

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра ГМ

ПОНОМАРЕНКО ОЛЕКСАНДР СЕРГІЙОВИЧ

ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВІДНОВЛЕННЯ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ БАНДАЖУ  
КОЛЕСА ТРАМВАЮ

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи  
к.т.н., доц.Шиліна О.П.

Вінниця – 2019

# *Метою магістерської кваліфікаційної роботи є:*

*У підвищенні якості відновлення та зміцненні робочих поверхонь бандажу колеса трамваю за рахунок впровадження сучасних методів відновлення із врахуванням умов експлуатації та причин появи дефектів.*

## *Задачі магістерської кваліфікаційної роботи :*

- 1) на основі аналізу службового призначення вузла та деталі провести дефектування бандажу колеса трамваю з метою виявлення несправностей;
- 2) вибрати та обґрунтувати раціональний спосіб відновлення та зміцнення зношених поверхонь і на основі цього розробити маршрут технологічного процесу відновлення бандажу колеса трамваю;
- 3) спроектувати пристрій необхідний для відновлення зношених поверхонь;
- 4) дослідити властивості та структури наплавленого робочого шару металу різними електродами у тому числі легованими.
- 5) розрахувати виробничу собівартість та ціну реалізації нового технічного рішення з метою визначення прибутку, який може отримати виробник протягом року від реалізації нового технічного рішення.

**Об'єкт дослідження.** Процеси формування зносостійких робочих поверхонь при використанні легованого наплавочного дроту, який сприяє утворенню менших за довжиною зон термічного впливу.

**Предмет дослідження.** Механізм впливу легувальних елементів у наплавочному дроті на утворення зон термічного впливу.

# Наукова новизна одержаних результатів.

- ▶ Теоретично та експериментально обґрунтовані процеси відновлення та ремонту бандажу колеса V-0175 трамваю КТ4SU з метою підвищення їх надійності.
- ▶ Досліджено склад та властивості наплавленого шару та обґрунтовано вибір ефективних матеріалів для наплавлення та напилювання.
- ▶ Показано, що при наплавленні порошковою стрічкою за допомогою двох дуг відбувається повільне охолодження поверхневого шару чим досягається утворення пластичних структур і виключається утворення мартенситу.
- ▶ Вперше показано мікроструктуру навколошовної зони зварного шва під впливом легуючих елементів наплавочного дроту, який сприяє утворенню менших за довжиною зон термічного впливу

# Практичне значення одержаних результатів

полягає в наступному:

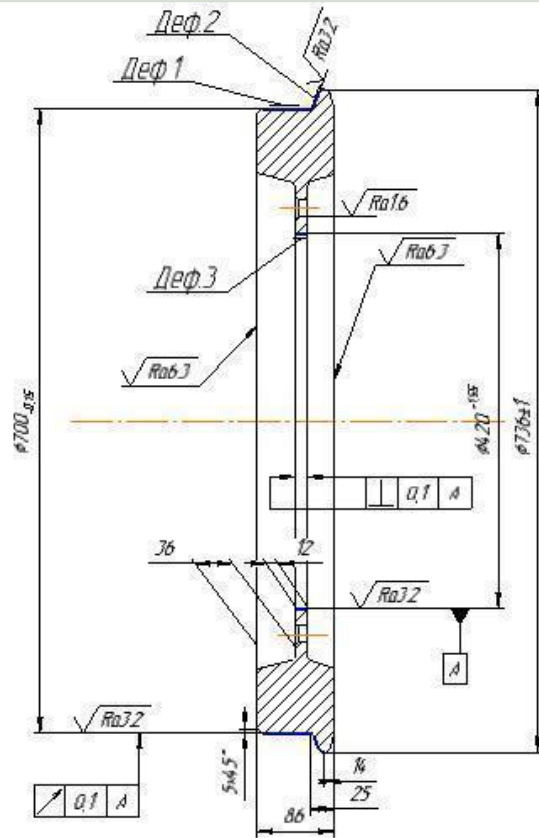
- проведені дослідження на натуральних зразках показало зміну властивостей структурних перетворень при наплавленні порошковою стрічкою;
- розроблено універсальну установку з числовим програмним керуванням, яка здатна підвищити якість процесу відновлення робочих поверхонь деталі;
- розроблено пристрій нанесення покриттів з експлуатаційними властивостями на робочу поверхню;
- розроблено технологічний процес відновлення бандажу колеса трамваю, який значно підвищує ресурс роботи відновлених поверхонь при зниженні собівартості витрат;



# Ремонтне креслення бандажа колеса трамвая

08-27 МКР.006.01001Р

√ Ra125 (√)



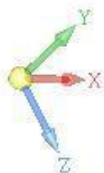
№ дефекту	Вид дефекту	Коефіцієнт повторюваності дефекту від загальної кількості деталей	Коефіцієнт повторюваності дефекту від загальної кількості деталей	Основний спосіб усунення дефекту	Допустимий спосіб усунення дефекту
1 2	Знос зривів бандажів Знос зовнішньої поверхні гвинта	0,7	0,75	Електродугова напайка з металізованим проводом дротом та стрічкою ГОСТ 26271-84	Напайка від шпору флансу
3	Знос внутрішньої поверхні	0,4	0,45	Плазмова напайка	Газотермічне наплення

1. Розміри для вайдок
2. НРС 40.47
3. Не враховані технічні вимоги по ОСТ 4Г0070.04
4. НН, НН, -НТ 1/2
5. Гострі краї притупити, R=1мм

Бандаж не приймається на відновлення за наявності тріщин та сколів.

08-27 МКР.006.01001Р			
Бандаж (ремонтне креслення)			
№	19к2	125	
Сталь 50 ГОСТ1050-84 ВНТУ, ЗВ-18М			

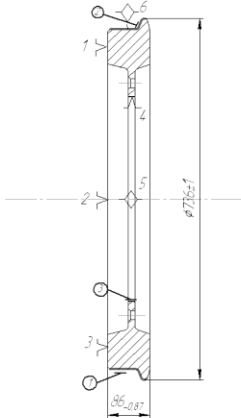
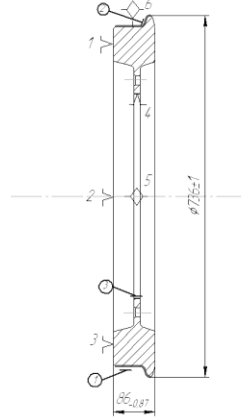
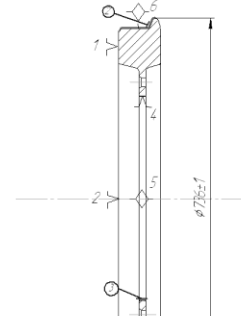
# 3-D модель бандажа колеса трамвая

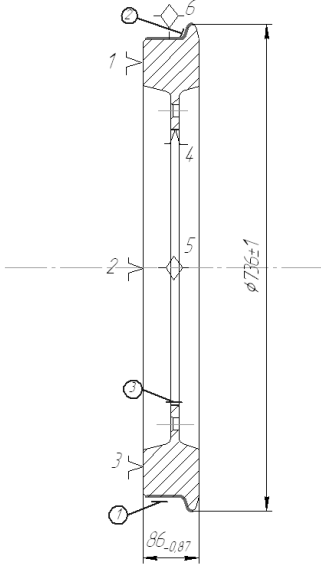
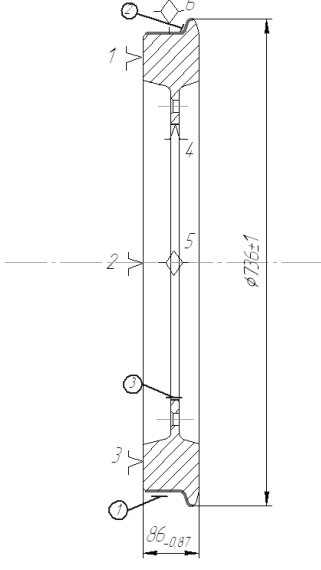




# Фотографія колеса трамваю із закріпленим бандажем



№	Назва операції та зміст переходу	Ескіз обробки та схема установки	Обладнання
005	Миття Мити дандок в розчині лавонід 101		Струменева камерна машина ОМ-4610
010	Дефектація Провести дефектацію деталі		Стіл для контролю
015	Токарна 1. Встановити деталь 2. Точити поверхню 1 3. Точити поверхню 2 4. Точити поверхню 3 5. Зняти деталь		1. Токарний карусельний верстат моделі КС-112.
020	Напильвальна 1. Встановити деталь 2. Напильвати поверхню 1 3. Напильвати поверхню 2 4. Зняти деталь		1. Установка для напильвальня на базі токарного верстата 1А-64. 2. Напильвальна головка ОКС-6569.
025	Напильвальна 1. Встановити деталь 2. Напильвати поверхню 3 3. Зняти деталь		1. Установка для напильвальня на базі токарного верстата 1А-64. 2. Напильвальна головка ОКС-6569.

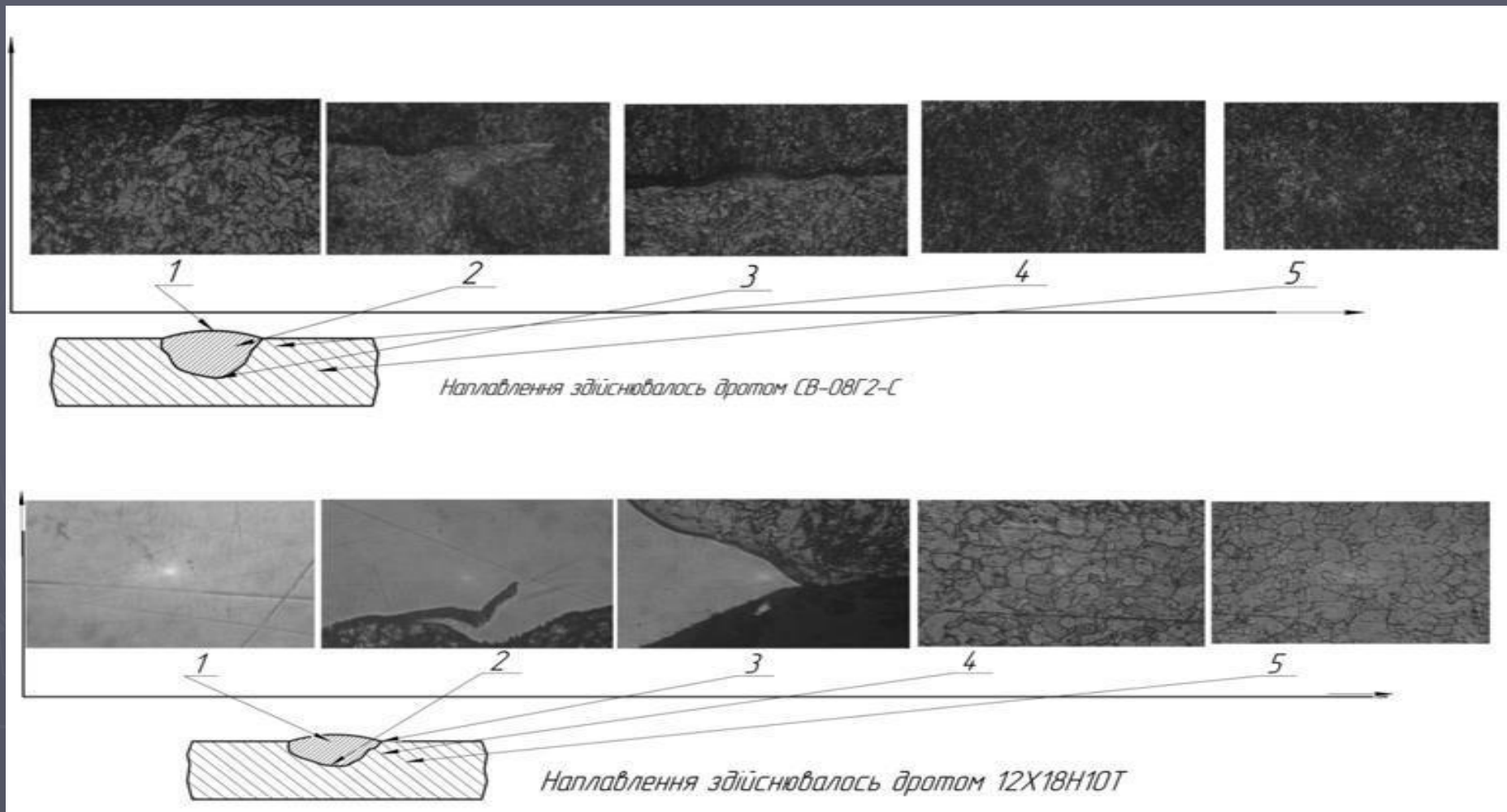
№	Назва операції та зміст переходу	Ескіз обробки та схема установки	Обладнання
030	<p style="text-align: center;"><i>Токарна</i></p> <p>1. Встановити деталь 2. Точити поверхню 1. 3. Точити поверхню 2. 4. Точити поверхню 3. 5. Зняти деталь.</p>		<p>1. Токарний карусельний верстат моделі КС-112.</p>
035	<p style="text-align: center;"><i>Шліфувальна</i></p> <p>1. Встановити деталь 2. Шліфувати поверхню 3. 3. Зняти деталь.</p>		<p>1. Внутрішньошліфувальний верстат ЗК228А. 2. Стакан кріпильний</p>
040	<p style="text-align: center;"><i>Контрольна</i></p>		<p style="text-align: center;"><i>Стіл контрольний</i></p>

# Вплив легувальних елементів наплавочного дроту на мікроструктуру навколошовної зони

**Метою роботи** є дослідження, яке полягає у визначенні мікроструктури навколошовної зони зварного шва під впливом легуючих елементів наплавочного дроту.

**Об'єктом дослідження** є навколошовна зона зварного шару на конструкційній сталі Ст.3, що утворилась при наплавленні електродними дротами 12Х18Н10 та СВ-08Г2С.

## Мікроструктури зон термічного впливу:



При напавленні дротом 12Х18Н10 зона термічного впливу значно менша у порівнянні з зоною термічного впливу при напавленні СВ-08Г2С. Утворення структури складно легованого фериту з включеннями та дрібним зерном і спостерігається плавний перехід до основного металу.

Дріт 12Х18Н10 має корозійну стійкість за рахунок утворення складних карбідів, які розчинились та перемішалися в результаті процесі зварювання. Напавлений шар поверхні буде стійким до середнього середовища за рахунок утворення окисних плівок.

Конструктивні параметри плазмового розпилювача.

Найбільш впливають на працездатність розпилювача параметри електродного вузла. До них відносяться діаметр сопла  $d_c$ , довжина каналу сопла  $l_c$ , профілювання каналу сопла, заглиблення електрода в соплі  $l_3$ , довжина прив'язки самовстановлюючої або фіксованої анодного плями ( $l_n$ ), характер і місце введення розпилюємого матеріалу щодо зрізу сопла, діаметр ( $d_e$ ), кут заточки ( $\alpha_e$ ) і діаметр пригуплення ( $d_n$ ) електрода.

Діаметр сопла основний вплив здійснює на швидкість витікання плазмового струменя і, відповідно, на швидкість і температуру напилюваних частинок. Зазвичай  $d_c = 3-8$  мм.

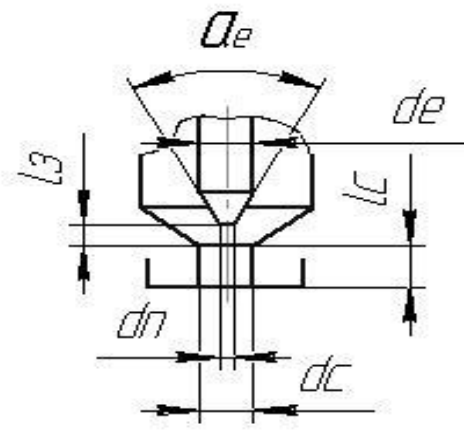


Рисунок — Конструктивні параметри соплової частини плазмового  
однодугового розпилювача

Довжину каналу сопла вибирають мінімальною для підвищення теплового ККД розпилювача. При коротких соплах анодна пляма розміщується на його торцевій частині. Разом з тим збільшення довжини дуги підвищує тепловий ККД.

# Плазмовий розпилювальний пристрій

та його 3-D модель

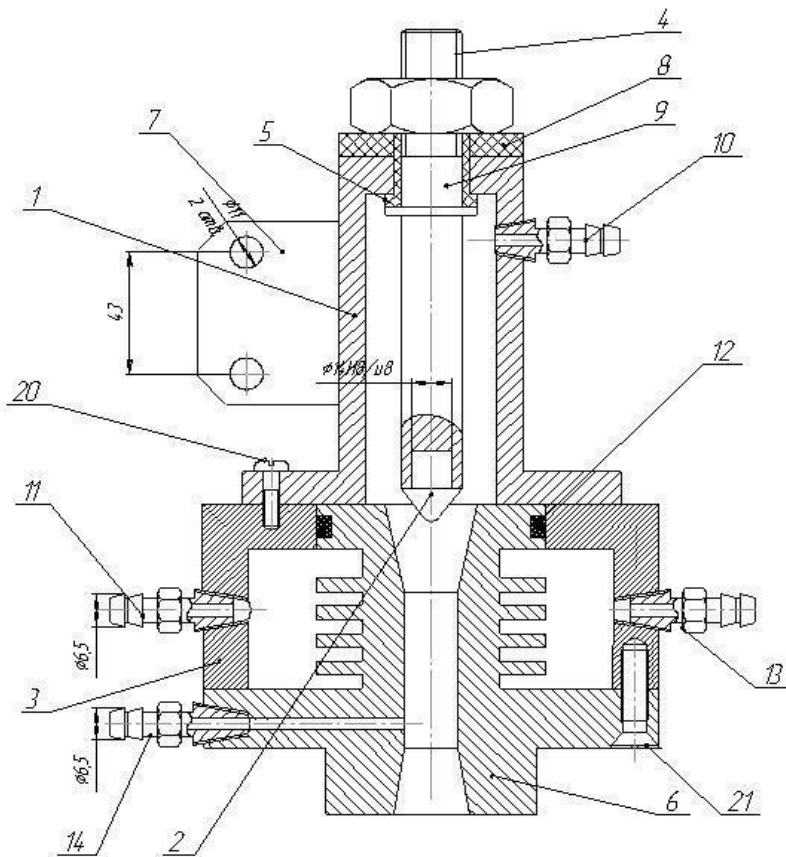
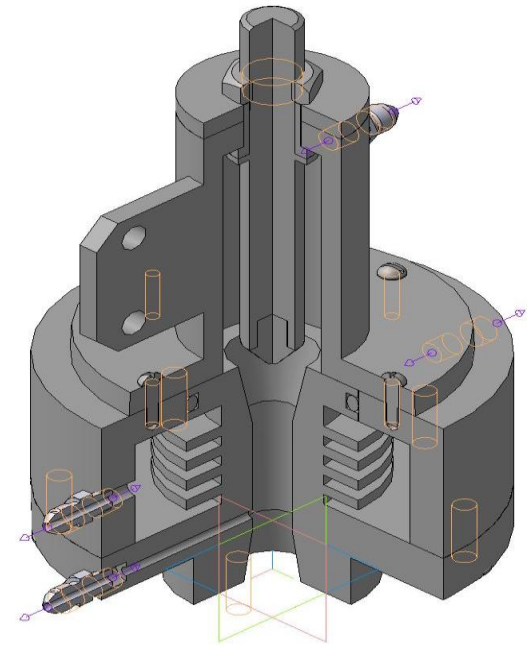
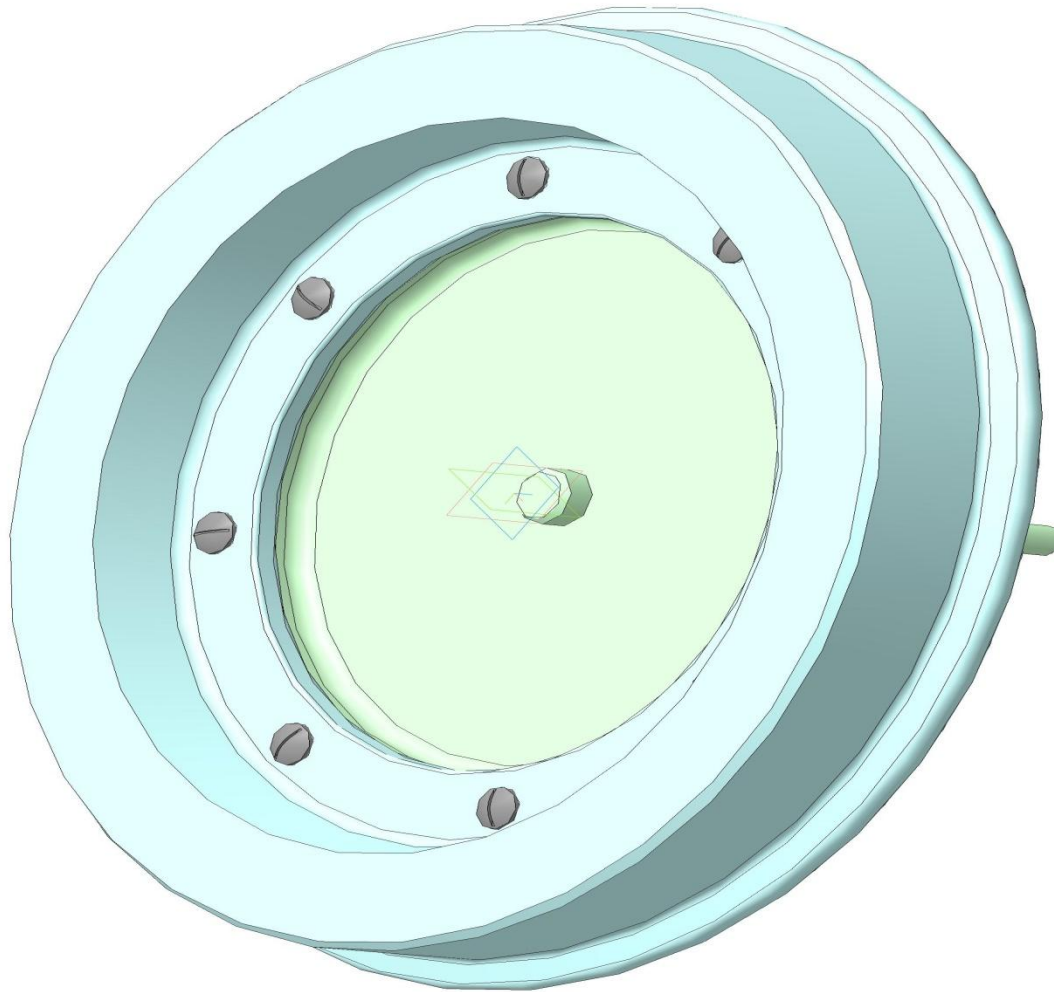


Рисунок — Плазмовий розпилюючий пристрій

1- катодотримач, 2 – вольфрамова вставка, 3– корпус, 4 – катод, 5,8 - ізолятор; 6 – анод сопло; 7 – кронштейн; 10 – штуцер для подачі плазмоутворюючого газу, 11, 13 – штуцера для подачі охолоджувальної рідини 12 – манжета, 14 – штуцер для подачі розпилюючого матеріала 20, 21– гвинти.

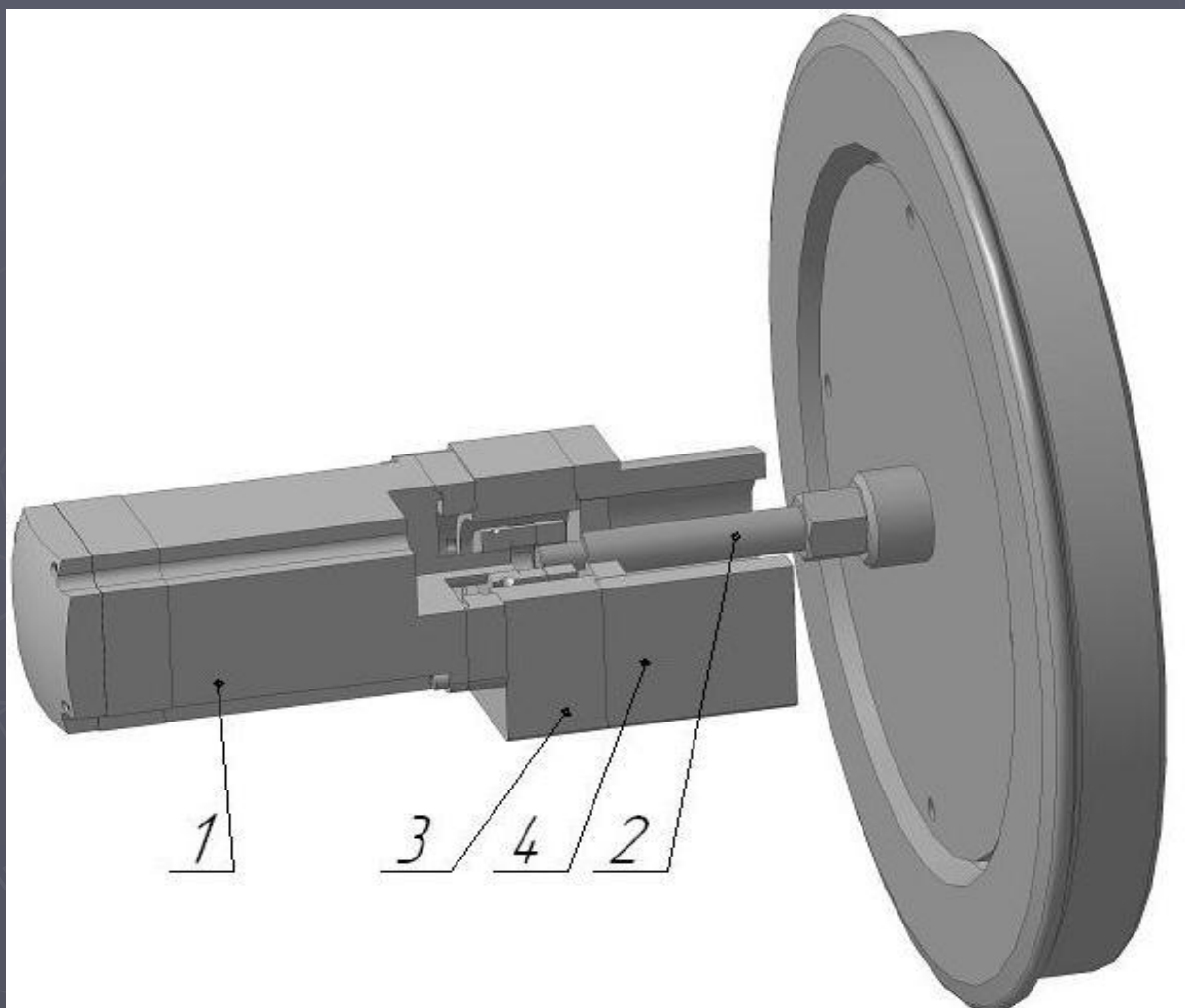


# 3-D модель планшайбы з деталлю

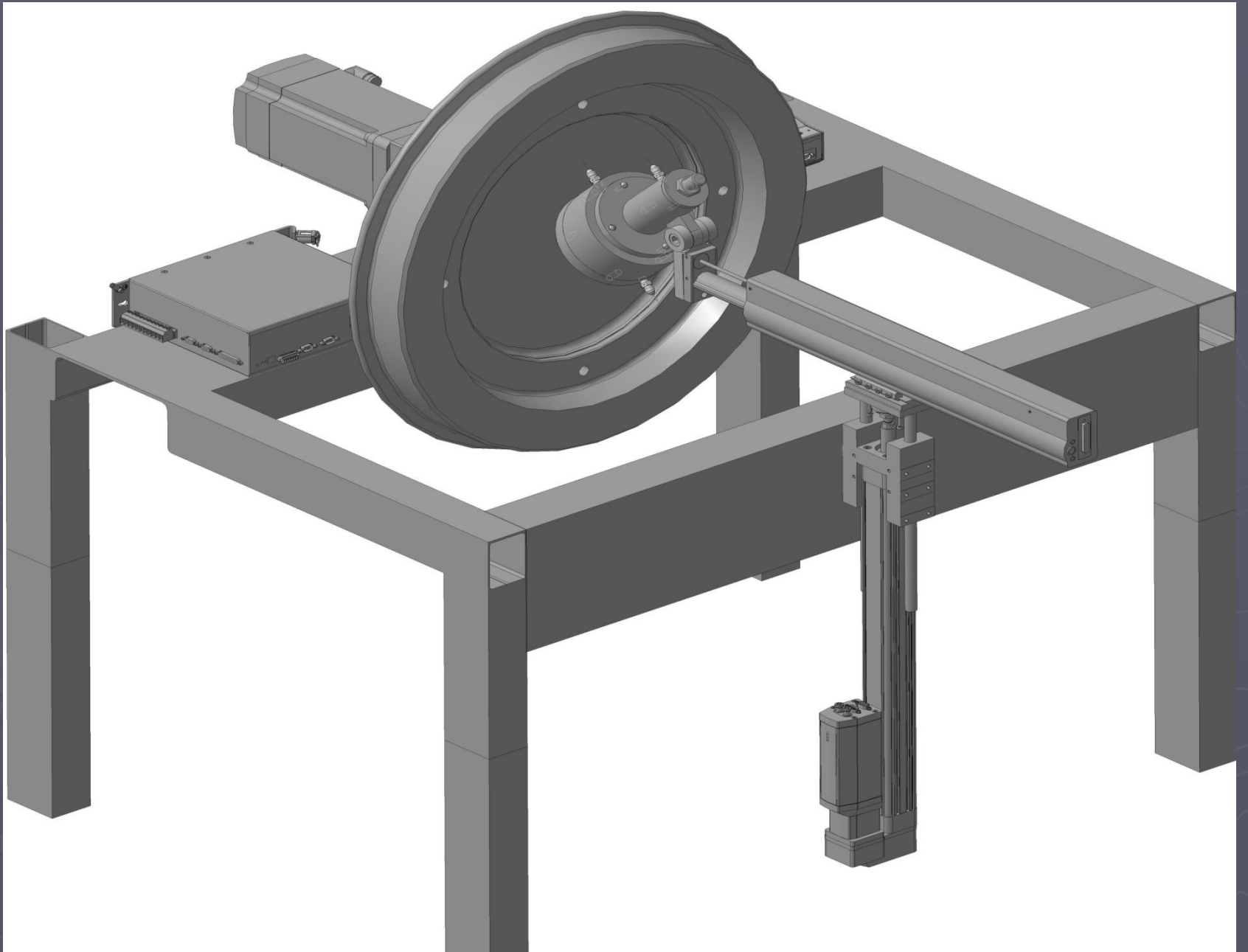




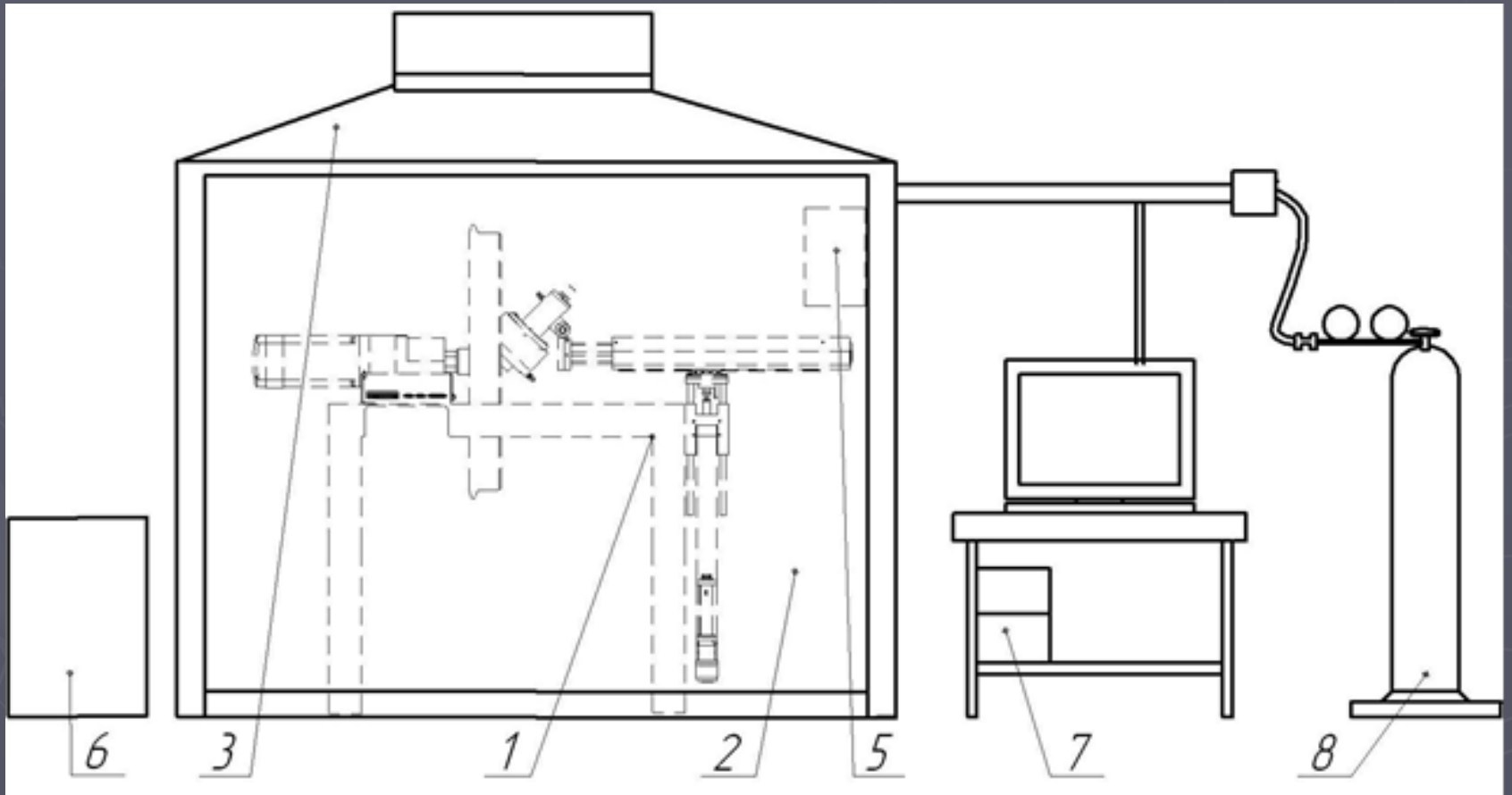
# 3-D модель привода обертання



# 3D модель установки з ЧПК



# Робоче місце



## *Загальні висновки*

легувальні елементи наплавочного дроту сприяють утворенню поверхневих шарів з меншою довжиною зони термічного впливу, наплавлений шар поверхні отримав властивості складно легovanого фериту, які захищають поверхню деталі від дії агресивного середовища та надають йому спеціальних експлуатаційних властивостей.

показано, що при наплавленні порошковою стрічкою утворюється дві дуги. Перша дуга створює тепловий потік у металі деталі і наплавляє; друга дуга переплавляє метал, що наплавила перша дуга. В результаті відбувається повільне охолодження чим досягається утворення пластичних структур і виключається утворення мартенситу.

на основі проведення дефектації деталі розроблено технологічний процес відновлення зношених поверхонь бандажу колеса V-0175 трамваю КТ4SU, визначено кількість переходів, припуски на механічну обробку та проведено розрахунок режимів токарної обробки, режимів наплавлення та напилення відповідних поверхонь колеса трамваю,

в результаті патентного пошуку та проведеного аналізу запропоновано конструкцію плазмотрону для нанесення покриттів з експлуатаційними властивостями;

на базі “Festo” спроектовано :

розпилювальний пристрій ;

механізм для обертання деталі;

установку для відновлення та робоче місце.

- проведено розрахунки САПР за допомогою «КОМПАС-3D V12» ;

техніко економічні розрахунки показали, що термін окупності вкладених у