50–62	22–28
	3,5	31–35	14–17	20–15	14–15	49–51	14–22
	4	29–32	13–16	18–23	12–14	45–51	12–20
100–160	2	25–33	11–13	17–25	12–13	30–66	11–27
	2,5	23–33	10–14	15–19	7–10	28–59	8–25
	3,5	21–35	8–17	12–17	5–8	25–51	5–22
	4	19–36	7–18	11–16	4–7	24–48	4–21

* - при застосуванні установки з ЧПК; ** - при застосуванні існуючого способу напилювання.



Витрати порошку (кг/год)

**Прирощення площі плями
напилювання у поперечному перетині**



Витрати порошку (кг/год)

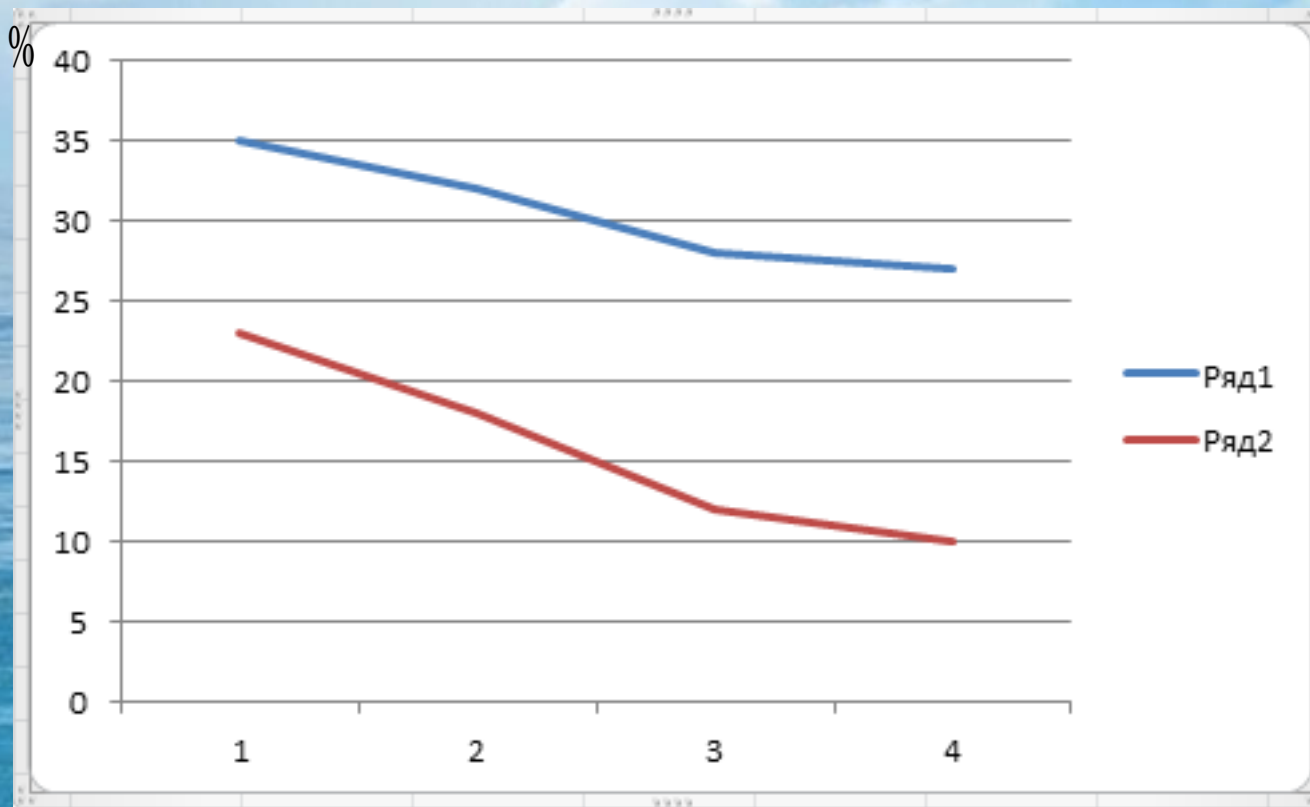
Прирощення об'єму плями напилювання

Узагальнюючі дані щодо зменшення пористості в покритті при напилюванні на ЧПУ

Грануляція порошку, мкм	Витрата порошку, кг/год.	Зменшення загальної пористості по центру плями напилення, % *	Зменшення загальної пористості на периферії плями напилення, %*	Зменшення загальної пористості по центру плями напилення, %**	Зменшення загальної пористості на периферії плями напилення, %**
63 – 100	2,0	26–35	34–40	14–23	21–30
	2,5	24–32	31–37	11–18	17–24
	3,5	21–28	26–33	8–12	13–17
	4,0	20–27	24–32	7–10	11–15
100 – 160	2,0	16–17	17–21	8–9	10–12
	2,5	13–14	15–19	6–7	8–11
	3,5	8–12	11–17	4–5	6–9
	4,0	7–11	9–16	3–4	5–8

* - при застосуванні установки з ЧПК; ** - при застосуванні існуючого способу напилювання

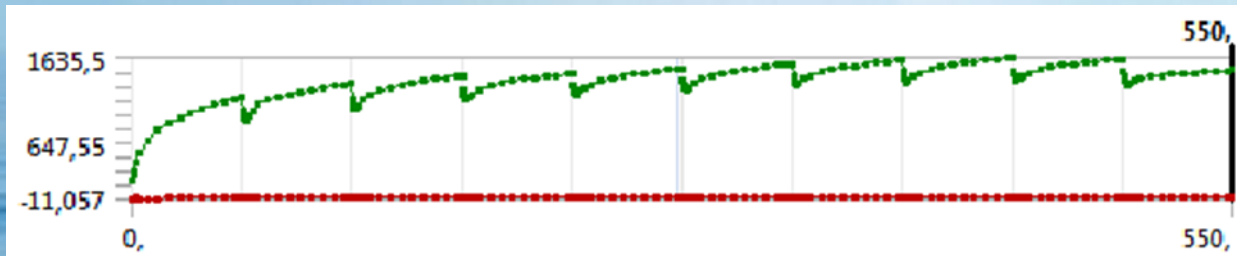
Зменшення загальної пористості по центру плями напилювання



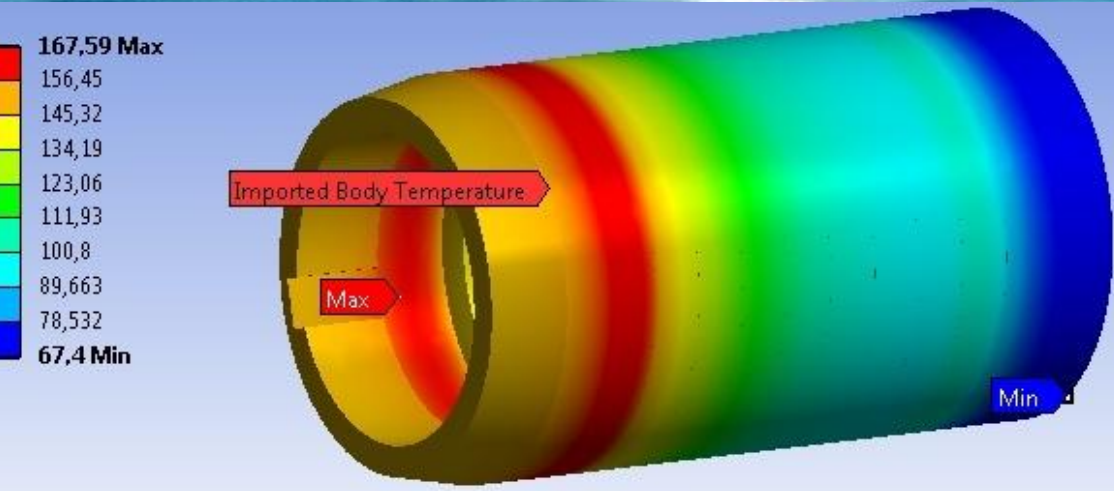
Витрати порошку (кг/год)

ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРНИХ ПОЛІВ ТА НАПРУЖЕНЬ ДЕФОРМАЦІЇ ПРИ НАПИЛЮВАННІ СОРОЧКИ ВАЛА

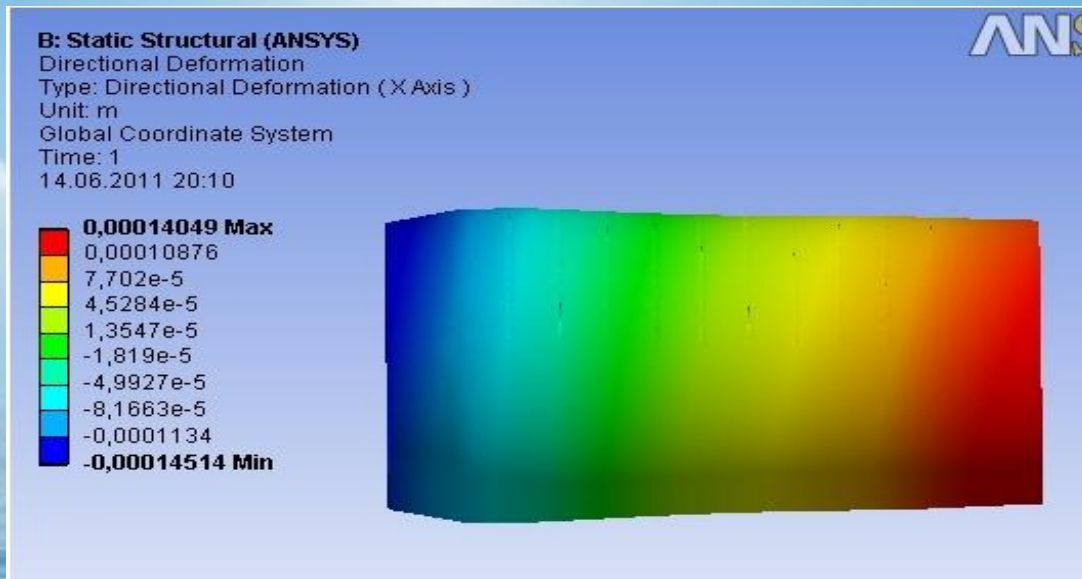
У якості навантаження, для аналізу процесу наплавлення розглядаємо рухомий тепловий потік визначеної потужності, що діє на деталь під час наплавлення



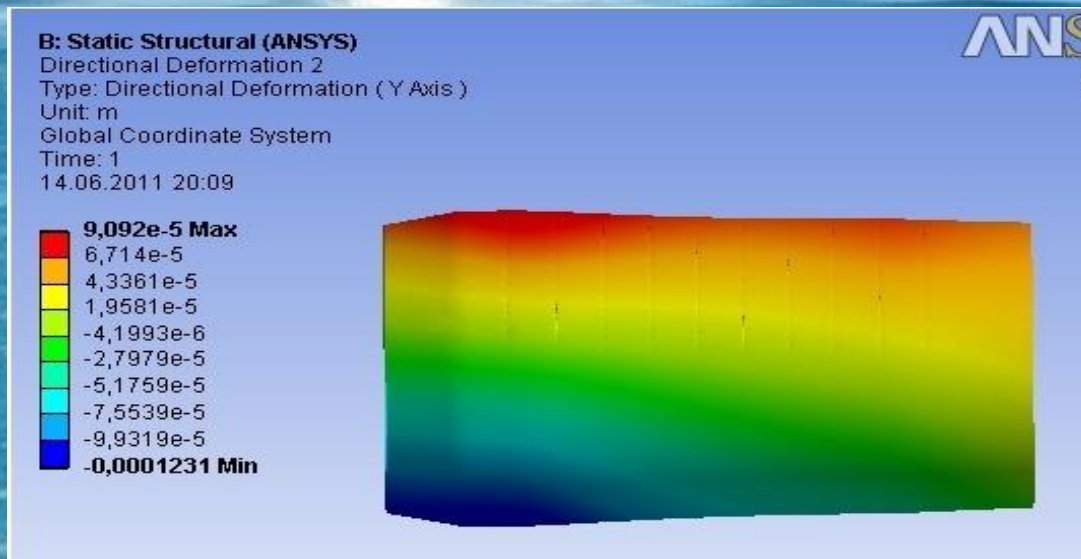
Графічне зображення температури за весь проміжок часу напилювання

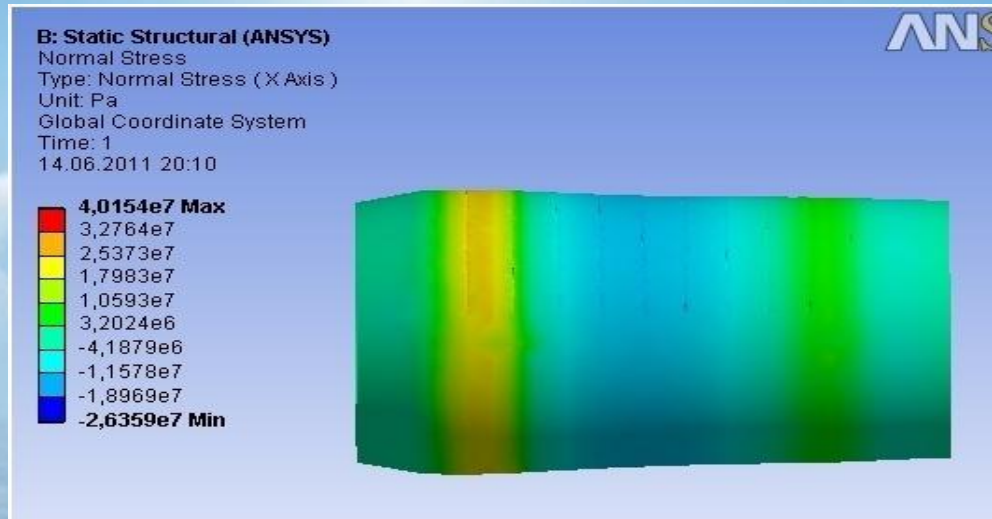


Розподілення температури при нагріві під час напилювання

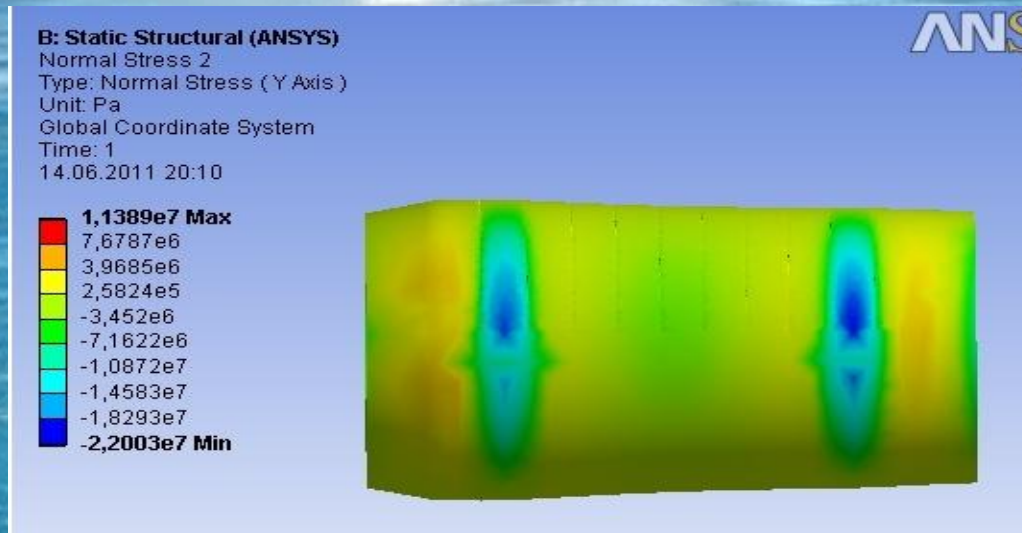


Деформації які утворились відносно осі X і Y- після наплавлення відносно осі X і Y






Напруження які утворюються після наплавлення відносно осі X



Висновки до другого розділу

Аналіз отриманих результатів показав:

- підвищення ефективності застосування плазмового модернізованого устаткування з ЧПК дало змогу отримати якісні поверхневі шари;
- доведено, що при використанні обладнання з ЧПК досягається гармонізація взаємного положення та переміщення розпилювального пристрою відносно деталі, що призводить до збільшення на (35-53)% площі плями напилювання у поперечному перетині, площі у плані – (29-43)% і об'єму на (55-75 %);
- досліджено розподіл температурних полів при відновленні сорочки валу при плазмовому напилюванні. Розподіл температурних полів має неоднорідний характер, що спричинено різною інтенсивністю відходу тепла із зони нанесення покриття у різних напрямках;
- при впровадженні плазмового напилювання з'являється можливість розробки нових принципів конструювання деталей машин і вузлів, внесення корінних змін в технологію виготовлення виробів. При таких способах нанесення покриття можна змінюючи властивості різних ділянок деталі та навколошовної зони, виготовленої з порівняно недорогого конструкційного матеріалу, одержати сплави на робочій поверхні деталі з унікальними характеристиками міцності, зносостійкості і корозійної стійкості;
- встановлено, що запропонований підхід дозволяє підвищити загальну точність визначення внутрішніх напружень та деформації викликаних впливом наданої температури при газотермічному напилюванні.

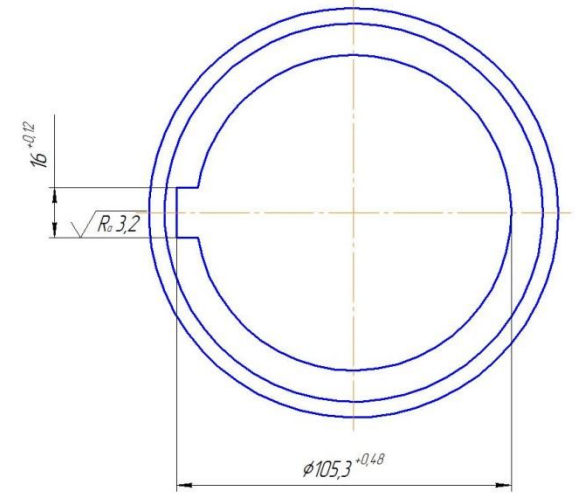
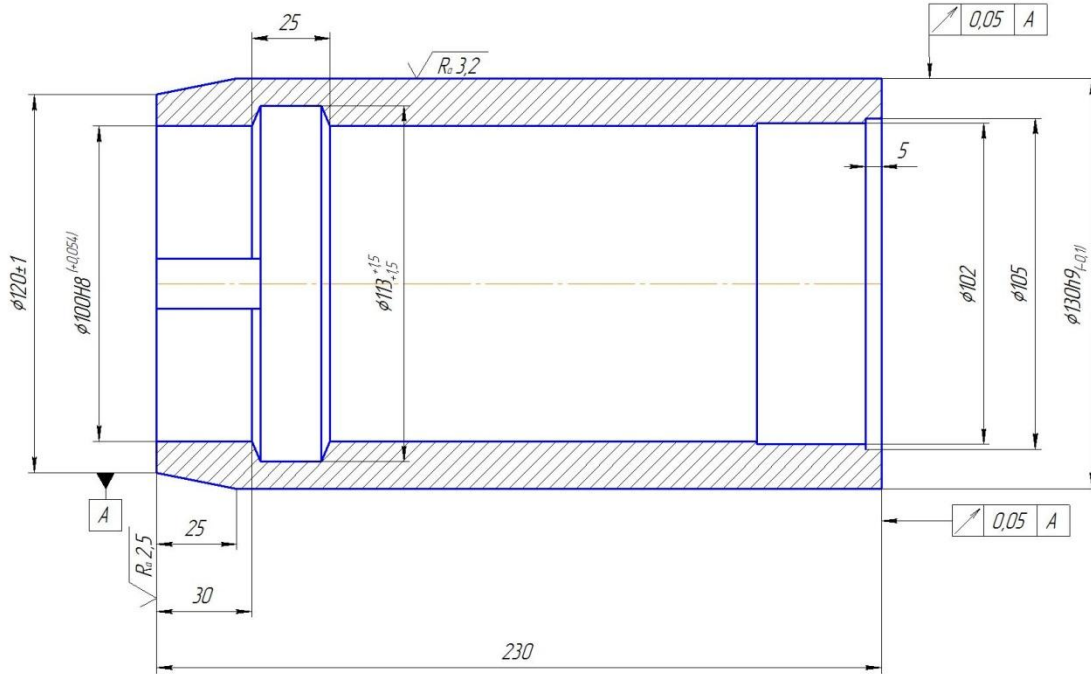


РОЗРОБКА ТА ОБГРУНТУВАННЯ
ПАРАМЕТРІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ
ВІДНОВЛЕННЯ СОРОЧКИ ПРИВІДНОГО
БАРАБАНУ

Робоче креслення сорочки привідного барабану

08-27 МКР.007.01.001

$\sqrt{R_0 12,5}$ (\checkmark)



1. Об'ємне штампування 42... 46 HRC₃
2. На 1/3 довжини поверхні А овальність більш ніж 0,02 мм не допускається

Лист № докум. / Стор. № докум. / Заголовок докум. / Вид, № вид. / Підпис і дата / Маш. № табл. / Лист № табл.

				08-27 МКР.007.01.001				
Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Сорочка вала привідного барабану		Лист	Масса	Масштаб
Разработ	Харьн Р.С.						8,9	1:1
Проб.	Шилна О.П.					Лист		Листов 1
Уконтр.								
Н.контр.				Сталь 40Х ГОСТ 4543-71				
Чтд.				ВНТУ 13В-17м				

Копиробал

Формат А2

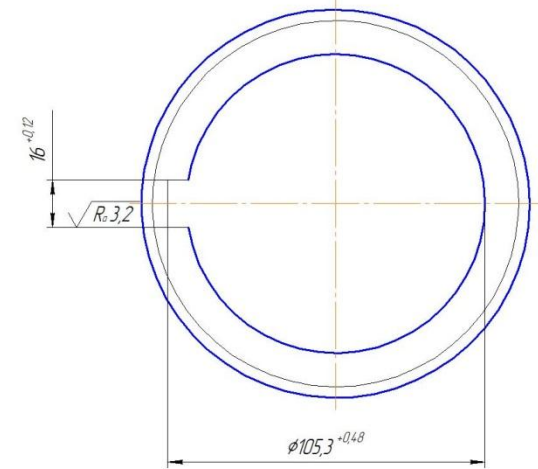
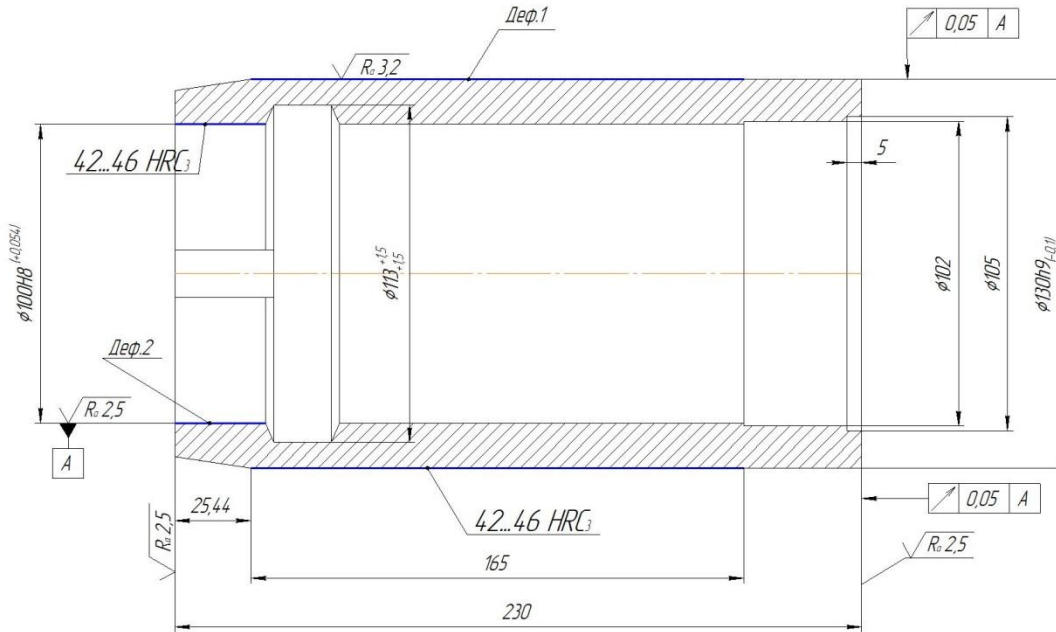
Таблиця 1.1- Хімічний склад % сталі 40X

C	Si	Mn	Ni	Cr	P	S	Cu
0.36	0.17	0.5...	0...	0.8...	до	до	до
...	...	0.8	0.3	1,1	0.025	0,025	0.3
0.44	0.37						

Закордонні аналоги AISI 5135, AISI 5135 H, AISI 5140, AISI 5140 H

Таблиця 1.2 -Технологічні якості сталі 40X

Зарюванність	Важко зварюється
Флокеночутливість	чутлива
Схильність до відпускнуї крихкості	малосхильна



1. Об'ємне загартовування 42...46 HRC₃
2. Шток для виготовлення сорочки вала підбирають з внутрішнім розміром гарантуючим φ100H8 після шліфування.

Дефекти	Коефіцієнт		Основні способи усунення дефектів	Допустимий спосіб усунення дефектів
знас поверхні φ130, до розміру φ129,35	0,8	0,8	плазмове наплення	детонаційне наплення
знас поверхні φ100, до розміру φ100,054	0,8	0,8	плазмове наплення	газополуменебе наплення

				08-27 МКР.007.01.001 Р			
				Сорочка вала привідного барабану			
				Лист	Масса	Масштаб	
					8,9	1:1	
				Лист		Листов	
				Сталь 40Х ГОСТ 4543-71		ВНТУ 13В-17М	

Копірава

Формат А2

Ремонтне креслення вал-шестерні

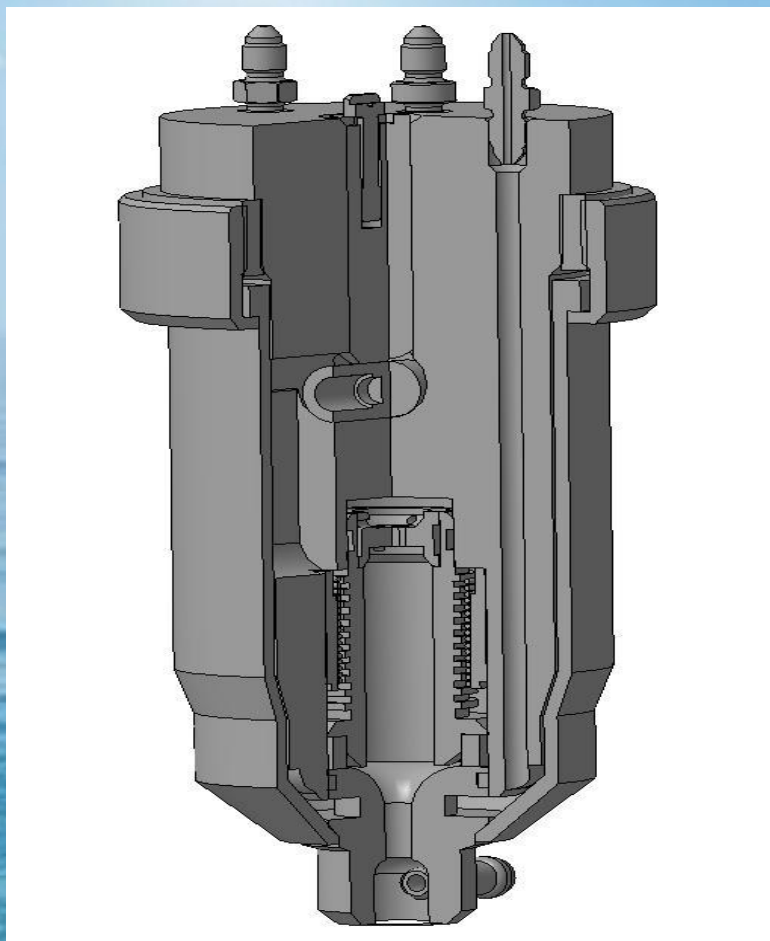
Причинно - наслідкова діаграма Ісікави для сорочки валу



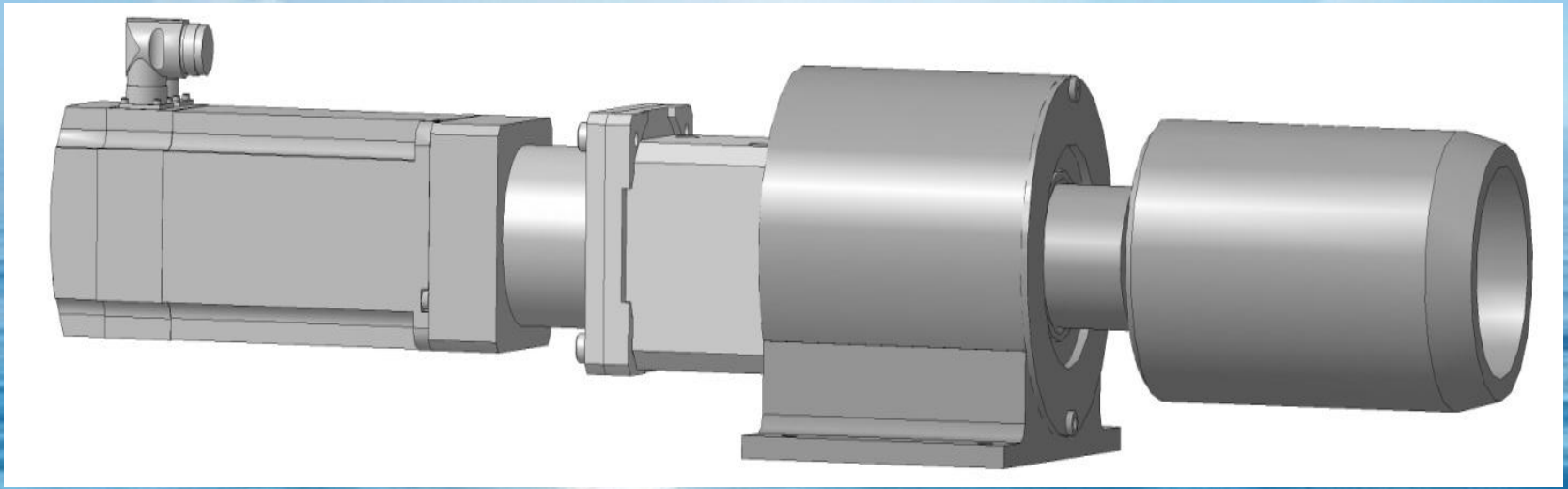
Технологічний процес відновлення сорочки привідного барабану

№ операції	Найменування операції та технічних переходів	Операційний ескіз	Обладнання
005	Мийна 1. Установити і зняти деталь 2. Мити в розчині "Лабамід -101"		Струменева камера машини OM4610
010	Токарна 1. Установити і зняти деталь 2. Точити поверхню 1 до розміру $\varnothing 128$ 3. Розточити поверхню 2 до розміру $\varnothing 102$		Токарно-звинтаризмний верстат 16К20Ф3
015	Напилення 1. Установити і зняти деталь 2. Напилити поверхню 1 до розміру $\varnothing 130,10$ 3. Напилити поверхню 2 до розміру $\varnothing 99,70$		Установка з ЧПК
020	Шліфувальна 1. Установити і зняти деталь 2. Шліфувати поверхню 2 до розміру $\varnothing 100H8^{+0,054}$		Шліфувальний верстат 3К227В

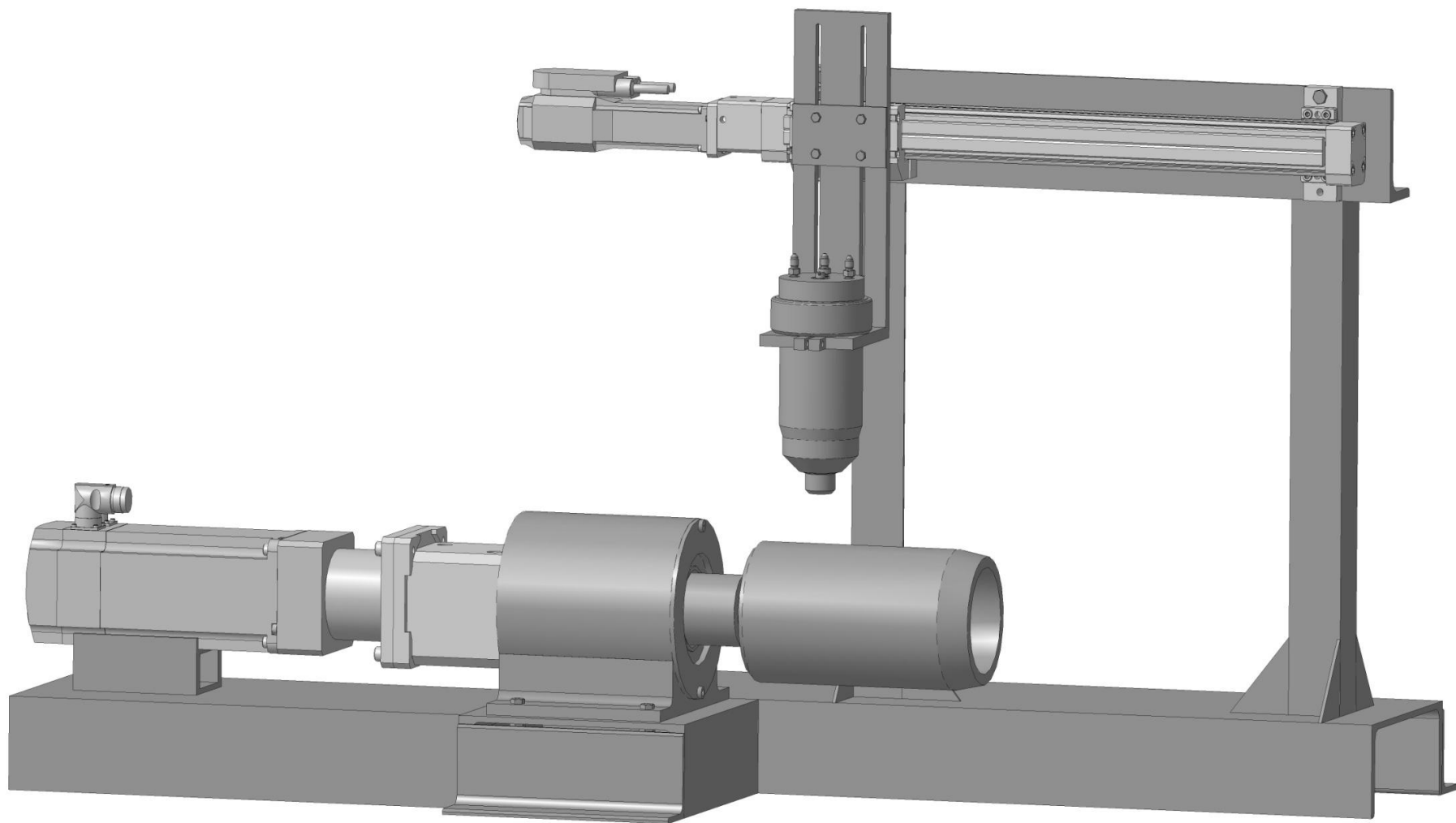
№ операції	Найменування операції та технічних переходів	Операційний ескіз	Обладнання
025	Шліфувальна 1. Установити і зняти деталь 2. Шліфувати поверхню 1 до розміру $\varnothing 130H9_{-0,11}$		Шліфувальний верстат 3М153
030	Контрольна 1. Контролювати поверхню 1 та 2 згідно ескізу 2. Щорсткість обробки поверхні 3. Відхилення розмірів		Стіл контрольний



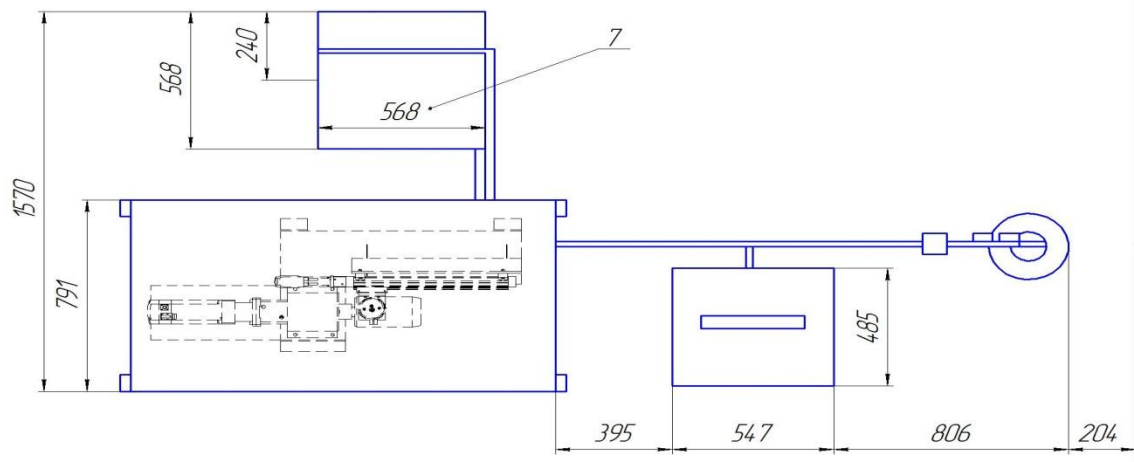
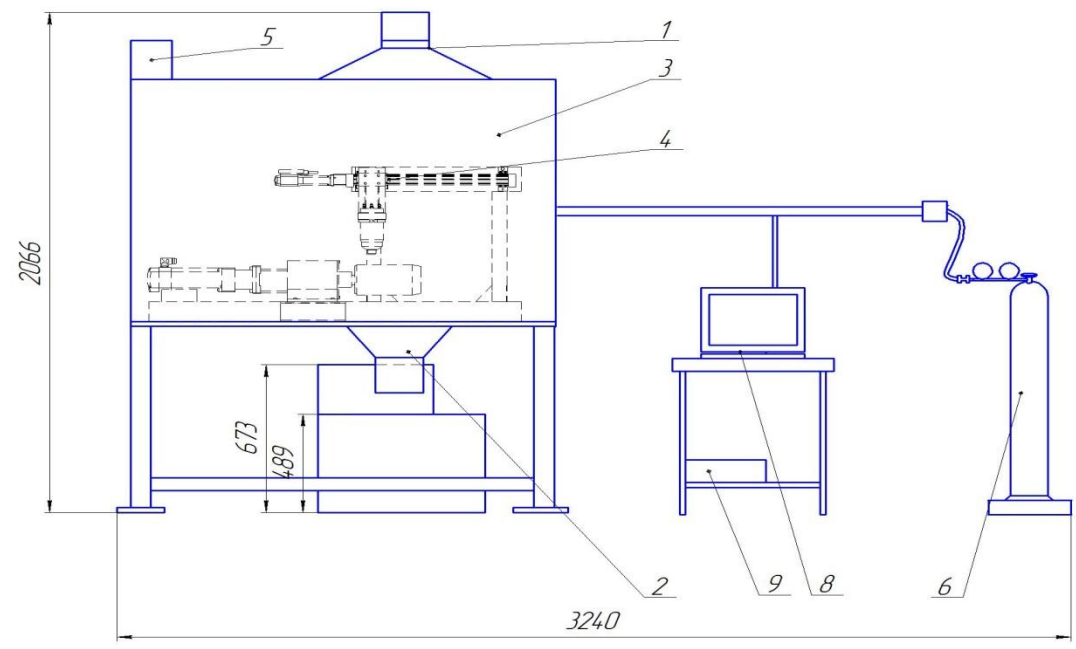
3D модель розпильовального
пристрою



Вузол обертання деталі



3D модель установки з ЧПК



*Разміри для довідок

Лист № _____	Листів у даній _____	Всього листів № _____	Листів у даній _____
Сторінка № _____			

				08-27.МКР.007.04.000 ВЗ		
М. розр.	Лист	М. розр.	Лист	М. розр.	Лист	М. розр.
Розроб.	Калин Р.С.	Лист	М. розр.	М. розр.	Лист	М. розр.
Проб.	Шігалова О.П.	Лист	М. розр.	М. розр.	Лист	М. розр.
І. контр.		Лист	М. розр.	М. розр.	Лист	М. розр.
М. контр.		Лист	М. розр.	М. розр.	Лист	М. розр.
Чит.	Полещук Л.К.	Лист	М. розр.	М. розр.	Лист	М. розр.
				Робоче місце (вид загальний)		
				Лист	Масса	Масштаб
						1:1
				Лист	Листов	Т
				ВНТУ		
				ст.гр.138-17м		
				Формат А2		

Висновки до третього розділу:

1. Проведений аналіз існуючих технологічних процесів відновлення деталей типу «сорочка валу» показав, що в процесі відновлення в одному технологічному циклі в різній послідовності виконується операції нагріву, деформації і охолодження деталі.
2. В результаті роботи сорочки валу виникає пошкодження як зовнішньої так і внутрішньої поверхонь сорочки. Середній знос 0,25-0,5 мм, що вимагає відновлення до номінального розміру.
3. Застосували причинно-наслідкову діаграму (діаграми Іссікави) для дослідження причин виникнення проблем та умов погіршення якості сорочки вала. Ця діаграма добре показує співвідношення між наслідком, результатом і різними причинами, що впливають на якість сорочки вала привідного барабану.
4. На основі проведення дефектування деталі розроблено технологічний процес відновлення зношених поверхонь сорочки валу, визначенно кількість переходів, припуски на механічну обробку та розрахунок їх режимів; режимів напилювання зносостійкого покриття на робочі поверхні.
5. Для реалізації процесу відновлення розроблено технічну документацію.
6. Розроблена установка з числовим програмним керуванням на базі вузлів компанії «Festo», що дозволяє проводити відновлення поверхонь деталей типу «сорочки вала» з внутрішнім діаметром до 120 мм і довжиною до 500 мм.
7. Креслення деталі, ремонтне креслення та маршрутна карта технологічного процесу виконані за допомогою програми КОМПАС 3D.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ:

1. Показано, що газотермічні способи нанесення покриттів сприяють можливості розробки нових принципів конструювання деталей машин і вузлів, внесення корінних змін в технологію виготовлення виробів.

2. Доведено, що за рахунок впровадження конструкції обладнання з ЧПК досягається гармонізація взаємного положення та переміщення розпилювального пристрою відносно деталі, що призводить до збільшення на 35-53% площі плями напилювання у поперечному перетині, площі у плані – 29-43% і об'єму на 55-75 %.

3. Визначенні температурні поля, які виникають під час завершальної стадії напилювання сорочки вала приводного барабану, методом кінцево-елементного аналізу призводять до суттєвої зміни структури і появи теплових напружень.

4. Розроблений технологічний процес відновлення з використанням плазмового напилювання забезпечує покращення експлуатаційних характеристик робочих поверхонь сорочки вала, опираючись на значення внутрішніх напружень та деформації викликаних впливом наданої температури і їх вплив є надто незначним, а отже подальша термічна та механічна (правка) обробка є непотрібною і дозволяє забезпечити твердість та відповідну зносостійкість робочих поверхонь.

5. Розроблена установка з числовим програмним керуванням на базі вузлів компанії «Festo», що дозволяє проводити відновлення поверхонь деталей типу «сорочки вала» з внутрішнім діаметром до 120 мм і довжиною до 500 мм.

6. Використання модернізованого технологічного процесу на підприємстві дозволить отримати позитивний економічний ефект і потребує від інвестора 10000 грн. капітальних вкладень.

- термін окупності 0,15 року.

7. технологічний процес відновлення відповідає вимогам охорони праці та безпеки в надзвичайній ситуації..

Дякую за увагу!

