Вінницький національний технічний університет

Факультет машинобудування та транспорту

Кафедра галузевого машинобудування

ВНТУ Матеріалознавство

Пояснювальна записка

до магістерської кваліфікаційної роботи

на тему: ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВІДНОВЛЕННЯ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ БАНДАЖУ КОЛЕСА ТРАМВАЮ

Виконав: студент 2 курсу, групи 13В-18м
спеціальності 132 – «Матеріалознавство»
(шифр і назва спеціальності)
Пономаренко Олександр Сергійович
(прізвище та ініціали)

Керівник к.т.н., доц. Шиліна О.П.
(прізвище та ініціали)

Вінниця – 2019 р.

Вінницький національний технічний університет

Created by Universal Document Converter

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет машинобудування та транспорту
Кафедра галузевого машинобудування

Освітньо-кваліфікаційний рівень «магістр»

Спеціальність 132 – «Матеріалознавство»

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
завідувач кафедри ГМ
д.т.н., професор Поліщук Л.К.

«__02_» __жовтня__ 2019 р.

З А В Д А Н Н Я
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Пономаренко Олександр Сергійович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Підвищення якості відновлення робочих поверхонь бандажу колеса трамваю
керівник роботи Шилина Олена Павлівна, к.т.н., доцент, каф. ТПЗ,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом ВНТУ від від « 02 » жовтня 2019 року № 254 .
2. Строк подання студентом проекту (роботи): 18.12.2019 року .
3. Вихідні дані до роботи:
Креслення бандажу колеса трамваю
Режим роботи : довготривалий
Річна програма відновлення деталей N=500 шт.;
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Вступ; Розділ 1. Сучасний стан наукової проблеми і шляхи її вирішення; Розділ 2. Дослідження направлені на підвищення якості відновлення робочих поверхонь; Розділ 3. Підвищення якості відновлення робочих поверхонь бандажу колеса трамваю; Розділ 4. Розрахунок економічної ефективності інноваційного рішення; Розділ 5. Охорона праці і безпека в надзвичайних ситуаціях; Загальні висновки; Список використаних джерел; Додатки.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):
1. Робоче креслення деталі; 2. Ремонтне креслення деталі; 3.Креслення плазмового розпилювача; 4. Креслення обертача; 5. Установка з числовим програмним керуванням; 6. Робоче місце.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

ВНТУ Матеріалознавство

Created by Universal Document Converter

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Спеціальна частина	Шиліна О.П., к.т.н., доц., кафедри ГМ	2.10.2019р.	10.12.2019р.
Економіка виробництва	Лесько О.Й., д.е.н., проф., завідувач кафедри ЕПВМ	2.10.2019р.	10.12.2019р.
Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	Віштак І.В, доцент кафедри БЖД та ПБ	2.10.2019р.	10.12.2019р.

7. Дата видачі завдання « 2 » лютого 2019 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ /п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
	Формування та затвердження теми магістерської кваліфікаційної роботи (МКР)	02.10.19 р.	
	Виконання спеціальної частини МКР. Перший рубіжний контроль виконання МКР	26.10.19 р.	
	Виконання спеціальної частини МКР. Другий рубіжний контроль виконання МКР	15.11.19 р.	
	Виконання розділу «Економіка виробництва»	27.11.19 р.	
	Виконання розділу «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях»	15.11.19 р.	
	Попередній захист МКР	10.12.19 р.	
	Нормоконтроль МКР	10.12.19 р.	
	Опонування МКР	15.12.19 р.	
	Захист МКР	18.12.19 р.	

Студент _____ Пономаренко О.С.
(підпис)

Керівник проекту _____ Шиліна О.П.
(підпис)

ВНТУ Матеріал ознайомлення

Created by Universal Document Converter

РЕФЕРАТ

Дана магістерська кваліфікаційна робота присвячена питанню підвищення якості відновлення робочих повехонь бандажу колеса трамваю шляхом автоматизації робочого процесу, використання новітніх розробок відновлювального обладнання.

Магістерська кваліфікаційна робота складається із вступу, 5 розділів, загальних висновків та додатків. Загальний обсяг роботи 97 стор., у тому числі 19 рис., 22 табл., 33 літературних джерел.

Предмет дослідження – механізм впливу легувальних елементів у наплавочному дроті на утворення зон термічного впливу.

Робота складається з п’яти розділів:

1. Сучасний стан наукової проблеми і шляхи її вирішення;

2. Дослідження направлені на підвищення якості відновлення робочих поверхонь;

3 Технологічні засади підвищення якості відновлення бандажу колеса трамваю;

4. Розрахунок економічної ефективності інноваційного рішення;

5. Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.

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

Головною метою кваліфікаційної роботи є підвищення якості відновлення та зміцненні робочих поверхонь бандажу колеса трамваю за рахунок впровадження сучасних методів відновлення із врахуванням умов експлуатації та причин появи дефектів.

ВНТУ Матеріалознавство

Created by Universal Document Converter

REVIEW

This master's qualification work is devoted to the issue of improving the quality of restoration of working tramway tire tramlines by automating the work process, using the latest developments of restoration equipment.

Master's qualification work consists of an introduction, 5 sections, general conclusions and applications. The total volume of work is 97 pages, including 19 figures, 22 tables, 33 literary sources.

The subject of the study is the mechanism of influence of alloying elements in the alloy wire on the formation of zones of thermal influence.

The work consists of five sections:

1. The current state of the scientific problem and ways to solve it;

2. Studies are aimed at improving the quality of working surfaces;

3 Technological principles for improving the quality of tram bandage restoration;

4. Calculation of economic efficiency of innovative solution;

5. Occupational health and safety.

Object of study. Processes of forming wear-resistant work surfaces when using alloyed surfacing wire, which contributes to the formation of smaller thermal impact zones in length.

The main purpose of the qualification work is to improve the quality of the restoration and to strengthen the working surfaces of the tram wheel shroud due to the introduction of modern methods of restoration, taking into account the operating conditions and the causes of defects.

ВНТУ Матеріал ознайомлювальний

Created by Universal Document Converter

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ ..... …4
REVIEW 5
ВСТУП..... …….8
1 СУЧАСНИЙ СТАН НАУКОВОЇ ПРОБЛЕМИ ТА ШЛЯХИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ.16
1.1Огляд, класіфікація, технічні вимого до бандажів коліс трамваю.....12
1.2 Висновки та постановка задач досліджень…….....14
2 ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРАВЛЕНІ НА ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВІДНОВЛЕННЯ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ БАНДАЖУ КОЛЕСА ТРАМВАЮ.....16
2.1 Матеріали та методика проведення досліджень.....16
2.2 Проектування плазмового розпилюючого пристрою.....17
2.3 Порівняння структури наплавлених поверхонь різними наплавочними дротами.....25
2.4 Вплив легувальних елементів наплавочного дроту на мікроструктуру навколошовної зони…….26
2.5 Висновки до другого розділу…….30
3 ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВІДНОВЛЕННЯ ТА ЗМІЦНЕННЯ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ БАНДАЖУ КОЛЕСА ТРАМВАЮ……31
3.1 Аналіз призначення деталі, вузла……31
3.2 Якісний та кількісний аналіз технологічності…… 35
3.3 Дефектування деталі.....37
3.4 Вибір раціонального способу відновлення і витратного матеріалу.....40
3.5 Технологічний процес відновлення бандажу.....42
3.6 Розрахунок режимів попередньої механічної обробки.....45
3.7. Вибір обладнання пристроїв та інструмента для наплавлення.....46
3.8. Відновлення зношених поверхонь плазмовим напилюванням.....49
3.9 Контроль якості обробки поверхні.....49
3.10Нормування технологічного процесу відновлення.....50
3.11 Створення конструктивної схеми установки та її опис.....52

ВНТУ Матеріалознавство

Created by Universal Document Converter

3.12 Визначення способу закріплення деталі.....53
3.13 Розрахунок масоцентровочних характеристик (мцх) деталі та пристрою для закріплення.....54
3.14 Розрахунок маси розпилюючого пристрою.....55
3.15 Розрахунок та вибір виконавчих механізмів установки для..... автоматизованого відновлення деталей.....56
3.16 Розробка робочого місця.....60
3.17 Висновки до третього розділу……..62
4. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ІНОВАЦІЙНОГО РІШЕННЯ.....63
4.1 Прогнозування витрат на виконання конструкторської технологічної роботи.....63
4.2 Прогнозування комерційних ефектів від реалізації результатів розробки.....68
4.3 Розрахунок ефективності вкладених інвестицій та періоду їх окупності.....71
4.4Висновки до четвертого розділу.....74
5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....76
5.1 Аналіз умов праці.....76
5.2 Виробнича санітарія.....76
5.3 Техніка безпеки.....83
5.4 Пожежна безпека.....84
5.5 Безпека у надзвичайних ситуаціях.....85
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ……91
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....94
ДОДАТКИ.....98
ДОДАТОК А (Технічне завдання)……100
ДОДАТОК Б (Кресленики)……103

ВНТУ Матеріалознавство

Created by Universal Document Converter

ВСТУП

Процес переходу до нових ринкових відносин вимагає ефективного використання машин і устаткування, яке забезпечується високим рівнем їхнього технічного обслуговування і ремонту, наявністю необхідної кількості запасних частин. В зв'язку зі спеціалізацією і концентрацією ремонтного виробництва виникає потреба в удосконаленні технологічних процесів для підвищення якості продукції.

Актуальність проблеми.

Важливим етапом проектування технологічних процесів відновлення є вибір найбільш раціонального способу з врахуванням технічних, економічних і організаційних вимог. При цьому необхідно враховувати умови роботи деталей в спряженнях, технологічні можливості конкретного підприємства.

У економічно розвинених країнах на ринку запасних частин відновлені деталі переважають, вони в 1,5...2,5 разу дешевше нових, а по ресурсу, як правило, не поступаються їм. Це досягається, передусім, за рахунок участі фірм, що виробляють машини і спеціалізованих фірм по відновленню зношених деталей. Наприклад, на мотороремонтному заводі англійської фірми "Бінз Індастріз Лімітед" ремонтують щорік близько 60 тис. двигунів типу "Форд" і відновлюють блоки циліндрів, головки блоків, колінчасті і розподільні вали, шатуни, гільзи, маточини і інші дорогі деталі. Аналогічно поставлено відновлення деталей на ремонтних заводах кампанії "Перкінс" і інших.

Актуальність досліджень, проведених у даній роботі підтвердилась гострою потребою у запасних деталях «бандаж», який виконується із сталі 50 і призначена для передачі руху та навантаження до колеса швидкохідного трамваю. Бандаж колеса трамваю працює в умовах безперервної дії вібрацій, знакозмінних зусиль, внутрішніх напружень тощо. Це призводить до порушень якості поверхонь (задирки, риски, корозії), до механічних пошкоджень (тріщини,відколи). Перспективним направленням технології відновлення

ВНТУ Матеріалознавство

Created by Universal Document Converter

бандажу колеса трамваю в організаційному плані є поглиблення принципу групової технології відновлення.

Тому відновлення бандажу є перспективною і актуальною темою, яка розглядається в даній магістерській кваліфікаційній роботі.

Мета і задача дослідження. Полягає 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.

Для здійснення поставленої мети необхідно виконати наступні задачі:

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.

Методи дослідження. Методичною і теоретичною базою досліджень є основні положення теорії відновлення поверхонь методом нанесення зносостійких покриттів. Експериментальні дослідження виконані на вимірювальних і моделюючих установках у лабораторних умовах, а натуральні

ВНТУ Матеріалознавство

Created by Universal Document Converter

дослідження – у промислових умовах; містять методи відновлення поверхонь в залежності від технологічних, фізико-механічних характеристик та хімічного складу відновлюваної деталі.

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.

Практичне значення магістерської кваліфікаційної роботи полягає в наступному:

- проведене дослідження на натуральних зразках показало зміну властивостей структурних перетворень при наплавленні порошковою стрічкою;
- розроблено універсальна установка з числовим програмним керуванням, здатна значно 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;
- технологічний процес передбачає використання, крім сучасних способів наплавлення та напилювання, раціональних способів механічної обробки, які дають можливість виключити недопустимі тріщини та жолоблення на елементах для яких відсутні необхідні припуски.

ВНТУ Матеріалознавство

Created by Universal Document Converter

Розроблена технологія централізованого відновлення бандажу колеса трамваю при ефективному її використанні створить необхідну кількість запасних частин ходової частини трамваю. Надійність та довговічність відновлення складає не менш 100% рівня цих показників для нових деталей.

Особистий внесок здобувача. В даній роботі використано результати досліджень, які одержано автором самостійно. Мета і задачі роботи, обговорення результатів досліджень виконані спільно з керівником.

Процеси, які розроблені на основі досліджень, впроваджуються на ремонтних підприємствах країни. Термін окупності впровадження технологічного процесу відновлення бандажу складає 0,326 року

Апробація результатів магістерської кваліфікаційної роботи. Апробація роботи проводилась на засіданнях наукових семінарів кафедри ГМ.

Основні положення та результати наукової роботи доповідалися й обговорювалися на XLVIII Науково-технічної конференції факультету машинобудування та транспорту 27 - 28 березня 2019 року.

Публікації:

1. Шиліна О.П. Вплив легувальних елементів наплавочного дроту на навколошовну зону [Електронний ресурс] / /Шиліна О. П. Пономаренко О.С.// XLVIII Науково-технічна конференція факультету машинобудування та транспорту (2019)

https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fmt/all-fmt-2019/paper/view/7225/5895

ВНТУ Матеріалознавство

Created by Universal Document Converter

1 СУЧАСНИЙ СТАН НАУКОВОЇ ПРОБЛЕМИ ТА ШЛЯХИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ

1.1 Огляд, класифікація, технічні вимоги до бандажів коліс трамваю

На даний час в Україні трамваї навіть не збираються втрачати свої позиції в попиті, тому розробка технологій ремонту та відновлення деталей трамваю є важливою задачею. Так як режим роботи бандажу колеса V-0175 трамваю KT4SU напружений, то деталь піддається великому зносу. Бандаж працює в умовах безперервної дії вібрацій, знакозмінних зусиль, внутрішніх напружень тощо. Це призводить до порушень якості поверхонь (задирки, риски, корозії), до механічних пошкоджень (тріщини,відколи), відхилення розміщення (непаралельність, не перпендикулярність), спрацювання, овальності і конусності спряжених поверхонь. Бандаж колеса V-0175 трамваю KT4SU виготовляють з сталі 50. Товщина стінок деталі знаходиться в межах 15...18 мм, сама деталь характеризується складною конфігурацією, що являє особливі труднощі їх виготовлення.

Бандажі трамвайних коліс V-0175 трамваю KT4SU виготовляються з поковок штампуванням зі сталі, що містить 0,5...0,8 % вуглецю. Після цього вони підлягають механічній обробці: чорновому обточуванню; чистовій обробці по площинам кочення [1, 6].

Трамвайні колеса працюють в умовах відкритого повітря. Це каже про те, що крім шкідливих процесів, що виникають у вузлі, на деталь впливають ще фактори зовнішнього середовища перепад температур, вологість, гази, пил.

Це відповідальні вироби, при наплавленні яких зовсім недопустимо утворення тріщин. Звичайно при зварюванні й наплавленні подібних сталей застосовується попередній підігрів. Але в цьому випадку необхідно максимально спростити технологію наплавлення й наплавочну апаратуру, щоб масове відновлення бандажів було доступно невеликим ремонтним майстерням і депо.

Існує спосіб наплавлення під флюсом заснований на застосуванні наплавлення двома дугами, без підігріву. Перша дуга створює тепловий потік у

ВНТУ Матеріал ознайомлення

Created by Universal Document Converter

металі й наплавляє порівняно невелику кількість металу; друга дуга переплавляє метал, наплавлений першою дугою, і забезпечує додаткове нагрівання навколошовної зони. У результаті швидкість охолодження зони термічного впливу не перевищує 12°С/с, чим досягається одержання пластичних структур і виключається утворення мартенситу [4, 18].

Наплавлення здійснюється при вертикальному положенні осі колісної пари. Це дає можливість замість громіздких і складних установок, що займають великі площі, застосовувати прості апарати: самохідний А-482 - для наплавлення нерухомо встановленої колісної пари й стаціонарний Р-643 - для наплавлення обертової колісної пари. На рис. 1.1 показаний дводуговий апарат А-482, що пересувається по торцю бандажа.

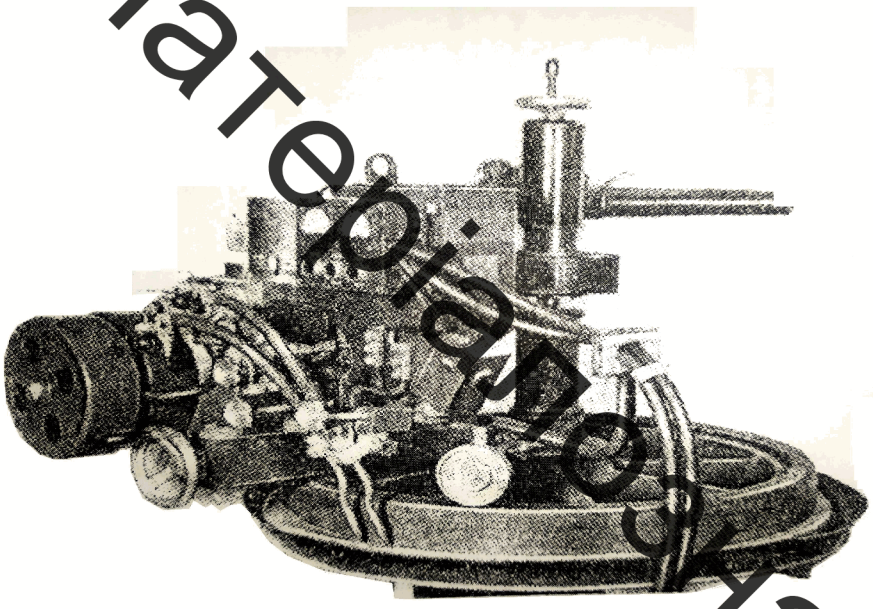


Рисунок 1.1 – Наплавлення бандажа апаратом А-482

Рух апарата й подача електродних дротів здійснюються від одного двигуна невеликої потужності. Для одержання зносостійкого наплавленого металу використовується електродний дріт марки СВ-10Г2 діаметром 2 мм і стандартний флюс марки АН-348А, або ОСЦ-45 [17].

Наплавлення ведуть постійним струмом прямої полярності. Оптимальний режим наплавлення бандажів: струм першої дуги – 200 А, другої дуги – 300А;

ВНТУ Матеріал сканувався

Created by Universal Document Converter

напруга кожної дуги – 34...36; швидкість наплавлення – 24 м/год; відстань між електродами – 50 мм.

Продуктивність механізованого наплавлення в порівнянні з ручним збільшується у 6...8 разів. Вартість наплавлення знижується у 2...2,5 рази.

Після наплавлення для знятгя залишкових напружень виконують високий відпуск з нагріванням коліс до 550...600°С. Далі наплавлену поверхню спочатку обточують на верстаті, а потім термічно обробляють (сорбітизація). Остання являє собою поверхневе загартування металу колеса у воді з температури 840°С. Тривалість витримки у воді залежить від хімічного складу наплавленого металу й ваги колеса. Витримка повинна бути такою, щоб метал усередині колеса не встиг повністю охолоднути. За рахунок залишкового тепла після витягування колеса з ванни відбувається відпуск поверхневих шарів металу. Для вирівнювання твердості металу й доведення її до НВ 300...360 виконується додатковий відпуск з температури 450...550°С. Це все значно ускладнює технологічний процес відновлення складних та громістких деталей типу бандажу колеса [17].

Модернізований технологічний процес у порівнянні з базовим методом відрізняється способом відновлення. Основними способами відновлення було обрано плазмове напилювання отвору для посадки на вал та наплавлення порошковою стрічкою гребенців. Застосування даних способів дозволяє зменшити кількість витратного матеріалу, а також значно зміцнити робочі поверхні, також слід додати, що так як деталь працює в складних умовах тертя схватування, то дуже важливо створювати особливу структуру поверхневого шару тому така технологія є оптимальною.

1.2 Висновоки та постановка задач досліджень

Мета роботи полягає у підвищенні якості відновлення та зміцненні робочих поверхонь бандажу колеса трамваю за рахунок впровадження сучасних

ВНТУ Матеріалознавство

Created by Universal Document Converter

методів відновлення із врахуванням умов експлуатації та причин появи дефектів.

Для здійснення поставленої мети необхідно виконати наступні задачі:

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.

ВНТУ Матеріалознавство

Created by Universal Document Converter

2 ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРАВЛЕНІ НА ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВІДНОВЛЕННЯ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ БАНДАЖУ КОЛЕСА ТРАМВАЮ

2.1 Матеріали та методика проведення досліджень

Дослідження проводили на заготовках зі сталі 45 ГОСТ 1050-88, стандартного хімічного складу [23].

Електродуговим наплавленням, при постійному струмі зворотньої полярності, наносили шар металу на поверхні зразків електродними дротами Нп-30ХГСА ГОСТ10543-98 та Нп - 40Х2Г2М ГОСТ 10543-98, діаметром d=3 мм.

Для порівняння впливу легувальних елементів на структуру наплавленного шару використовували зразки зі сталі Ст. 3 ДСТУ, які наплавляли дротом 12Х18Н10 ГОСТ18143-72 та СВ-08Г2С ГОСТ 2246-98.

Джерело струму – випрямляч ВДУ-504.

Хімічний склад електродів наведено в таблиці 2.1 та 2.2.

Таблиця 2.1 – Хімічний склад наплавочних дротів за ГОСТ 10543-98

Марка дроту	C, %	Mn, %	Si, %	Cr, %	Ni, %	Mo, %	S, %	P, %
Нп-30ХГСА	0,27–0,35	0,80–1,0	0,9–1,20	0,8–1,1	0,40	–	0,035	0,035
Нп-40Х2Г2М	0,35–0,43	1,8–2,3	0,4–0,7	1,8–2,3	0,40	0,8–1,12	0,035	0,035

Таблиця 2.2 Хімічний склад наплавочних дротів

Марка дроту	C, %	Mn, %	Si, %	Cr, %	Ni, %	Ti, %	S, %	P, %	Fe,%
12Х18Н10 ГОСТ18143-72	до 0,12	до 2	до 0.8	17–19	9–11	0,4–1	0,02	0,035	67
СВ-08Г2С ГОСТ 2246-98	0,05–0,11	1,8-2,1	0,7–0,95	0,2	0,25	–	0,025	0,03	

Мікроструктурний аналіз проводили за стандартними методиками. Підготовленні мікрошліфи піддавали труїнню травником на основі хлористого заліза.

ВНТУ Матеріалознавство

Created by Universal Document Converter

2.2 Проектування плазмового розпилюючого пристрою

2.2.1 Розробка конструктивних схем плазмотрона

Проаналізувавши схеми плазмотронів приймемо наступні технологічні рішення, що будуть враховатися при подальшому проектуванні плазмотрона: кріплення катода – на діелектричних втулках, що дозволяє ізолювати катод від анода в процесі роботи; гідравлічна схема охолодження сопла і катода, так як сопло і катод несе найбільше температурне навантаження; осьова подача плазмоутворюючого газу; внутрішня тангенціальна подача порошкової суміші.

Плазмовий розпилювач був розроблений у 1956 р. фірмами Gianini Corp. і UC на основі роботи Смита (пат. 2157498, 1939 р.), що запропонували пристрій для нанесення покрить, що містить катод у формі стрижня й анод у формі сопла.

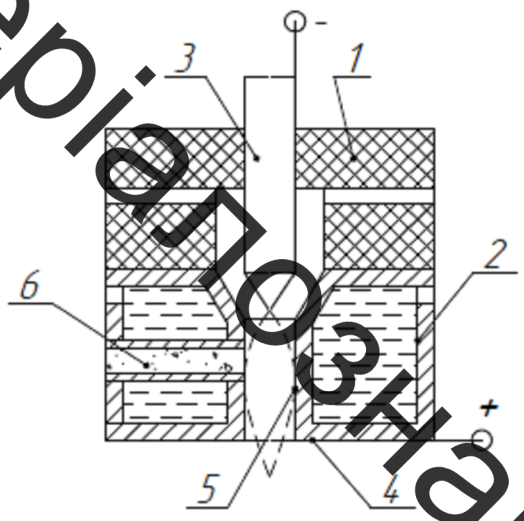


Рисунок 2. 1– Схема плазменного розпилювача:

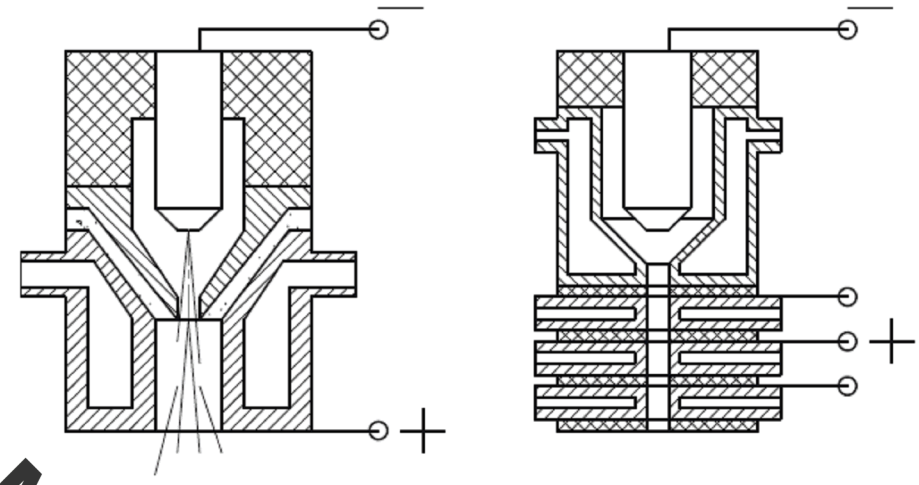
. - катодний вузол; 2 - анодний вузол; 3 - катод; 4 - анод; 5 - анодна плям

Плазмовий розпилювач (рисунок 2.1) складається з катодного 1 і анодного 2 вузлів. Між катодом 3 і анодом 4 збуджується електрична дуга 5. Дуга в соплі анода відтискається газовим потоком від стінок охолоджуючого сопла, що збільшує щільність її енергії і підвищує температуру стовпа дуги

ВНТУ Матеріалознавство

Created by Universal Document Converter

18



а) б)

Рисунок 2.2 – Схеми плазмових розпилювачів:

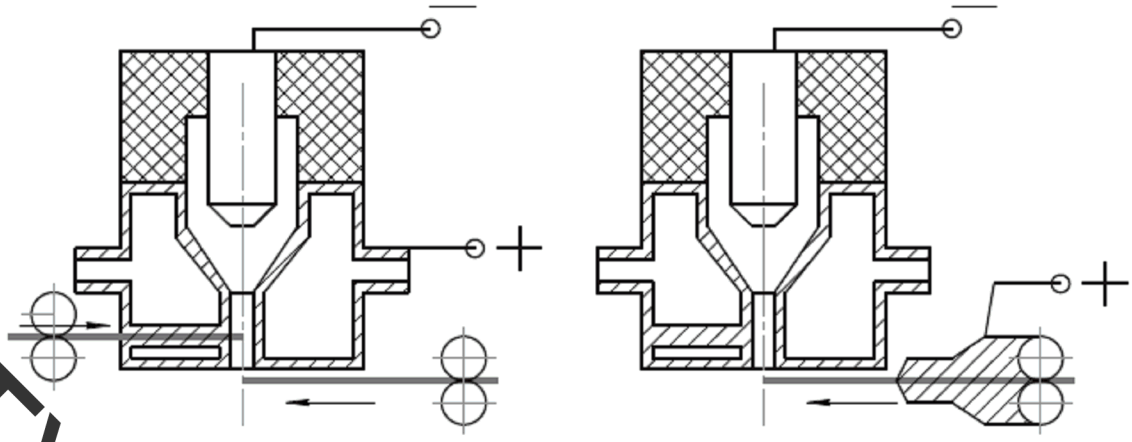
а) – із самоустановлювальною дугою; б) – з фіксованою дугою

Плазмотрони постійного струму бувають із самоустановлювальної (рисунок. 2.2, а) і фіксованою довжиною дуги, коли дуга подовжується за рахунок послідовного переключення на аноди, розділені між собою електрично нейтральними межелектродними вставками (рисунок 2.2 б).

При використанні аргону в якості плазмоутворюючого газу на плазмотроні із самоустановлювальною дугою падіння напруги складає 30 В, а з фіксованою дугою - 100 В и більше. На рисунку 2.3 представлені схеми плазмових розпилювачів з подачою прутка та дроту. Радіальна подача матеріалу (рисунок 2.3,а) використовується і для подачі порошкових матеріалів в зону нанесення покриттів [25].

ВНТУ Матеріалознавство

Created by Universal Document Converter



а/ б/

Рисунок 2.3– Схеми плазмових розпилювачів:

а – пруткового; б – дротового ("дріт - анод")

В даний час плазмотрони великої потужності спроектовані з подачею порошку в плазмовий струмінь. Така схема не впливає на дугу. Плазмотрони мають завищену потужність, щоб тепла плазмового струменя вистачило на нагрівання порошку [18].

Слід зазначити, що подача порошку в доанодну зону була б доцільною з точки зору теплообміну, але у зв'язку з перегрівом часток у соплі і забиванням сопла розплавленими частками та високих вимог до рівномірності подачі порошку, викликає недоречність такого способу.

Розгалуженість подачі порошку у плазмотроні М8-27 забезпечує сталу роботу плазмотрона, що експлуатується понад 40 років.

Тенденції розвитку плазмових розпилювачів - збільшення ефективності процесу напилювання. Розроблено установки потужністю до 160...200 квт, що працюють на повітрі, аміаку, пропані, водні, у динамічному вакуумі, у воді. Застосування спеціальних сопел дозволило одержати надзвукове витікання струменя двухфазного потоку, що, у свою чергу, забезпечило утворення щільного покриття. З іншого боку, для нанесення покрить на малі деталі (поверхні), наприклад, коронки в стоматології, бандажні полки лопаток ГТД в

ВНТУ Матеріалознавство

Created by Universal Document Converter

авіабудуванні були розроблені микроплазмові пальники, що працюють на струмах 15...20 А при потужності до 2 квт.

Збільшення ресурсу соплового апарата (катод - анод) плазменного розпилювача підвищеної потужності (50...80 квт) гальмувалося через низьку ерозійну стійкість мідного сопла в зоні анодної плями. З метою збільшення стійкості сопла були розроблені вольфрамові вставки, запресовані в мідне сопло таким чином, щоб теплота ефективно відводилась мідною оболонкою і віддалялася охолодною водою. Найбільш вдалою була конструкція плазмотрона типу F-4, розробленого фірмою Plasma-Technik AG (рисунок 2.4), що працює тривалий час на струмі до 800 А при потужності 55 квт [26].

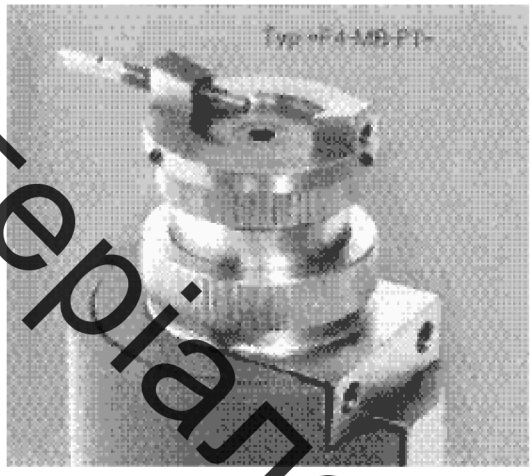


Рисунок 2.4 Розпилювач F-4

Сучасна автоматична установка плазмового напилювання ТСЗП-MF-P-1000 працює на суміші газів аргону, азоту, водню при витраті аргону до 100 л/хв, азоту - до 50 л/хв, водню - до 20 л/хв, що транспортує газу - до 30 л/хв.

Продуктивність напилювання металевих сплавів - до 5 кг/год. Щільність порошкових покрить - 92 - 99%, міцність зчеплення - 30...80 Мпа.

Установка ТСЗП-MF-P-1000 комплектується плазмотронами F-4 потужністю 55 квт чи F-1, для нанесення покрить на внутрішні поверхні діаметром від 90 мм при потужності 25 квт, плазмотроном SG-100 потужністю 80 квт і постачена роботом KUKA KR-16 вантажопідйомністю на руці 16 кг.

ВНТУ Матеріалознавство

Created by Universal Document Converter

2.2.2 Вибір параметрів розпилюючого пристрою.

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 $l_з$, довжина прив'язки самовстановлюючої або фіксованої анодного плями ($l_п$), характер і місце введення розпилюємого матеріалу щодо зрізу сопла, діаметр ($d_е$), кут заточки (αe) і діаметр притуплення (dn) електрода.

Діаметр сопла основний вплив здійснює на швидкість витікання плазмового струменя і, відповідно, на швидкість і температуру напилюваних частинок. Зазвичай dc= 3-8 мм. [18]

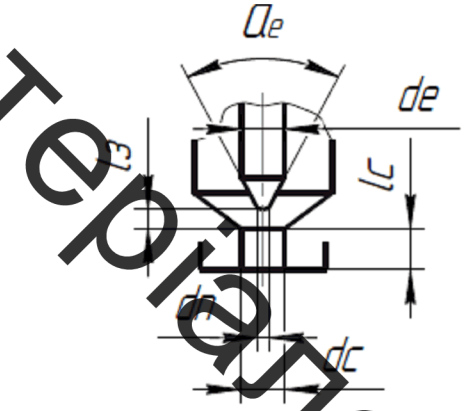


Рисунок 2.5 – Конструктивні параметри соплової частини плазмового однодугового розпилювача

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.

На рисунку 2.6 показано вплив конструкції сопла і відповідно довжини дуги на середньомасову температуру плазмового струменя. В плазмотроні 2 коротке сопло і самовстановлююча довжина дуги. В плазмовому розпилювачі з між електродними вставками 1 довге сопло розтягнутої фіксованої дуги.

ВНТУ Матеріалознавство

Created by Universal Document Converter

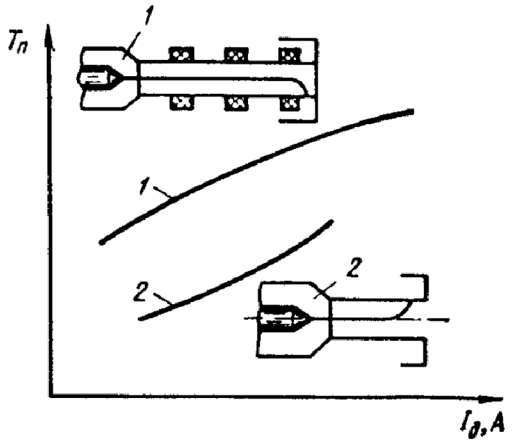


Рисунок 2.6 – Вплив конструкції сопла на середньомасову температуру плазмового струменя на зрізі сопла:

1 – плазмовий розпилювач з МЕВ;

2 – плазмовий розпилювач із самовстановлюючою довжиною дуги.

Параметри, що зумовлюють профілювання сопла, найчастіше пов'язані зі збільшенням швидкості плазмового струменя. Так, застосування сопел типу Лаваля дозволяє отримати надзвукове витікання [18].

Заглиблення електрода у сопло впливає на процес плазмоутворення. При малих значеннях l_3 різко скорочується $\eta_{т.р.}$ плазмового розпилювача так, як основна частина енергії дуги виділяється на анодній плямі. Велике значення для нагріву та формування потоку напилюємих частинок має місце введення розпилюємого матеріалу. Так, наприклад, осьова подача розпилюємого матеріалу обумовлює отримання компактного потоку напилюваних частинок з високими значеннями швидкості і температури. Конструктивно осьова подача ускладнена. Тому застосовують радіальну подачу Найбільш високі значення ККД нагріву ($\eta_н$) досягаються при введенні порошку в доанодну область. Значення $\eta_н$ і КВМ при подачі порошку мінімальні за зрізом сопла.

Параметри пов’язані з формою електрода в основному визначають його стійкість. В плазмових розпилювачах використовують електроди із торованого і лантанованого електродів.

ВНТУ Матеріалознавство

Created by Universal Document Converter

2.2.3 Розробка складального креслення плазмового розпилюючого пристрою.

В результаті проведеного аналізу запропоновано наступну конструкцію плазмотрона (рисунок 2.7) [27].

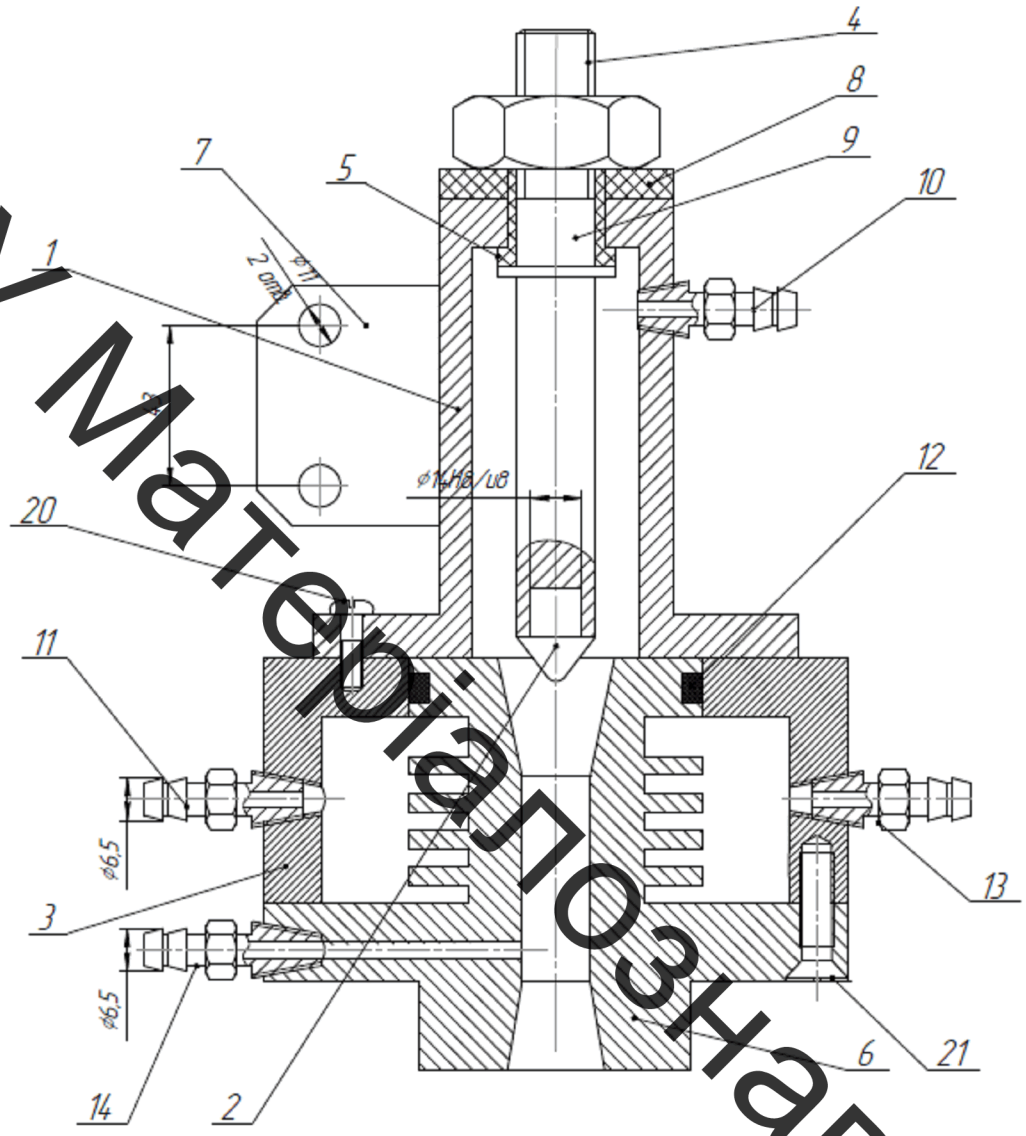


Рисунок 2.7 – Плазмовий розпилюючий пристрій

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 розпилюємого матеріала 20, 21– гвинти.

Конструкція плазмотрона наступна. У корпусі 3 знизу за допомогою гвинтів 21 змонтовоно сопло анод 6. Зверху до корпуса 3 прикриплено

ВНТУ Матеріали ознайомлення

Created by Universal Document Converter

катодотримач 1 в якому через ізоляційну шайбу 8 та втулку 5 закріплено катод 4 в якому запресовано вольфрамову вставку 2,. Анод охолоджується проточною водою яка поступає через штуцера 11, 13. Вода проходить через виточки у соплі, що забезпечує його охолодження. Для герметизації конструкції передбачені ущільнюючі кільця 12.

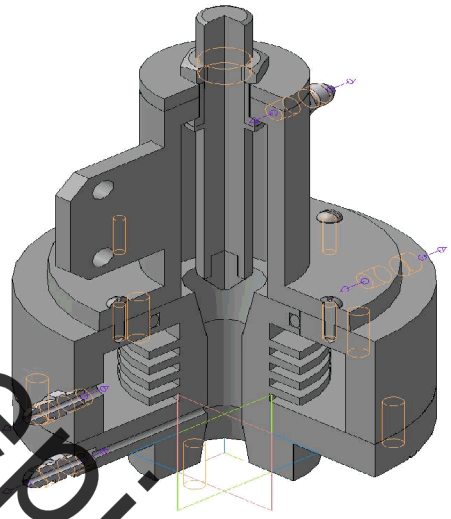


Рисунок 2.8 Плазмотрон 3-D модель

У нижній частині сопла вмонтовано штуцер 14 через який подається матеріал для розпилювання. Плазмоутворюючий газ подається через штуцер 10, Охолоджувана рідина подається через штуцера 11, 13. Подається напруга на анод 6 та катод 9, запалюється електрична дуга, подається розпилюючий матеріал через штуцер 14. Відбувається напилення.

Подача плазмоутворюючого газу – осьова, тобто вздовж катоду, здійснюється через штуцер 10. Штуцер 13 також є струмовидучим, через який до сопла підводиться позитивний потенціал „+”.

При розробці робочих креслень деталей плазмотрону були дотримані вимоги ГОСТів, ЄСКД . [1]

ВНТУ Матеріалознавство

Created by Universal Document Converter

Матеріали, що використовувались при виготовленні основних деталей плазмотрону: сопло – мідь М0 ГОСТ 859-2001; гайки накидна та упорна – Ст3 ГОСТ 380-94; втулка діелектрична –склотекстоліт 31-30.ИЗ.0003.003 ТУ. Конічні дюймові різі, що застосовувалися виконані згідно ГОСТ 6111-52.

Газопідвідні штуцера обрані за ГОСТ 16044-70.

Ущільнюючі кільця для герметизації зборки та відповідні виточки під них виконані згідно ГОСТ 6418-67 та ГОСТ 9833-79.

2.3 Порівняння структури наплавлених поверхонь різними наплавочними дротами

Метою наукового дослідження порівняти властивості та структури наплавленого шару різними електродами, в тому числі легованими, та можливість зменшення кількості операцій при відновлені.

При дослджені наплавленого шару дротом Нп-30ХГСА на сталь 45 в середовищі вуглекислого газу наплавлений шар має дрібнозернисту структуру з трердістю 56 HRC. Загартована структура має високу зносостійкість, яку потрібно забезпечитипісля відновлення [3, 4].

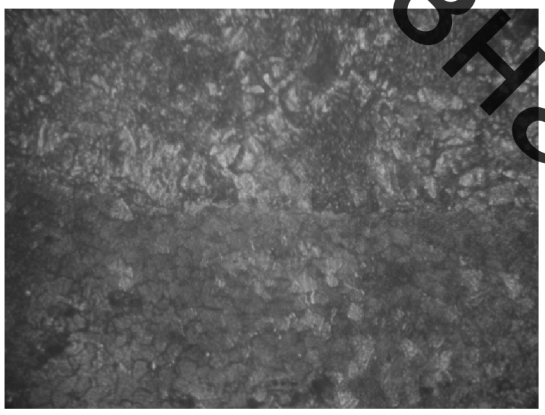


Рисунок 2.9 – Мікроструктура зразка після наплавлення дротом Нп-30ХГСА

При наплавлені сталі 45 дротом Нп – 40Х2Г2М наплавлений шар також має зносостійку дрібнозернисту структуру, твердість якої 53 HRC. Після

ВНТУ Матеріалознавство

Created by Universal Document Converter

наплавлення отримали ті властивості поверхневого шару, які потрібно надати поверхні, та заданим технічним вимогам.

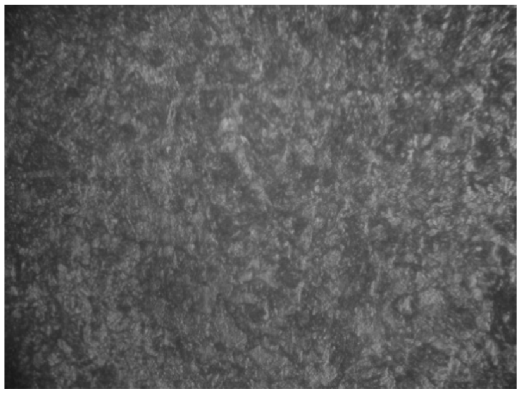


Рисунок 2.10 – Мікроструктура зразка після наплавлення дротом Нп – 40Х2Г2М

Після аналізу структур і властивостей металу можна запропонувати заміну операції 020 (термічна), операція 030 (токарна після наплавлення) і операція 040 (шліфувальна) на тільки одну операцію шліфування після наплавлення, тому що ті властивості поверхні які потрібно забезпечити, отримуєм після наплавлення. Шліфуванням отримаємо розміри і точність які задано на креслені.

2.4 Вплив легувальних елементів наплавочного дроту на мікроструктуру навколошовної зони

Мета наукового дослідження полягає у визначенні мікроструктури навколошовної зони зварного шва під впливом легуючих елементів наплавочного дроту.

Об'єктом дослідження вибрано навколошовна зона зварного шару конструкційної сталі Ст.3[23] електродними дротами 12Х18Н10 та СВ-08Г2С.

Виконання дослідження відбувалось в наступній послідовності:

- на сталь Ст. 3 наплавляли валки дротом 12Х18Н10 та СВ-08Г2С;

ВНТУ Матеріалознавство

Created by Universal Document Converter

- режими наплавлення (аргонодугове наплавлення, з примусовим охолодженням, I=110 A; U = 26…30 D);
- виготовлення мікрошліфів після наплавлення;
- мікроструктурні дослідження.

Дріт 12Х18Н10 з антикорозійними властивостями, який застосовується для зварювання високо-антикорозійних сталей, згідно ГОСТ 18143-72. Дріт 12Х18Н10, як правило застосовують для зварювання деталей з нержавіючої сталі і є одним з найпопулярніших видів дроту. Дріт 12Х18Н10 застосовується при зварюванні в середовищі захисних газів. Таким чином наплавлений шар цим електродом гарантує високий опір корозії та легування навколошовної зони (за рахунок перемішування з основним металом деталі).

Дріт для зварювання в захисних газах С1 (CO2), М21 (Ar +18% CO2).

Дріт Св-08Г2С, що випускається за ГОСТ 2246-70, містить більшу кількість кремнію, марганцю і вуглецю у порівнянні з дротами для зварювання в активних захисних газах (МАГ-зварювання) марок G3Si1, G4Si1 (ДСТУ ISO 14341). Дріт Св-08Г2С менш технологічний і, як правило, не забезпечує сталості хімічного складу по довжині шва.

Стан поверхні електродного дроту впливає на її корозійну стійкість, вмісту газів і шкідливих домішок у зварних швах та надійність струмопроводу.

Наплавлення валків дротом 12Х18Н10 та СВ-08Г2С на сталь Ст. 3 відбувалось з попереднім підігрівом до Т ^{0}С = 200…250^{0}С.

Після наплавленння, зробили поперечний розріз обох зразків. Дослідні зразки зафіксували у корпусі підшипника та залили епоксидною смолою. Коли суміш досягла твердого стану, шліфи були піддані обробці шліфуванням, далі шліфуваню дрібнозернисті бумазі, після чого були відполіровані до дзеркального вигляду за допомогою шліфувальної та полірувальної пасти на основі оксиду хрому (III).

Дослідження зміни структури та фазового складу поверхневих шарів після наплавлення оцінювали на оптичному мікроскопі МИМ-7 за стандартними методиками. Труїння шліфів проводили сульфатною кислотою

ВНТУ Матеріалознавство

Created by Universal Document Converter

(не більше 15 секунд).

На рисунку 2.11 наведена структура зони термічного впливу при зварюванні низьковуглицевої сталі, де показані зони перетворень структури сталі. Частина основного металу, яка безпосередньо примикає до зварного шва та нагрівається до високих температур є навколошовною зоною. При зварюванні низьковуглецевих сталей в зоні термічного впливу розрізняють наступні структурні ділянки: неповного розплавлення, перегріву, нормалізації, неповної перекристалізації, рекреталізації та синьоламкості. Далі йде основний метал, який не піддався дії високих температур [18, 19].

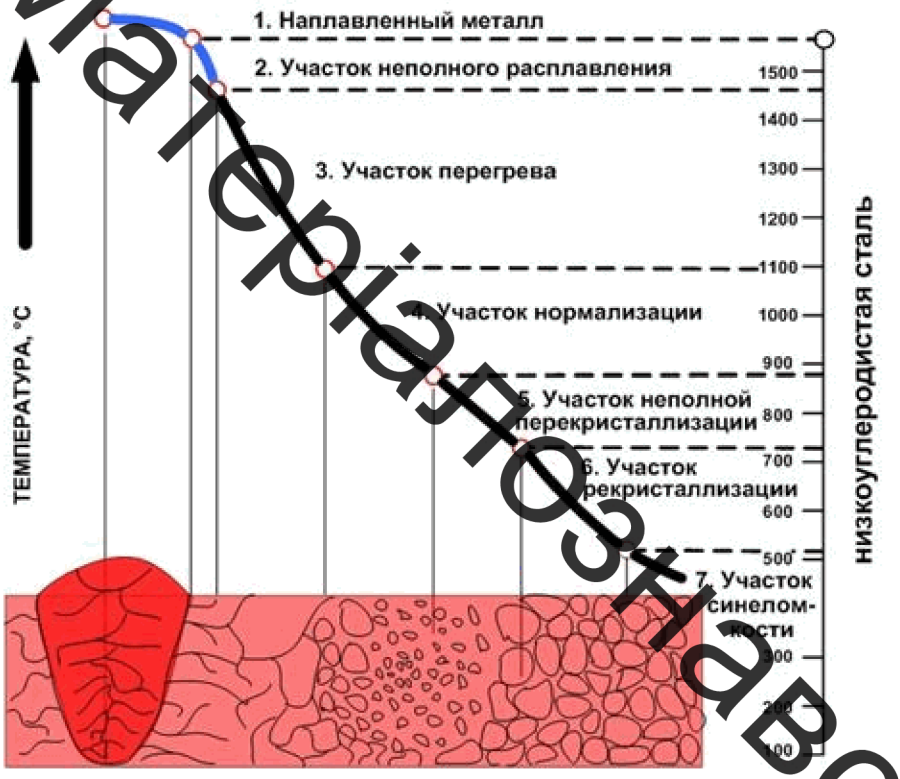


Рисунок 2.11 – Зона термічного впливу при наплавленні

На рисунку 2.12 показано зміни мікроструктур при наплавленні: а) дротом СВ-08ГС2; б) дротом 12Х18Н10.

ВНТУ Матеріалознавство

Created by Universal Document Converter

29

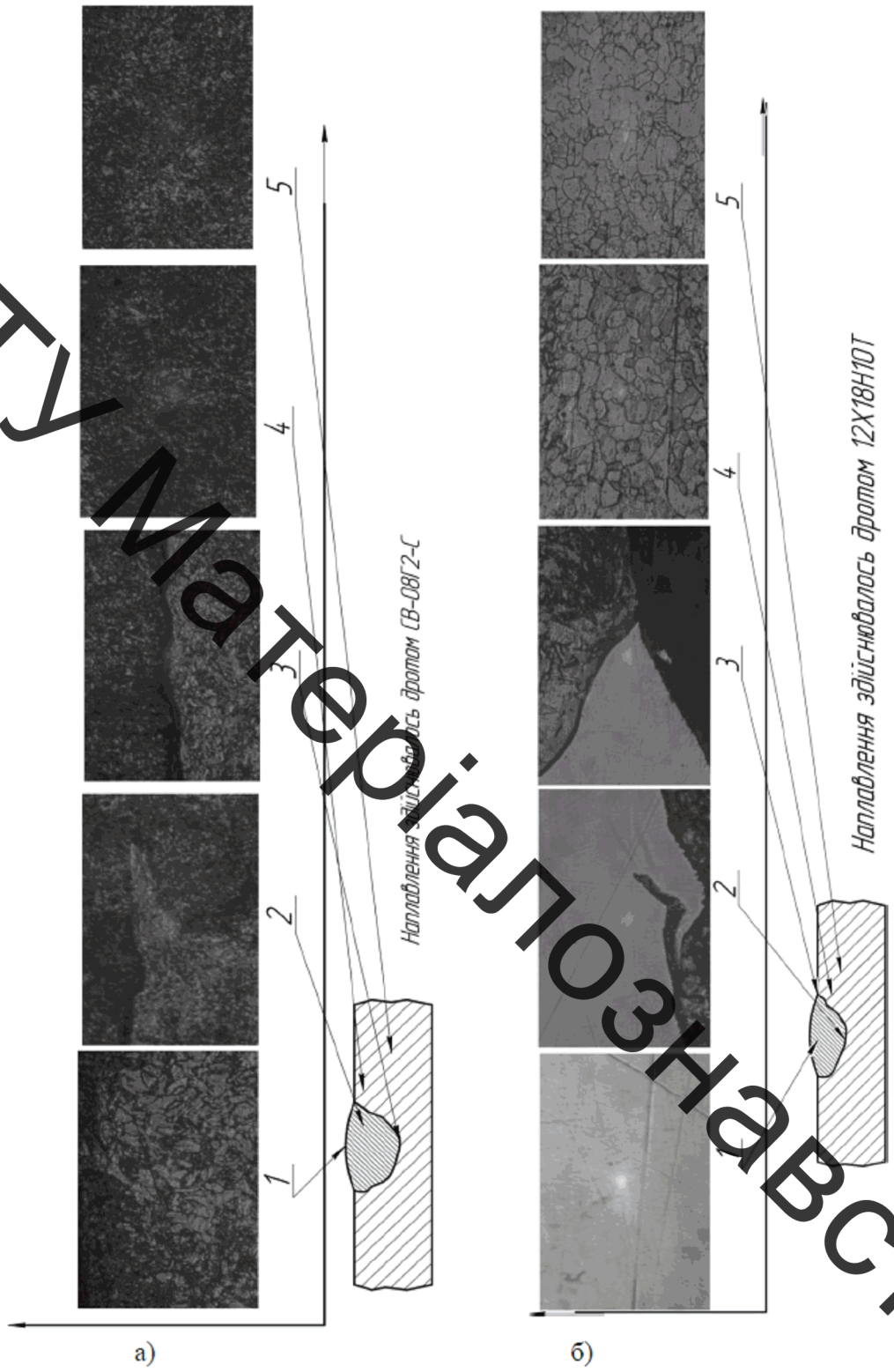


Рисунок 2.12 – Мікроструктури зон термічного впливу:

а) наплавлення дротом СВ-08ГС2; б) наплавлення дротом 12Х18Н10.

ВНТУ Матеріалознавство

Created by Universal Document Converter

Мікроструктурий аналіз показав, що в процесі наплавлення відбулось формування зварного шва в якому при наплавленні дротом 12Х18Н10 зона термічного впливу значно менша у порівнянні з зоною термічного впливу при наплавленні СВ-08Г2С. В результаті мікроструктурного аналізу виявили, що легуючі елементи сприяють утворенню структури складно легованого фериту з включеннями та дрібним зерном і спостерігається плавний перехід до основного металу. У випадку наплавлення дротом СВ-08Г2С навколошовна зона має структуру наближену до основного металу, але довжина зони термічного впливу набагато більша ніж зона термічного впливу при наплавленні дротом 12Х18Н10.

Мікроструктура, яка утворилась в результаті наплавлення дротом 12Х18Н10 має корозійну стійкість за рахунок утворення складних карбідів, які розчинились та перемішались в результаті металургійних процесів зварювання, ніж структура утворена дротом СВ-08Г2С. Наплавлений шар поверхні отримав властивості складно легованого фериту. Варто зазначити, що механічні властивості поверхні краны. Отримана поверхня буде більш стійкою до агресивного середовища в результаті утворення оксидних плівок, які захищають поверхню деталі від дії агресивного середовища. Запропонований метод є доцільним, при наданні особливих властивостей при наплавленні на низьковуглецеві сталі, адже ресурс роботи деталі збільшиться в декілька разів.

2.5 Висновки до 2 розділу

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

Аналіз структур і властивостей наплавленного металу показав, що після наплавлення можно залишиті лише шліфування, тому що ті властивості поверхні, які потрібно забезпечити, отримуєм після наплавлення.

ВНТУ Матеріалознавство

Created by Universal Document Converter

3 ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВІДНОВЛЕННЯ ТА ЗМІЦНЕННЯ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ БАНДАЖУ КОЛЕСА ТРАМВАЮ

3.1 Аналіз службового призначення деталі, вузла

На старих типах трамваїв використовувались колесні пари із жорсткими колесами, зовнішми буксами та опорно-осьовим підвішуванням тягового двигуна. Конструкція таких колесних пар аналогічна локомотивним, але размір їх менше. На сучасних трамвайних вагонах використовують колесні пари з підгумовими колесами та внутрішніми буксами [6].

На рис. 3.1 показано трамвайне колесо з підгумовими внутрішніми буксами.

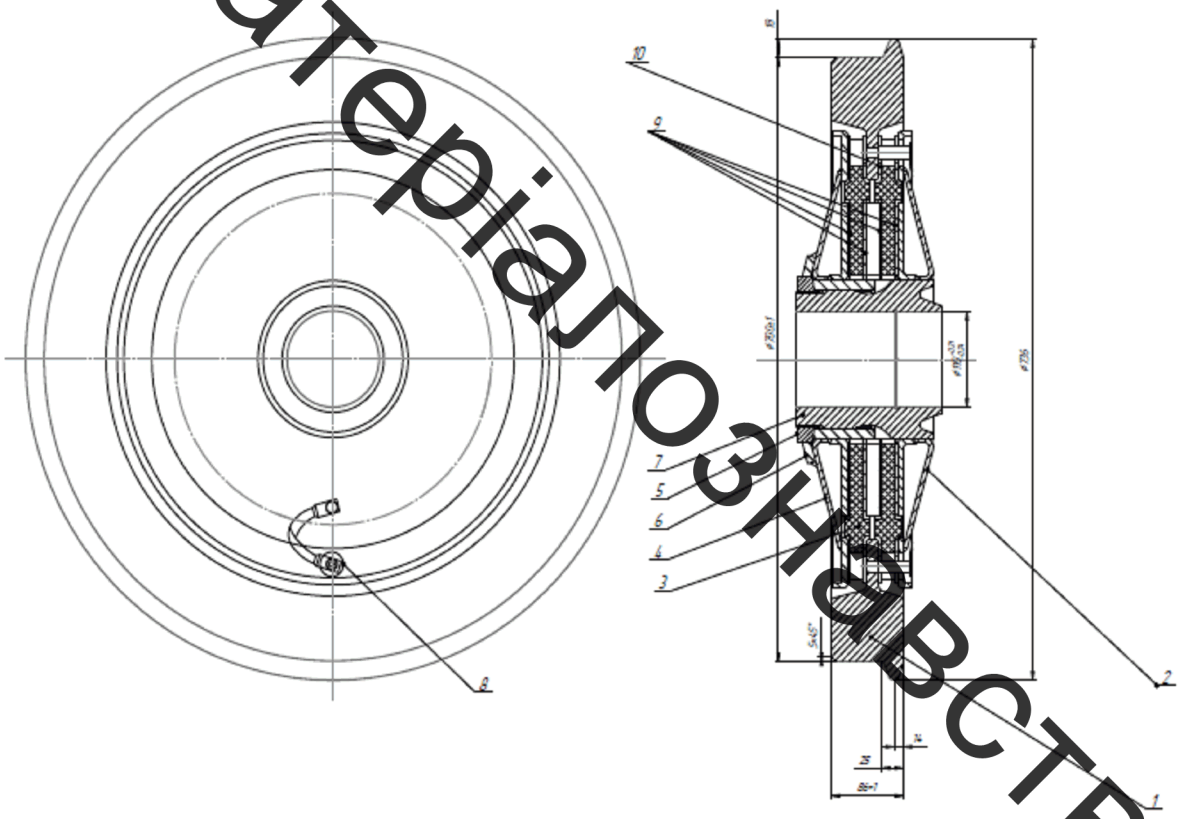


Рисунок 3.1 Креслення колеса V-0175 трамваю КТ4SU із закріпленим бандажем

На рис.3.2. показано встановлення колеса трамваю на рейках та на рис. 3.3 – фотографія колеса трамваю із закріпленим бандажем

ВНТУ Матеріалознавство

Created by Universal Document Converter

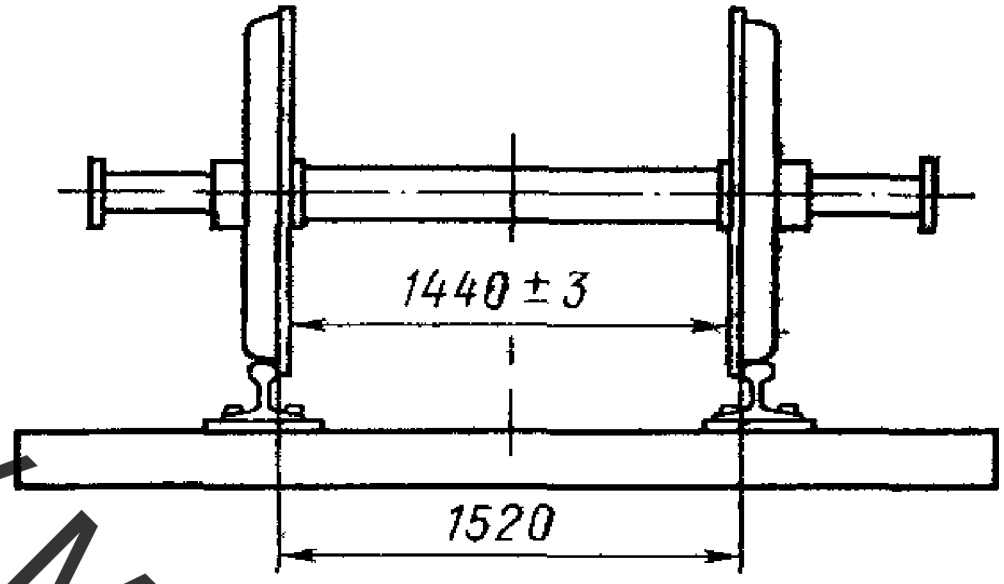


Рисунок 3.2 Креслення установки колеса трамваю із закріпленим бандажем

Рисунок 3.3 Фотографія колеса трамваю із закріпленим бандажем

Найбільш вразливими деталями колеса трамвайного є бандаж, який піддається найбільшому зношуванню в процесі експлуатації трамваю. Тому в даній роботі розглядається відновлення бандажу колеса трамваю.

Бандажі трамвайних коліс V-0175 трамваю KT4SU виготовляються з поковок штампуванням, матеріал сталь 50 за ГОСТом 8479-98. Після цього

ВНТУ Матеріалознавство

Created by Universal Document Converter

вони підлягають механічній обробці, чорновій обробці; та чистовій обробці по площинам кочення Хімічний склад сталі 50 показаний в таблиці 3.1

Таблиця 3.1 – Хімічний склад сталі 50

Марка сталі	Хімічний склад, %					
	C	Mn	Si	Cr	S	P
50	0,47-0,55	0,50-0,80	0,17 - 0,37	До 0,25	0,04	0,035

Креслення деталі містить всі необхідні відомості про деталь.

Трамвайні колеса працюють в умовах відкритого повітря. Це каже про те, що крім шкідливих процесів, що виникають у вузлі, на деталь впливають ще фактори зовнішнього середовища перепад температур, вологість, гази, пил.

Розглянемо робочі та базові поверхні бандажа і їх призначення, використовуючи рисунок 3.4.

ВНТУ Матеріалознавство

Created by Universal Document Converter

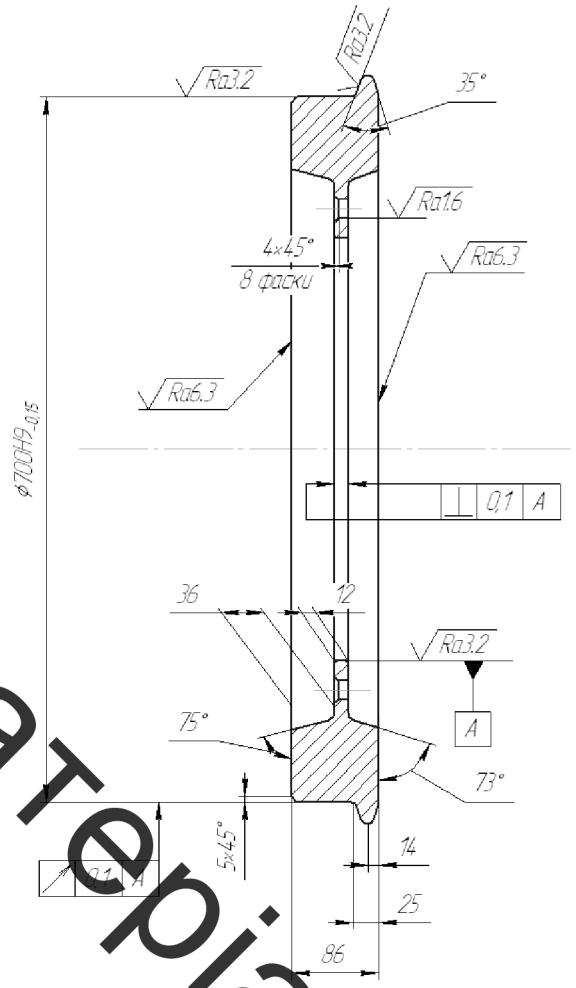


Рис. 3.4 Робоче креслення бандажу колеса V-0175 трамваю КТ4SU

Поверхня 1 бандажа є робочою, використовується для руху трамваю по рейці. Поверхні 2 та 3 є базовими, та застосовуються для базування нашої деталі в процесі операцій відновлення та механічної обробки.

Габаритні розміри деталі:

довжина – 86 мм;

найбільший діаметр – 736 мм;

маса деталі Мд=119 кг.

Згідно ГОСТ 18831-74 кількісна оцінка технологічності оцінюється за наступними показниками:

а) по якісним показникам;

б) по кількісним показникам.

Виконаємо аналіз технологічності деталі “Бандаж” по якісним показникам.

ВНТУ Матеріалознавство

Created by Universal Document Converter

Деталь має такі якісні показники:

– досить проста та продумана конструкція;
– наявні поверхні, зручні для базування;
– допускає застосування раціональних методів отримання заготовки;
– всі поверхні для обробки різальним інструментом доступні.

3.2 Якісний та кількісний аналіз технологічності

Виконаємо аналіз технологічності деталі “Бандаж” за якісними показниками.

Деталь має такі якісні показники:

– досить проста та продумана конструкція;
– наявні поверхні, зручні для базування;
– допускає застосування раціональних методів отримання заготовки;
– всі поверхні для обробки різальним інструментом доступні.

Кількісний аналіз технологічності конструкції деталі в роботі необхідно провести за показниками: коефіцієнт уніфікації, коефіцієнт точності, коефіцієнт шорсткості.

Таблиця 3.2 – Визначення коефіцієнту уніфікації

Лінійні розміри	Діаметральні розміри	Кутові розміри	Шорсткість	Різь метрична
86	∅700*	35° (2 пов.)*	3,2*	
25*	∅420*	75° (2 пов.)*	6,3 (3 пов.)*	
14	∅736	73° (2 пов.)	12,5 (2 пов.) *	
36	∅480*	5×45°*	1,6 (2 пов.) *	
12*	∅18	4×45°*		
$\Sigma_{заг}=5$	$\Sigma_{заг.}=5$	$\Sigma_{заг.}=8$	$\Sigma_{заг.}=8$	$\Sigma_{заг.}=0$
$\Sigma_{уніф.}=2$	$\Sigma_{уніф.}=3$	$\Sigma_{уніф.}=6$	$\Sigma_{уніф.}=8$	$\Sigma_{уніф.}=0$

$$K_{уе}=\frac{Q_{еу}}{Q_е}; \qquad (3.1)$$

де $Q_{уе}$ – кількість уніфікованих елементів;

ВНТУ Матеріалознавство

Created by Universal Document Converter

Q_e – загальна кількість елементів.

$$K_{ye} = \frac{19}{26} = 0,73.$$

Таблиця 3.3 – Визначення коефіцієнта точності обробки

Квалітет (розміри)	Кількість поверхонь	Розрахунок
12 (Ø420H12$^{(+0.55)}$ Ø480H12$^{(+0.55)}$)	2	12×2 = 24
14 (86;14;25;36;12; Ø18; Ø140; 5×45° – 2 поверхні; 4×45° – 8 поверхонь; 35° – 2 пов.; 75° – 2 пов.; 73° – 2 пов.)	23	14×23 = 322
9 (Ø700H9, Ø736H9)	2	2×9 = 18
Сума	27	364

$$T_{cp} = \frac{\sum T_i \cdot n_i}{\sum n_i}; \qquad (3.2)$$

де T_i – квалітет точності оброблюваних поверхонь даної деталі;

n_i – кількість поверхонь деталі з точністю відповідно за 0..17 квалітетами.

$$T_{cp} = \frac{364}{27} = 13,48.$$

$$K_{m.ч.} = 1 - \frac{1}{T_{cp}}; \qquad (3.3)$$

$$K_{m.ч.} = 1 - \frac{1}{13,48} = 0,925.$$

ВНТУ матеріалознавство

Created by Universal Document Converter

Таблиця 3.4 – Коефіцієнт шорсткості поверхні

Шорсткість (розміри)	Кількість поверхонь	Розрахунок
1,6 (Ø18 – 8 поверхонь)	8	8×1,6 = 128
3,2 (14; 25;Ø700 – 1 поверхня; Ø420 – 1 поверхня; Ø738 – 1 поверхня)	5	5×3,2 = 16
6,3 (86 – 2 поверхні)	2	6,3×2 = 12,6
12,5 (Ø140; Ø170 – 1 поверхня, Ø80; 12;36 – 2 поверхня; 4,5×45° – 2 поверхні);	6	12,5×6 = 75
Сума	21	231,6

$$Ш_{ср} = \frac{\sum Ш_i \cdot n_i}{\sum n_i}; \qquad (3.4)$$

де $Ш_i$ – шорсткість оброблюваних поверхонь даної деталі, мкм;

n_i – кількість поверхонь, що мають шорсткість, яка відповідає числовому значенню параметра R_a, мкм.

$$Ш_{ср} = \frac{231,5}{21} = 11,03.$$

$$K_{Ш} = \frac{1}{Ш_{ср}}, \qquad (3.5)$$

де $Ш_{ср}$ – середня шорсткість поверхні, мкм;

$$K_{Ш} = \frac{1}{11,03} = 0,091.$$

$К_у$=0,73>0,6; $К_т$=0,925>0,8; $К_ш$=0,091<0,32. Отже деталь за кількісними показниками є технологічною.

Вихідні дані :

- Кількість деталей що підлягають обробці: Пв= 500 *шт/рік*
- маса деталі Мд=119 *кг*

Величина партії запуску в ремонт $П_{зап}$=(500/252)·7=14 (шт)

ВНТУ Матеріал ознайомлення

Created by Universal Document Converter

3.3 Дефектування деталі

При дефектуванні встановлюють: спрацьованість робочих поверхонь, тобто зміни розмірів і геометричної форми деталей; наявність викришування, тріщин, сколів, подряпин, задирів тощо.

В процесі дефектування користуються різноманітними способами для всебічного обстеження деталей і виявлення дефектів. [28]

Колісна пара трамвайного вагона під час експлуатації витримує великі статичні і динамічні навантаження, які призводять до утворення різних дефектів.

До вагонних колесних пар висувають такі вимоги

1. Тріщіни. Не допускаються ні в якій частині колесної пари.
2. Навар – сумищення металу на поверхні катання (не больш 0,5 мм)
3. Повзун – ділянка на поверхні катання, яка утворилася в результаті юзу.
4. Прокатування – контактируюча поверхня колеса по колу катання з головкою рельси. Знос за прокатуванням допускается:
   - для трамваю (вище 60 км/ч) – до 5 мм
   - для потягів (до 120 км/ч) – до 7 мм
   - в приміських– до 8 мм
   - в грузових – до 9 мм
5. Вертикальний підріз гребінця. Прогресивно утворюється в результаті не якісного:

— збирання візка;

— або обточування (порушення допустимих геометричних параметрів колесной пари;

— або збирання дорожної клїті та укладання дорожного полотна з порушенням кутовиxx швидкостей на ділянках дороги, де рух трамваю обмежується (порушується) за швидкістю при прохожденні трамваю у криві.

Основні дефекти „Бандажу” колеса трамваю показані на рисунку 3.5.

ВНТУ Матеріалознавство

Created by Universal Document Converter

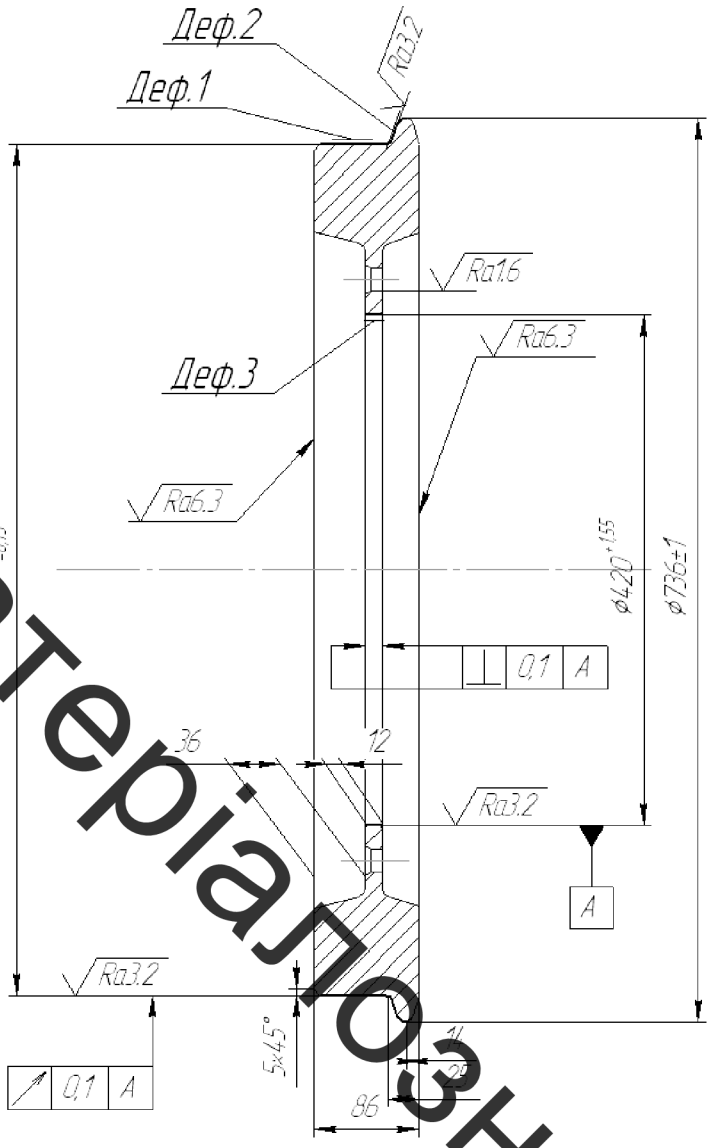


Рисунок 3.5 – Ремонтне креслення та основні дефекти „Бандажу”

Технічні умови на дефектування розробляємо на основі аналізу умов роботи деталі, фізико-механічних властивостей, переліку можливих дефектів тощо. Складаємо їх у вигляді таблиці 2.5, яка містить таку інформацію: перелік дефектів, способи їх виявлення, а також основні розміри деталі.

ВНТУ Матеріалознавство

Created by Universal Document Converter

Таблиця 3.5 – Дефекти бандажу

№ деф	Дефект	Спосіб виявлення дефекту. Вимірювальний інструмент	Розміри	
			Номінальний	Допустимий
1	Знос поверхні катання бандажу	Шаблон, скоба гранична	$700(_{-0,150})$	696
2	Знос гребенців	Штангенциркуль	25	23,5
3	Знос посадочного отвору	Штангенциркуль	$420(^{+0,55})$	420,5

Дефекти також за рахунок дії підвищених динамічних навантажень, які спричиняють напруження згину. В результаті механічного зносу відбувається поступовий знос поверхонь спряжень, відповідно збільшується зазор в спряжені, що впливає на якість роботи ходової частини трамвая.

3.4 Вибір раціонального способу відновлення і витратного матеріалу

3.4.1 Відновлення поверхні катання бандажу та гребінців.

Розроблена велика кількість способів відновлення зношених деталей. При виборі найраціональнішого способу відновлення бандажу потрібно спиратись на такі показники як простота, технологічність, не потребує особливих вимог до матеріалів і є економічно вигідним.

Допуски та способи ремонту вертикального підрізу гребінця. Вимірюється вертикальний підріз гребінця шаблоном на відстані 18 мм від основи гребінця. Рабоча товщина гребня повинна бути 25-33 мм для вагонів, 23–33 мм для локомотивів. Як що товщина гребінця досягає мінімального значення колісну пару бракують, або відправляють на ремонт де проводять відновлення (наплавлення + обточування) напівавтоматичною зварювальною установкою (при швидкості руху потяга до 60 км/ч) зношеної (як правило

ВНТУ Матеріалознавство

Created by Universal Document Converter

внутрішньої) частини гребінця + обточування на спеціалізованному верстаті КЖ20, КЖ20ТФ1, 1836, або формують (пресують та обточують) нову колісну пару із виконанням вимог до геометричних розмірів.

Така технологія використовується для цільного колеса без бандажа.

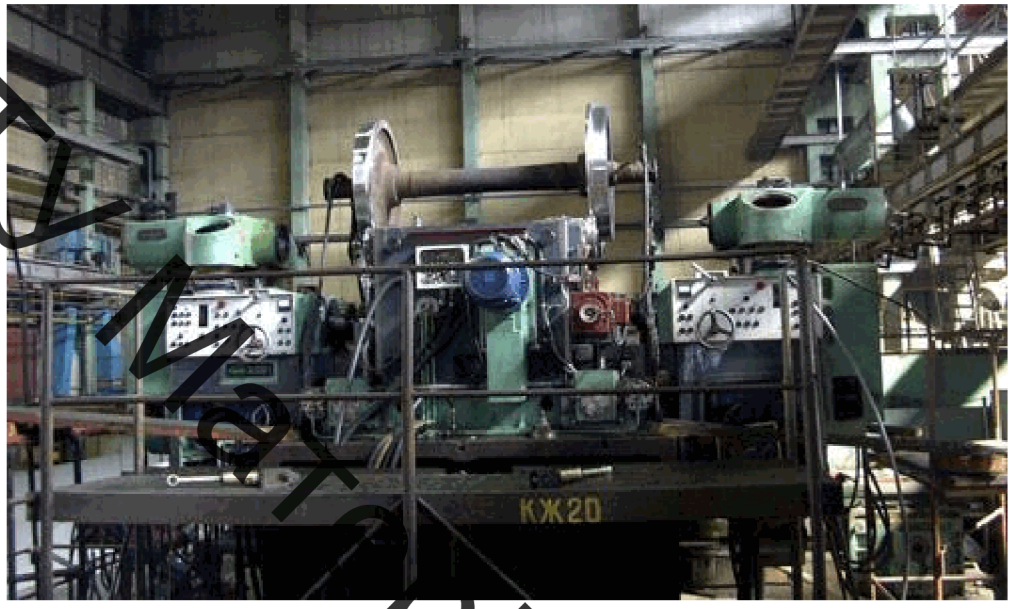


Рисунок 3.6. Обробка колісних пар на спеціалізованому колесофрезерному верстаті КЖ20ТФ1.

Для відновлення зношених поверхонь гребінця та поверхні катання підгумового бандажу можна застосувати такі методи відновлення:

– наплавлення під шаром флюсу;

– наплавлення в захисних газах;

– наплавлення порошковою стрічкою.

До складу стрічки входять ферохром, феротитан, феромарганець, графітний та залізний порошки. Наплавлення порошковими стрічками знижує витрати зварювальних матеріалів.

Основним способом усунення дефекту обираємо електродугове наплавлення гребінців бандажу коліс трамвая самозахисною порошковою стрічкою ПЛ-17 рутил – органічного типу ТУ ИЭС 108 – 75 (ГОСТ 26271–84).

ВНТУ Матеріалознавство

Created by Universal Document Converter

Наплавлення самозахисною порошковою стрічкою ПЛ-17 характеризується високою стабільністю горіння дуги, дрібно крапельним переносом металу, слабким приварюванням бризг до основного металу. Перемішування основного металу з металом стрічки незначне. Шлак покриває поверхню наплавленого металу рівномірно з невеликим стовщенням до основи.

3.4.2. Методи відновлення посадкової поверхні бандажу.

Порівнявши ряд переваг та недоліків існуючих методів нанесення покриття, обираємо плазмове напилювання для відновлення посадочного отвору бандажу, оскільки цей спосіб дозволяє наносити покриття із матеріалів різного хімічного складу; має високу продуктивність, та повна автоматизація керуванням процесу [18, 22].

Також, при даному виді напилювання відсутня деформація деталі після відновлення.

3.5 Технологічний процес відновлення бандажу

3.5.1 Розробка плану операцій.

Згідно результатів дефектування і технології відновлення дефектів складаємо план операцій відновлення бандажу:

005 – мийна: Відмити та очистити деталь від мастил, іржі та бруду. Мити деталь в розчині Лабомід 101. Струменева камерна машина ОМ-4610;

010 – дефектувальна;

015 –токарна: 1) точити поверхню деф.1 в розмір $Ø696^{+0,25}$;

2) розточити поверхню деф.2 в розмір $Ø420,7^{+0,25}$

020 – наплавлювальна: наплавити поверхню деф.1 в розмір $Ø704^{+0,3}$;

025 – токарна: 1) точіння чорнове поверхні 1 до розміру Ø700,6 мм;

2) точіння напівчистове поверхні 1 до розміру $Ø700,2(^{+0,25}_{+0,3})$;

3) точіння чистове поверхні 1 до розміру $Ø700(_{-0,15})$

4) точити фаски 5*45°;

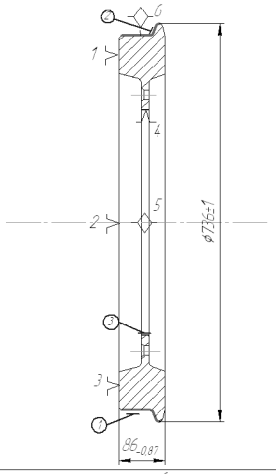
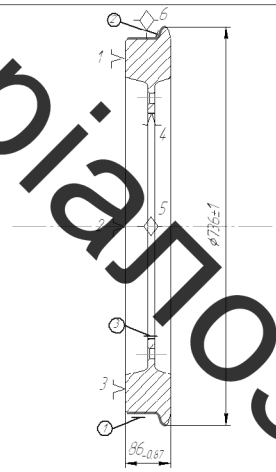
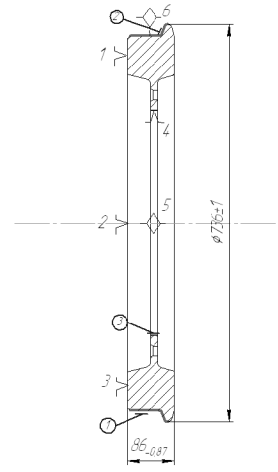
030 – напилювальна: напилити поверхню деф.2 в розмір $Ø419,5^{+0,2}$ мм;

035 – шліфувальна – шліфувати поверхню деф.2 начисто в розмір згідно креслення $Ø420_{0,55}$;

040 – контрольна.

ВНТУ Матеріал ознайомлення

Created by Universal Document Converter

№	Назва операції та зміст переходу	Ескіз обробки та схема установки	Обладнання
005	Миття Мити бандаж в розчині лабомід 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	Наплавочна 1. Встановити деталь. 2. Наплавити поверхню 1. 3. Наплавити поверхню 2. 4. Зняти деталь.		1. Установка для наплавлення на базі токарного верстата 1А-64. 2. Наплавлювальна головка А-384МК.
025	Напилювальна 1. Встановити деталь. 2. Напилити поверхню 3. 3. Зняти деталь.		1. Установка для напилювальних на базі токарного верстата 1А-64. 2. Наплавлювальна головка ОКС-6569.

ВНТУ Матеріал ознайомство

Рисунок 3.7 Технологічний процес відновлення деталі “Бандаж”, лист 1

Created by Universal Document Converter

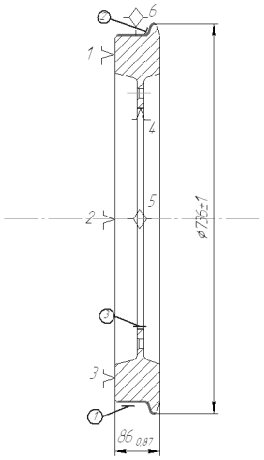
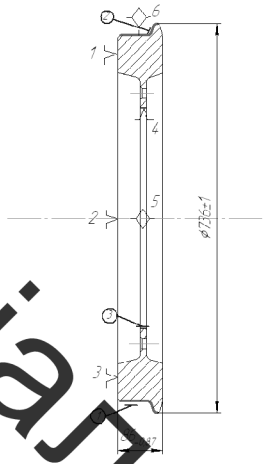
№	Назва операції та зміст переходу	Ескіз обробки та схема установки	Обладнання
030	Токарна 1. Встановити деталь 2.Точити поверхню 1. 3.Точити поверхню 2. 4.Точити поверхню 3. 5.Зняти деталь.		1. Токарний карусельний верстат моделі КС–112.
035	Шліфувальна 1. Встановити деталь 2. Шліфувати поверхню 3 3. Зняти деталь.		1. Внутрішньошліфувальний верстат 3К228А. 2. Стакан кріпильний
040	Контрольна		Стіл контрольний

Рисунок 3.7 Технологічний процес відновлення деталі “Бандаж”, лист 2

3.5.2 Визначення припусків на обробку.

Аналітичний розрахунок припусків на механічну обробку з метою отримання оптимальних значень виконуємо згідно [11].

У відповідності із заданою умовою, маршрутом обробки поверхні, що обробляється – D=700мм h9($-_{0,15}$) за [11; стор. 8-9; табл.4] по ступіням механічної обробки:

1. Чорнове обточування;

2. Напівчистове обточування;

ВНТУ Матеріалознавство

Created by Universal Document Converter

3. Чистове обточування.

Вся вказана обробка виконується з встановленням заготовки на оправці. Розраховані дані заносимо до табл. 3.8

Таблиця 3.8 – Припуски та граничні розміри

Маршрут обробки поверхні діаметром D 0-700 ($^{0}_{-35}$)	Елементи припуску мкм				розрахункові величини		Допуск на розміри, що виконуються, мкм	Прийняті розміри по переходам, мкм	
	Rz	T	ρ	ε	Припуску 2Zmin мкм	Діаметру. мм		Найбільші d_{max}	Найменші d_{min}
1Відновлена деталь		600	300			702,335	1000	703,335	702,4
2Чернове точіння	160	50	60	30	1800	700,535	350	700,885	700,5
3 Напівчистове точіння	40	15	20	6	540	699,995	230	700,225	700
4Чистова обробка	20	25	0	3	150	699,845	150.	700	699,845

3.6 Розрахунок режимів попередньої механічної обробки

Операція 015 - розрахунок режимів попередньої токарної обробки на верстаті токарно карусельному КС112.

Основні параметри верстата КС-112

Найбільший діаметр оброблюємої деталі, мм 1600

Найбільша висота обрабляємої деталі, мм 1000

Min частота обертання шпінделя об/м: 4

Max частота обертання шпінделя, об/м: 200

Потужність, кВт: 33,7

ВНТУ Матеріалознавство

Created by Universal Document Converter

Рисунок 3.8 - Верстат моделі КС-112 для обробки бандажу колеса та колісних центрів вагонів широкої колії

Дані розрахунків заносимо до таблиці 3.9.

Аналітичні розрахунки режимів різання за операціями технологічного процесу виконуємо згідно методик [8, 11], та заносимо до табл. 3.9.

3.7 Вибір обладнання пристроїв та інструмента для наплавлення

Обладнання для наплавлення бандажу складається з таких основних частин:

1. Токарний верстат 1А-64;
2. Наплавочний апарат А – 384МК з спеціальним мундштуком для наплавки порошковою стрічкою;

Бандаж колеса кріпиться на оправку та за її допомогою виставляється в потрібне для наплавлення положення. Самохідний візок служить для горизонтального переміщення наплавочного апарату з встановленою швидкістю наплавки та для виконання переходів наплавочних операції.

ВНТУ Матеріалознавство

Created by Universal Document Converter

Таблиця 3.9 – Технологічні параметри режимів обробки за технологічним процесом

№ ОП	Найменування операції	Параметри режимів обробки
010	Токарна Токарно-карусельний верстат КС-112	Глибина різання - 2,0 мм; подача - 1,2 мм/об. (пов.1) Глибина різання - 0,4 мм; подача - 0,5 мм/об. (пов.2) Швидкість різання *:* V_1 = 43,96 (м/хв); V_2 = 212,9 (м/хв); Частота обертання (мм/об): n= 20 (d=700мм); n_2= 160 (d=430мм); Потужність: N_1 = 2,59(кВт); N_2 = 3,3(кВт) Загальний основний час $T_{o10} = 5 + 0,18 = 5,18$ *хв.*
015	Наплавлення Установка для наплавлення на базі токарного верстата 1А-64 Наплавлювальна головка А-384МК	Порошкову стрічку ПЛ-17 рутил – органічного типу ТУ ИЭС 108 – 75 (ГОСТ 26271 – 84) кількість одночасно працюючих дуг – 2; розмір стрічки: 3х60 мм. I = 850 А; U = 29 В. Швидкість подачі стрічки $V_{стр}$= 10,65 м/год. Швидкість наплавки $V_{нап}$ = 3,25 м/год. Маса наплавленого металу на бандаж колеса 5,92 кг. Витрати електродної стрічки: 6,5 кг. T_o =0.11год
020	Токарна Токарно-карусельний верстат КС-112	Глибина різання - 0,9 мм; подача - 1,0 мм/об. Швидкість різання *:* V_1 = 66,5 (м/хв); $V_{1ч}$= 132,9 (м/хв); Частота обертання (мм/об): n= 30 (d=700мм); n= 60 Потужність: N_1 = 1,93(кВт); N_2 = 2,72(кВт) Загальний основний час $T_o = T_{чорнової} + T_{напчистової} + T_{чистової} = 1.8 + 1.65 + 1.38 = 4,83$ *хв.*;
025	Напилювання Установка з ЧПК	Маса плями напилювання: m_2= 0,125*(гр.).* Горизонтальна швидкість напилювального пристрою: $V_г$ = 2,45 (*мм/с*); Швидкість руху плями: $Vл_2$= 266(*мм/с*); Швидкість обертання деталі: ω = 0,3 (*мм/с*); Кількість проходів: n=14 [53] Загальний основний час T_o = 4,29 *хв.*
030	Шліфувальна Верстат 3К227В Шліфувальний круг 63С40П5СМ1К6	Діаметр шліфувального круга: $D_{кр}$ = 336 *мм* ; Швидкість обертання круга: $n_{кр}$=1692 (об/хв); Дійсна швидкість круга:$V_{Д.кр}$ = 35 (м/с); Швидкість обертання заготовки: $n_{дет}$ = 22,75(об/хв.); Глибина шліфування – t = 0,005 мм [34]. Потужність: N_1 = 0,441(кВт);
035	Контрольна Стіл контрольний	

ВНТУ Матеріалознавство

Created by Universal Document Converter

Візок переміщається по рейковому шляху металоконструкції.

Апарат А-384МК переміщується в трьох напрямках:

- вертикальному;
- горизонтальному;
- поперечному.

Враховуючи те, що наплавлення здійснюється порошковою стрічкою, яка не потребує додаткового захисту при горінні дуги між колесом та стрічковим електродом, то апарат А-384МК використовується без флюсбункера.

Для наплавлення також використовується спеціальний мундштук для наплавки порошковою стрічкою, який складається з корпусу на якому знаходиться хомут для кріплення мундштука до механізму подачі апарата А-384МК. В корпусі розташовані два ролика для подачі стрічки – подаючий та прижимний. Кожний з цих роликів кріпиться на валу шпоночним з'єднанням. Вал обертається в 2^x шарикопідшипниках. Прижимний ролик прижимає стрічку до подаючого за допомогою обійми. Обійма в свою чергу приводиться в рух двома пружинами прижимами. Привід роликів здійснюється через циліндричну пару від механізму передачі. На корпусі також розташовані дві контактні токопроводні пластини, одна з яких рухома, яка приводиться в рух за допомогою спеціального прижима, а друга нерухома.

Для направлення стрічки в верхній частині мундштука встановлюються регулюючі направляючі опори, які утримують стрічку від бокового зміщення, а в нижній частині мундштука для цієї цілі служать змінні планки. Змінні планки розташовані в контактних токопровідних пластинах.

Наплавочний апарат А-384МК живиться від джерела живлення з жорсткою зовнішньою характеристикою.

В якості джерела живлення застосовується перетворювач постійного струму – ВДМ-1601, який дає нам змогу регулювати необхідні нам межі струму.

ВНТУ Матеріал ознайомлення

Created by Universal Document Converter

При наплавленні бандажу колеса трамваю використовується постійний струм зворотної полярності, що підвищує стійкість процесу наплавки та режимів наплавки.

3.8 Відновлення зношених поверхонь плазмовим напилюванням

Враховуючи матеріал відновлюваної деталі (сталь 50), товщину покриття, що буде нанесено (0,45 мм) та умови роботи відновленої поверхні застосуємо для напилення порошкову суміш з порошків на залізо-нікелевій основі у співвідношенні 1:1. Такими сумішами є ПС-1 та ПС-2. Дані суміші дають досить високу зчеплюємість з основою (сталь 45) після оплавлення – 43-46 кГ/мм^2. Твердість покриття нанесеними даними сумішами становить HRC 43-53. [22]

Склад сумішей: ПС-1 – 50% ПГ-ХН80СР2 + 50%ПГ-У30Х28Н4С4;

ПС-2 – 50% СНГН-1 + 50% сормайт№1.

Таблиця 3.10 – Хімічний склад порошків для плазмового напилення. [8]

Марка порошку	Хімічний склад						
	C	Mn	Si	Fe	Ni	Cr	B
ПГ-ХН80СР2	1,03	-	2,32	2,50	решта	16,61	2-23
ПГ-У30Х28Н4С4	2,94	0,94	2,56	решта	5,28	28,2	-
СНГН-1	0,44	-	4,49	1,71	решта	16,38	3,78
Сормайт №1	3,5	0,48	2,73	решта	3,38	30,02	-

3.9 Контроль якості обробки поверхні

Контроль після виконання механічної обробки полягає у контролі точності обробленої поверхні після точіння, а також у контролі шорсткості проточеної поверхні бандажа. Контроль точності поверхні здійснюється

ВНТУ Матеріалознавство

Created by Universal Document Converter

вимірюванням розмірів деталі універсальними вимірювальними інструментами. Так вимірювання проточеної поверхні здійснюється шаблоном або скобою [26].

3.10 Нормування технологічного процесу відновлення

Норми часу за розрахунково-аналітичним методом визначаються за методикою згідно [28]. Отриманні дані заносимо до таблиць 3.11 – 3.13.

Таблиця 3.11 – Початкові відомості

№	Назва операції	d, мм	L, мм	S, мм/об ($v_г$, мм/с; $Y_{пр}$, м/хв)	n, хв$^{-1}$ ($\omega_{дет}$, с$^{-1}$; $Y_{об}$, м/хв)	i (n)	$n_{дет}$
005	Мийна	-	-	-	-		14
010	Дефектувальна	700; 420	86; 52				
015	Токарна	700; 420	86; 52	1,1	160	1	14
020	Наплавлювальна	700	86	3.25	10,65	1	14
025	Токарна	700	86	1,0	55	3	14
030	Напилювальна	420	53	2,4мм/с	0,3	14	14
035	Шліфувальна	420	53	7,5	1092	10	14
040	Контрольна	720; 420	86; 25	-	-	1	14

Таблиця 3.12 – Розрахунок основного часу, хв.

№	Розрахунок за формулами
005	3,8
010	12
015	5,18
020	24,6
025	4,83
030	4,29
035	3,87
040	3,2

ВНТУ Матеріалознавство

Created by Universal Document Converter

Таблиця 3.13 – Норми часу за операціями технологічного процесу

№	Назваоперації	t_o	$t_{доп}$	$t_{оп}$	$t_{обсл}+t_{відп}$	$T_{шт}$	$T_{п-з}$	$T_{шт-к}$	$n_{дет}$
005	Мийна	6,0	0,9	6,9	0,45	7,35	16	7,6	14
010	Дефектувальна	12	1,8	13.8	0,9	14,7	16	15,84	14
015	Токарна	5,18	0,44	5,62	0,043	5,66	21,7	7.21	14
020	Наплавлення	24,6	0,67	25,27	1,64	26,91	18	28,19	14
025	Токарна	4,83	0,53	5,36	0,35	5,71	21,7	7,27	14
030	Напилювальна	4,29	1,85	6,14	0,4	6,54	18	7,83	14
035	Шліфувальна	3,87	0,56	4,43	0,29	4,71	20,7	6,2	14
040	Контрольна	3,0	0,24	3,24	0,21	3,45	18	3,66	14

ВНТУ Матеріалознавство

3.11 Створення конструктивної схеми установки та її опис

Розробимо конструктивну схему установки. З'ясуємо з яких основних компонентів має складатися установка для автоматизованого відновлення деталі (рисунок 3.9)

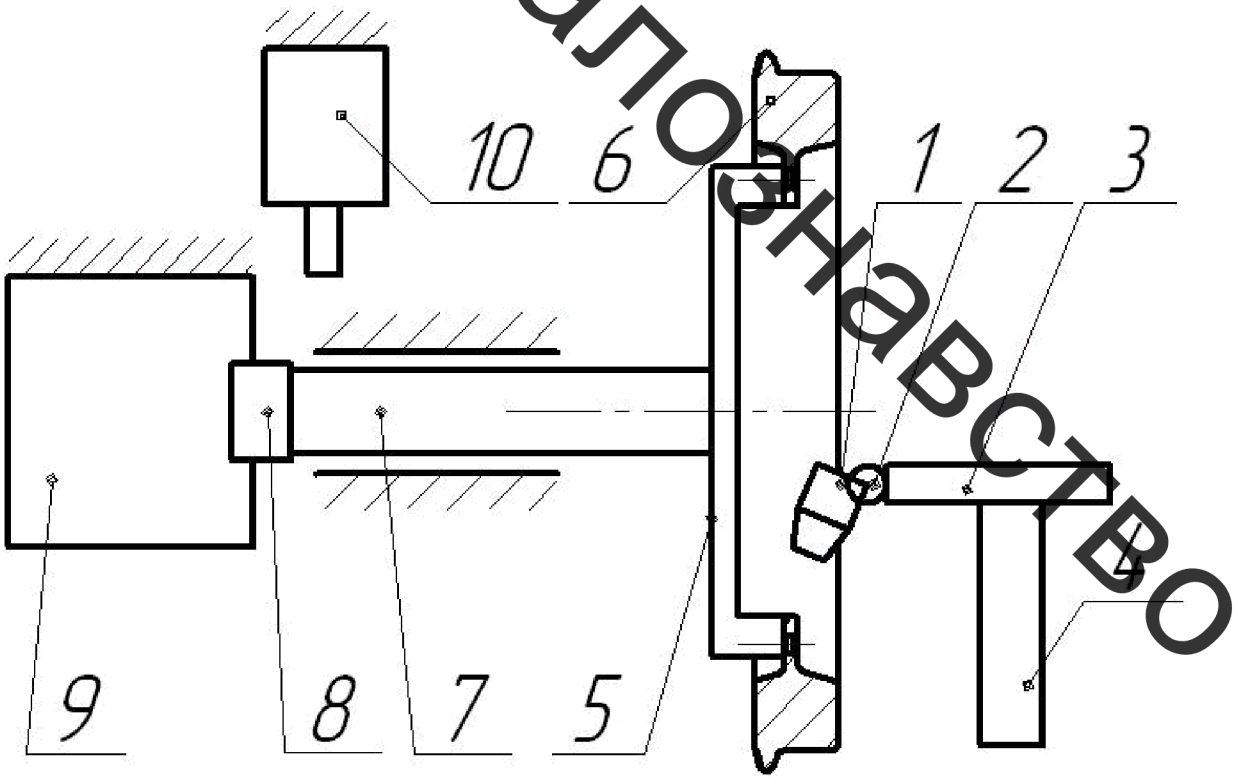


Рисунок 3.9 – Конструктивна схема установки відновлення

Created by Universal Document Converter

Основними елементами конструктивної схеми є розпилюючий пристрій 1, закріплений на шарнірі 2, що забезпечує можливість при необхідності змінювати кут нахилу розпилюючого пристрою перед процесом відновлення. Шарнір 2 закріплено на консольному приводі 3, що забезпечує можливість переміщення розпилюючого пристрою вздовж деталі 6. Консольний привід 3 закріплений на лінійному приводі 4, що забезпечує вертикальне переміщення розпилюючого пристрою. Відновлювана деталь 6 закріплюється у планшайбі 5. Планшайба 5 закріплена у шпинделі 7 встановленим на підшипниках. Шпиндель 7 через муфту 8 з'єднано з електромотором 9. Над розпилюючим пристроєм 1 розташований живильник 10, який забезпечує необхідну кількість прошку, що подається у розпилюючий пристрій.

3.12 Визначення способу закріплення деталі

Бандаж трамвайних коліс (рисунок 3.2) не має базових циліндричних поверхонь за якими можна було б його закріпити, окрім тієї що підлягає напиленню. Крім того, оскільки відновленню підлягає циліндричний отвір і в процесі відновлення може виникнути необхідність переустановити деталь іншою стороною, то для ії закріплення було розроблено планшайбу 4, з гвинтами 5, за допомогою яких і відбувається закріплення та центрування бандажа 1. Для закріплення планшайби застосуємо шпиндель 3, який обертається у підшипниковому вузлі 2, а для закріплення планшайби у шпинделі застосуємо різьбове з’єднання.

ВНТУ Матеріалознавство

Created by Universal Document Converter

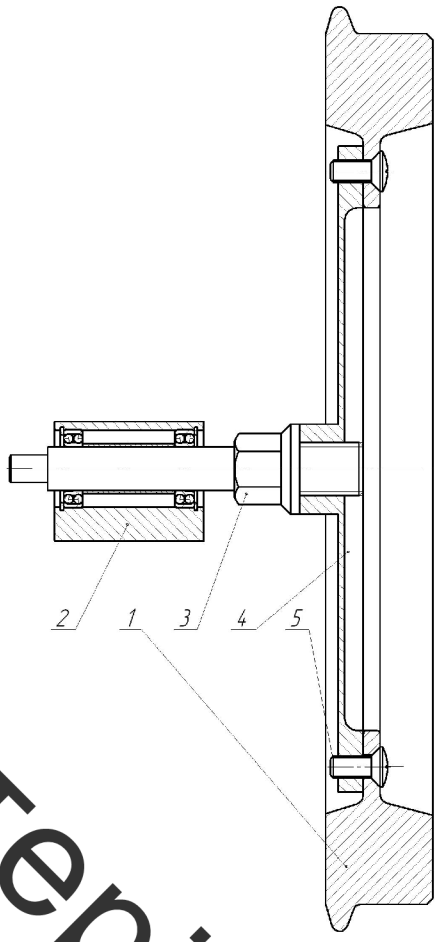


Рисунок 3.10 – 1-деталь, 2 - підшипниковий вузол, 3 – шпиндель, 4 – планшайба, 5 –гвинт.

3.13 Розрахунок масоцентровочних характеристик (мцх) деталі та пристрою для закріплення

Для визначення масоцентровочних характеристик розробимо 3D моделі усіх деталей що обертаються (рисунок 3.11) [33]

ВНТУ Матеріалознавство

Created by Universal Document Converter

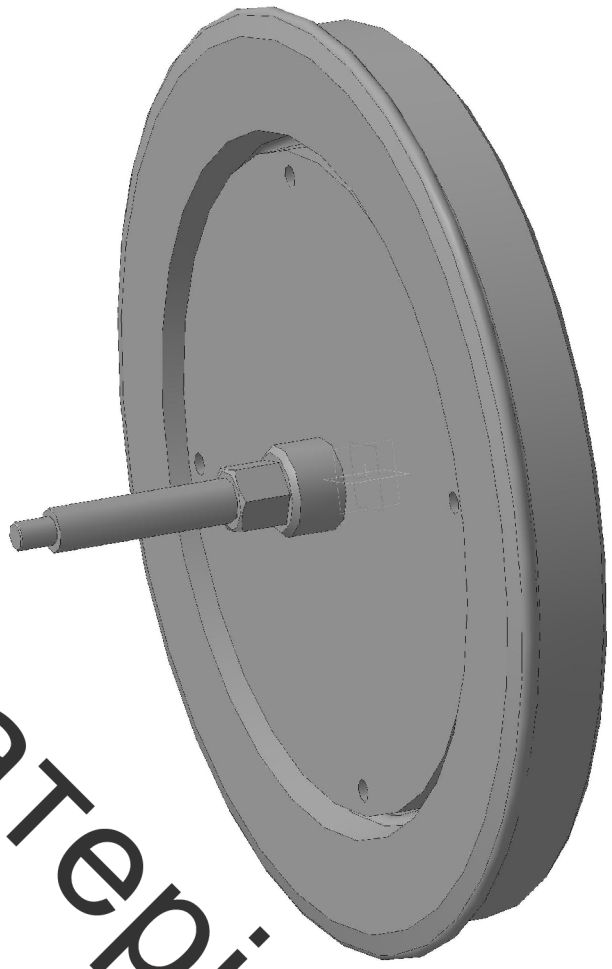


Рисунок 3.11 – 3D модель усіх деталей, що обертаються в процесі відновлення

Для розрахунку та вибору приводу обертання необхідно знати масу приводу, та осьовий момент інерції в центральній системі координат відносно осі обертання деталі. В даному випадку це вісь z.

Розрахунок МЦХ проведемо засобами САПР Компас.

M = 138.6342 кг;

Jz = 121973.509749 кг·см^2.

3.14 Розрахунок маси розпилюючого пристрою

Розробимо 3D модель розпилюючого пристрою, та кронштейна для його закріплення (рисунок 3.12)

ВНТУ Матеріалознавство

Created by Universal Document Converter

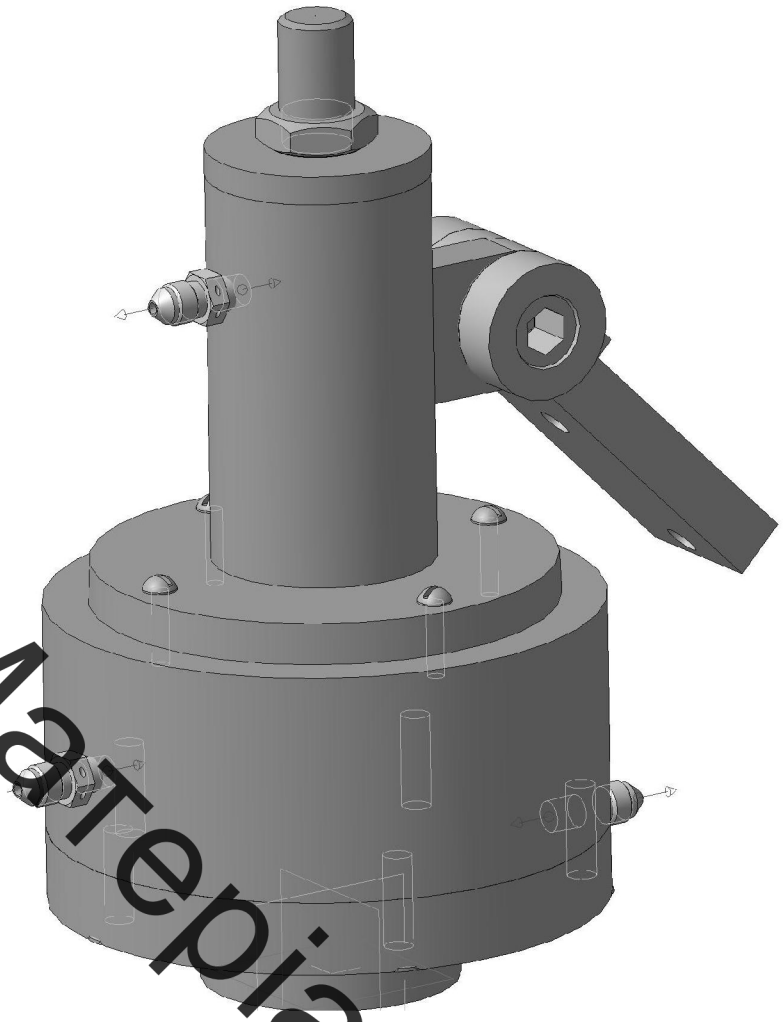


Рисунок 3.12 – 3D модель розпилюючого пристрою

Порахуємо засобами САПР Компас масу розпилюючого пристрою

Маса M = 2.882 кг

3.15 Розрахунок та вибір виконавчих механізмів установки для автоматизованого відновлення деталей

3.15.1 Механізм обертання деталі

Для розрахунку приводу обертання застосуємо програму Positioning drives компанії Festo [33].

Вихідними даними для розрахунку привода обертання є момент інерції тіл які треба обертати (в нашому випадку становить Jz = 121973.509749 кг·см^2 додаткові сили які є гальмівними або прискорюючими (в нашому випадку

ВНТУ Матеріалознавство

Created by Universal Document Converter

відсутні). Відстань від центру тяжіння деталей що обертаються – приймається нульовою тому що застосовано додатковий проміжний шпиндель який сприймає всі навантаження від маси тіл, що обертаються . Максимальна частота обертання – розрахункова 3 об/хв. приймаємо – 10 об/хв. що дасть змогу одробляти більшу номенклатуру деталей. Час розгону приймаємо 1 с. Тип приводу - сервопривід постійного струму. Включно з вбудованими гальмами та варіантами з вбудованим редуктором. Монтажне розташування – горизонтальне.

В результаті розрахунку не запропоновано ні одного рішення тому обираємо максимально потужний двигун з каталогу та виконавчі механізми, моделі, яких заносимо до таблиці 3.

Таблиця 3.14 – Комплектуючі приводу обертання

• Найменування	• Код
• Двигун	• EMMS-AS-140-M-RS
• Осьовий набір	• EAMM-A-S95-140A
• Контролер	CMMP-AS-C10-11A-P3.

Замовимо на сайті FESTO.COM.UA 3D моделі вибраного приводу обертання в форматі sat 3 який розпізнає програма Компас та спроектуємо вузол обертання. Для цього необхідно з'єднати двигун 1 (рис. 3.13) з бандажем 2 та закріпленим підшипниковим вузлом 4 бандаж 2 та сервомотор на одній платформі.

ВНТУ Матеріалознавство

Created by Universal Document Converter

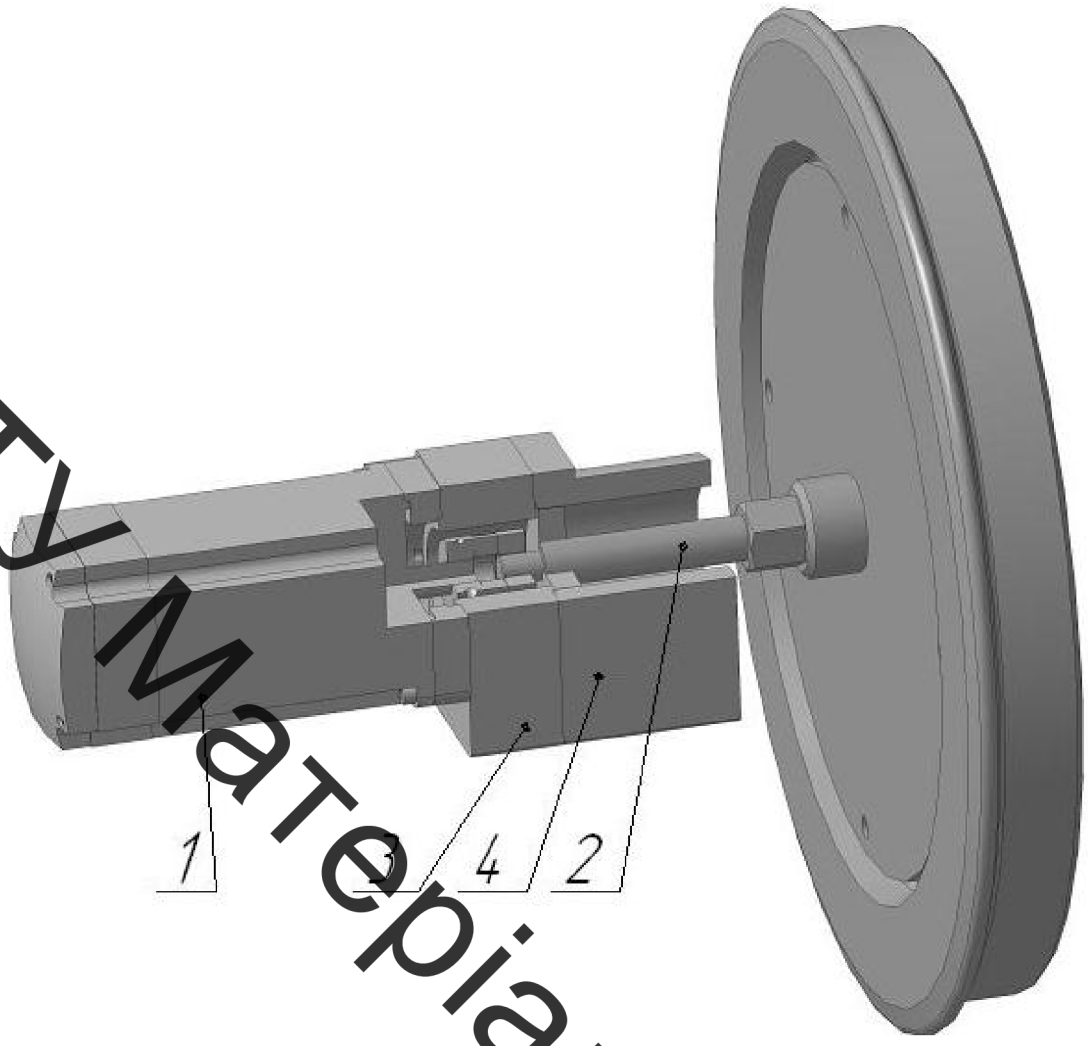


Рисунок 3.13 - 3D модель приводу обертання

3.15.2 Привод горизонтального переміщення розпилюючого пристрою.

Вихідними даними для вибору привода горизонтального переміщення є маса яку необхідно переміщувати це маса розпилюючого пристрою плюс маса кронштейну для закріплення, яка становить 2,882 кг та маса приєднаних комунікації, яка приблизно становить до 1 кг. Разом ця маса становить 4 кг. Ще однією величиною для вибору привода є величина горизонтального переміщення яку приймаэмо з запасом і яка становить 50 мм. Скористаємось програмою Positioning drives для визначення підходящої моделі приводу горизонтального переміщення. Установка буде використовуватись для напилення внутрішніх циліндричних поверхонь, тому прийнято рішення використати лінійний привід консольного типу у вигляді приводу позиціонування HME-16-200 із вмонтованим двигуном та контролером SFC-

ВНТУ Матеріал ознайомлення

Created by Universal Document Converter

LAC-VD-10-E, на який закріплюємо плазмотрон з шарнірним кронштейном (Рисунок3.14).

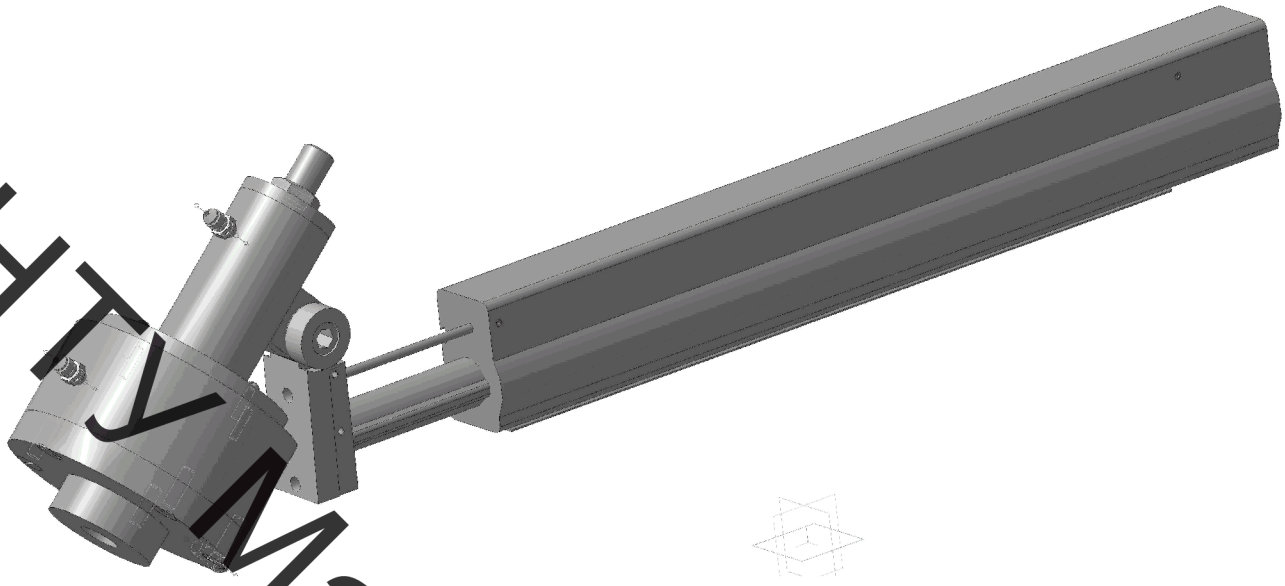


Рисунок 3.14 – Взаємне розташування механізмів для напилення

3.15.3 Привод вертикального переміщення розпилюючого пристрою.

Вихідними даними для вибору привода вертикального переміщення є маса яку необхідно переміщувати це маса розпилюючого пристрою 2.882 кг плюс маса приводу вертикального переміщення 6 кг та маса приєднаних комунікації, яка приблизно становить до 1 кг. Разом ця маса становить 2,882+6+1=9,7 кг. Ще однією величиною для вибору привода є величина вертикального переміщення яку, приймаємо з урахуванням радіусу деталі, щоб забезпечити можливість відновлення усіх її поверхонь і яка становить 400 мм

Замовимо на сайті FESTO.COM.UA 3D модель вибраного привода DNCE-40-LS-"2,5"P-Q в форматі sat3 та необхідних пристосувань. Данні занесені до таблиці 3.

Таблиця 3.15 – Комплектуючі приводу горизонтального переміщення

• Найменування	• Код
• Привід	• DNCE-40-LS-"2,5"P-Q
Напрямна вісь	• DNCE-40-LS-"2,5"P-Q

ВНТУ Матеріал Позначство

Created by Universal Document Converter

• Двигун MTR-	• DCI-42S-VCSC-EG14
Кронштейн	• HMSV-27
• Контролер	SFC-LAC-VD-10-E
• Осьовий набір	EAMF-U-55B-42C
Контролер	• CMMP-AS-C10-11A-P3

Поєднаємо усі механізми згідно їх функціонального призначення та отримаємо фукціональний вузол горизонтального та вертикального переміщень розпилюючого пристрою та обертання деталі. Розмістимо у просторі всі деталі згідно їх призначення враховуючи те, що відстань між поверхнею відновлюваної деталі та сопла розпилюючого пристою повина складати 100 - 150 мм (рис. 3.15)

Для створення рамної конструкції використаемо профільний металопрокат, а саме швелер ГОСТ 8240-79 №10 та трубу ГОСТ 8509-93 №4. Додатково встановимо косинки для забезпечення жорсткості конструкції рами. Конструкція рами зварна. Зварка електродугова за ГОСТ 5264-80. З правої сторони рами передбачимо щит на якому закріпимо контролер керування приводом горизонтального переміщення розпилюючого пристрою – контролер SFC-LAC-VD-10-E, та контролер CMMP-AS-C10-11A-P3, обертача.

ВНТУ Матеріалознавство

Created by Universal Document Converter

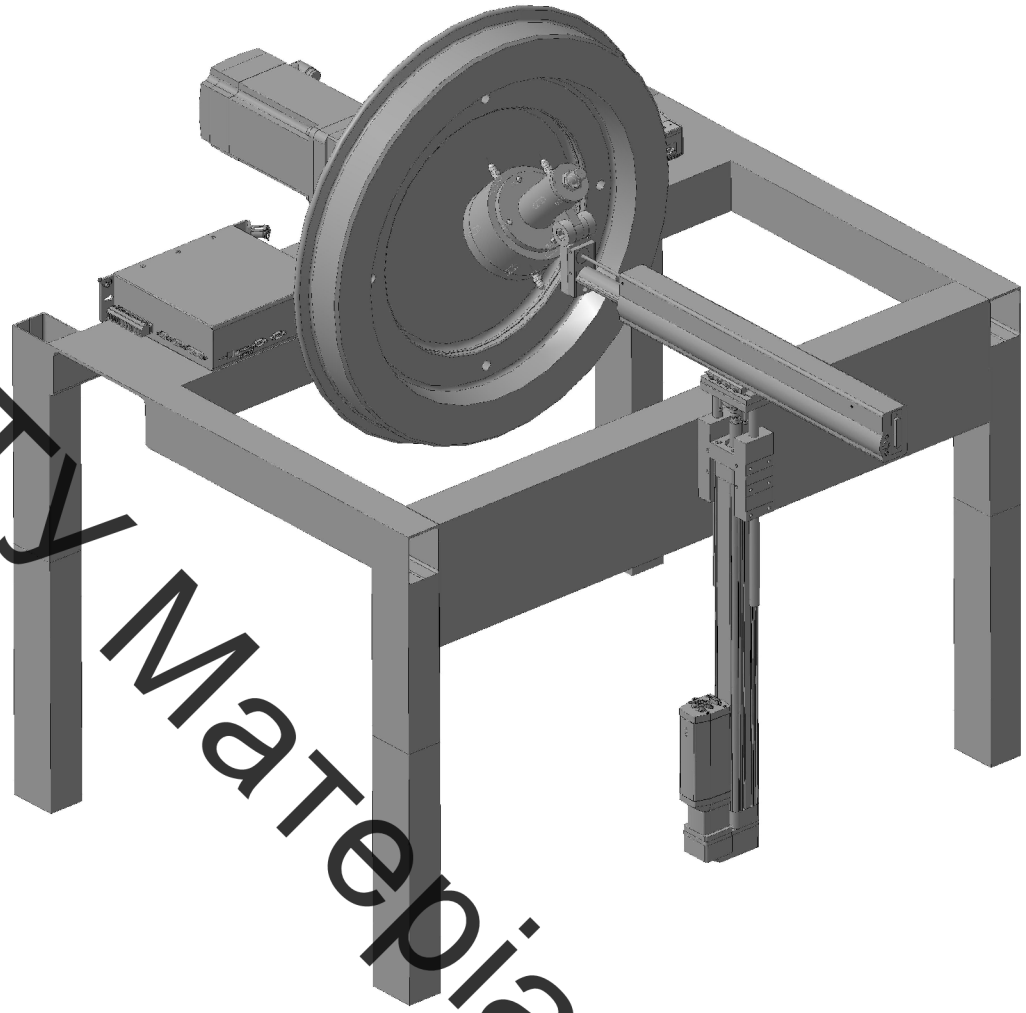


Рисунок 3.15 – Взаємне розташування розрахованих та вибраних деталей та механізмів

Складальне креслення установки для відновлення бандажа трамвайних коліс та інших подібних деталей довжиною не більше 300 мм та діаметром не більше 900 мм наведено в додатку.

3.16 Розробка робочого місця

Робоче місце (рисунок 3.16) складається з установки з числовим програмним керуванням 1, яка встановлена у захисному боксі 2. В боксі встановлено живильник 5 який подає розпилювальний матеріал в плазмотрон. Бокс оснащено вентиляцією 3. Електроживлення плазмотрона здійснюється від джерела живлення 6. Керування установкою здійснюється від комп'ютера 7,

ВНТУ Матеріалознавство

Created by Universal Document Converter

плазмоутворюючий газ подається від балона 8. Шинопровід забезпечує підвід всіх комунікацій до виконавчих механізмів.

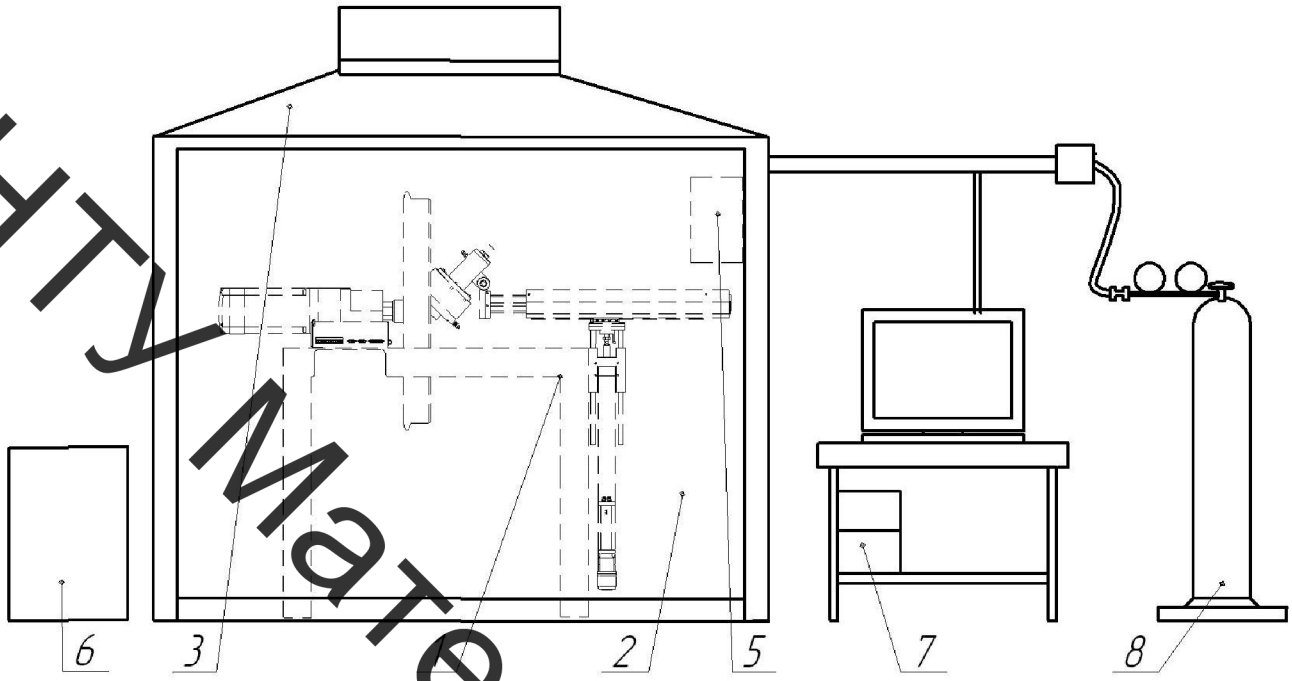


Рисунок 3.16 - Робоче місце.

3.17 Висновки до третього розділу:

1. В результаті роботи бандажу колеса виникає пошкодження як зовнішньої так і внутрішньої поверхонь сорочки. Середній знос 0,5-1,5 мм, що вимагає відновлення до номінального розміру.
2. На основі проведення дефектування деталі розроблено технологічний процес відновлення зношених поверхонь бандажу колеса трамваю, визначенно кількість переходів, припуски на механічну обробку та розрахунок їх режимів; режимів напилювання зносостійкого покриття на робочі поверхні.

ВНТУ Матеріалознавство

Created by Universal Document Converter

3. Розроблена установка з числовим програмним керуванням на базі вузлів компанії «Festo», що дозволяє проводити відновлення поверхонь деталей типу бандвж.
4. Для реалізації процесу відновлення розроблено технічну документацію.
5. Креслення деталі, ремонтне креслення та маршрутна карта технологічного процесу виконані за допомогою програми КОМПАС 3D.

ВНТУ МатеріаЛознавство

Created by Universal Document Converter

4 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ІННОВАЦІЙНОГО РІШЕННЯ

4.1 Прогнозування витрат на виконання конструкторської технологічної роботи

Розроблений новий технологічний процес відновлення бандажу колеса трамваю включає в собі наплавлення та плазмове напилення. Такий спосіб відновлення дає можливість надати зношеним поверхням необхідних характеристик міцності та зносостійкості, крім того значно підвищити економічні показники, адже розроблений технологічний процес характеризується значно меншими затратами, пов'язаними із відновленням поверхонь, має менший термін окупності устаткування, що суттєво впливає на технологічну собівартість відновленої деталі у порівнянні із собівартістю нової.

Розраховуємо основну заробітну плату кожного із розробників чи дослідників за формулами, якщо вони працюють в наукових установах бюджетної сфери, та заносимо дані до таблиці 4.1 [12, 13].

Таблиця 4.1 – Основна заробітна плата розробників

Найменування посади виконавця	Місячний посадовий оклад, грн.	Оплата за робочий день, грн.	Число днів роботи	Витрати на оплату праці, грн.	Примітка
1. Керівник проекту	8500,00	386,00	5	1930,00	
2. Інженер-технолог	7500,00	340,00	10	3400,00	
3. Технік	4173,00	139,00	5	950,00	
Всього				6280,00	

Мінімальназаробітна плата на 2019 року встановлена на рівнв 4173 грн., тоді погодинна ставка робітника 1-го розряду на рівні 25,13 грн/годину.

Величина чинних тарифних коефіцієнтів робітників відповідних розрядів для бюджетної сфери наведена в таблиці 4.2.

ВНТУ Матеріал ознайомлення

Created by Universal Document Converter

Таблиця 4.2 – Величина чинних тарифних коефіцієнтів робітників відповідних розрядів для бюджетної сфери

Розряд	1	2	3	4	5	6	7	8
K_i	1,00	1,09	1,18	1,27	1,36	1,45	1,54	1,64
Мінімальна погодинна ставка	25,13	27,40	29,65	31,91	34,18	36,44	38,70	41,21

Розраховуємо основну заробітну плату робітників, якщо вони беруть участь у виконанні даного етапу роботи і виконують роботи за робочими професіями. Розрахунки заносимо до таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Основна заробітна плата робітників

№	Найменування технологічних операцій	Трудомісткість, н-годин	Розряд роботи	Погодинна тарифна ставка, грн.	Величина оплати, грн	Примітка
1	Миття	0,13	2	27,40	3,56	K_c=1,5
2	Дефектувальна	0,26	3	29,65	7,71	
3	Токарна (КС-112)	0.12	5	34,18	4.10	
4	Наплавлювальна А – 384МК	0,47	4	31,91	15,00	
5	Токарна (КС-112) повторно	0,12	5	34,18	4,10	
6	Напилювальна FESTO	0,13	4	31,91	4,15	
7	Шліфувальна (3К228А)	0,1	5	34,18	3,42	
9	Контрольна	0,061	3	29,65	1,8	
Всього					43,84	65,76

Розраховуємо додаткову заробітну плату всіх розробників та робітників, які брали участь у виконанні даного етапу роботи. Вона розраховується як (10…12)% від суми основної заробітної плати всіх розробників та робітників. Пораховані дані заносимо до таблиці 4.4.

ВНТУ-Матеріалознавство

Created by Universal Document Converter

Таблиця 4.4 – Додаткова заробітна плата всіх розробників та робітників, які брали участь у виконанні даного етапу роботи

Найменування робіт	Основна заробітна плата, грн	Додаткова заробідня плата, грн
Розробники:		
1. Керівник проекту	1930,00	212,3
2. Інженер-технолог	3400,00	374,0
3. Технік	950,00	104,5
Всього:	**6280,00**	**690,8**
Робітники:		
1. Мийна	3,56	0,40
2. Дефектувальна	7,71	0,85
3. Токарна	4.10	0,45
4. Наплавлювальна	15,00	1,65
5. Напилювальна	4,15	0,46
6.Токарна (повторно)	4,10	0,45
7.Шліфувальна	3,42	0,38
9.Контрольна	1,8	0,20
Всього:	**43,84**	**4,84**

Нарахування на заробітну плату $Н_{зп}$ розробників та робітників, які брали участь у виконанні даного етапу роботи, розраховуються за формулою

$$Н_{зп} = (З_о + З_р + З_д) \cdot \frac{\beta}{100}, \quad (4.1)$$

де $З_о$ – основна заробітна плата розробників, грн.;

$З_р$ – основна заробітна плата робітників, грн.;

$З_д$ – додаткова заробітна плата всіх розробників та робітників, грн.;

β – ставка єдиного внеску на загальнообов'язкове державне соціальне страхування, %.

ВНТУ Матеріалознавство

Created by Universal Document Converter

Ставка єдиного внеску на загальнообов'язкове державне соціальне страхування встановлена 22%.

$$Нзп=(6280+43,84+695,64)\times 0,22=1544,29 \text{ гр.}$$

Розраховуємо амортизацію обладнання, комп'ютерів та приміщень, які використовувались під час даного етапу роботи. Відрахування розраховуємо по кожному виду обладнання, приміщення тощо. Всі результати заносимо до таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 – Амортизація обладнання, комп'ютерів та приміщень

Найменування обладнання, приміщень тощо	Балансова вартість, грн.	Норма амортизації, %	Термін використання, міс.	Величина амортизаційних відрахувань, грн.	Примітка
Переобладнання старого приміщення	208600	5	1	86,70	
Силові приводи	2800	20	1	46,70	
Комп'ютер та інтерфейс	4000	60	1	200,00	
Всього				333,40	

Розраховуємо витрати на матеріали, що були використані під час виконання даного етапу роботи,визначаємо по кожному виду матеріалу та заносимо до таблиці 4.6

Таблиця 4.6 – Витрати на матеріали

Найменування матеріалу, марка, тип, сорт	Ціна за 1 кг, грн.	Витрачено, кг	Вартість витраченого матеріалу, грн.	Прим.
1. Порошок ПС-1 – 50% ПГ-ХН80СР2 + 50%ПГ-У30Х28Н4С4	200,00	0,40	82,5	
Стрічка наплавочна ПЛ-17 рутил – органічного типу ТУ ИЭС 108 – 75	150,00	6,51	976,50	
2. Газ аргон Аг	34,00	0,570	19,38	
3. Лобомід	32,88	0,200	6,57	
4. Ганчір'я	7,00	0,100	0,7	

ВНТУ Матеріалознавство

Created by Universal Document Converter

Всього	1085,65	

Визначаємо вартість комплектуючих, що були використані під час виконання даного етапу роботи, та заносимо дані до таблиці 4.7.

Таблиця 4.7 – Витрати на комплектуючі

Найменування комплектувальних	Кількість	Ціна за штуку, грн.	Сума, грн.	Примітка
1. Установка ЧПК „Festo” для напилювання	1	29500,00	29500,00	
2. Обертач	1	4600,00	4600,00	
3. Плазмотрон	1	1450,00	1450,00	
4. Персональний комп’ютер	1	4000,00	4000.00	
5. Наплавлю вальна головка	1	12700,00	12700,00	
Всього			39550,00	

Розраховуємо витрати на силову електроенергію для виконання даного етапу роботи та заносимо до таблиці 4.8.

Таблиця 4.8 – Витрати на електроенергію

Найменування операції	Найменування обладнання	Встановлена потужність, кВт	Тривалість операції, год.	Витрати, кВт	Сума, грн.
Мийна	ОМ-4610	0,6	0,0833	0,049	0,984
Дефектувальна	Дефектоскоп УД-12	0,2	0,1	0,02	0,336
Токарна	Токарний верстат КС-112	33,7	0,12	4,04	6,80
Наплавлювальна	А–384МК	30	0,47	14,1	23,69
Напилювальна	Напилювальна установка з ЧПК «Фесто»	15	0,13	1,95	3,28
Токарна (повторно)	Токарний верстат КС-112	33,7	0,12	4.04	6,80
Шліфувальна	Круглошліфувальний верстат 3К229В	5,5	0,1	0,55	0,924
Контрольна	Дефектоскоп УД-12	0,2	0,1	0,02	0,034
Всього					41,95

ВНТУ Матеріалознавство

Created by Universal Document Converter

Інші витрати $В_{ін}$ охоплюють: витрати на управління організацією, оплата службових відряджень, витрати на утримання, ремонт та експлуатацію основних засобів, витрати на опалення, освітлення, водопостачання, охорону праці тощо.

Інші витрати $І_в$ можна прийняти як (100…300)% від суми основної заробітної плати розробників та робітників, які були виконували дану роботу, тобто

$$В_{ін} = (1..3)\cdot(З_о+З_р). \quad (4.2)$$

$$В_{ін} = (6280 + 43{,}84) \times 1 = 6323{,}84 \text{ грн.}$$

Підсумовуємо всі попередні витрати та визначаємо їх загальну суму. Всі дані заносимо до таблиці 4.9.

Таблиця 4.9 – Витрати

Стаття витрат	Сума, грн.
Основна заробітна плата розробників	6280,00
Основна заробітна плата робітників	43,84
Додаткова заробітна плата	695,64
Нарахування на заробітну плату	1544,29
Амортизація обладнання, комп’ютерів та приміщень	333,40
Витрати на матеріали	1085,65
Витрати на комплектуючі	39550,00
Витрати на силову електроенергію	41,95
Інші витрати	6323,84
Всього	61743,80

4.2 Прогнозування комерційних ефектів від реалізації результатів розробки

Собівартість відновлення вал-шестерні розраховуємо за формулою:

$$S_в = З_р + З_д + Н_{зп} + М + В_е + В_{ін}, \quad (4.3)$$

де $З_р$ – основна заробітна плата робітників, $З_р = 41{,}95$ грн.;

ВНТУ Матеріал ознайомлення

Created by Universal Document Converter

$З_д$ – додаткова заробітна плата робітників, $З_д = 4{,}84$ грн.;

$Н_{зп}$ – нарахування на заробітну плату, $Н_{зп} = 10{,}30$ грн.;

$М$ – витрати на матеріали на одиницю продукції, $М = 41{,}95$ грн.;

$В_е$ – витрати на силову електроенергію, $В_е = 14{,}97$ грн.;

$В_{ін}$ – інші витрати, $В_{ін} = 6323{,}84$ грн.

$$S_в = 41{,}95 + 4{,}84 + 10{,}30 + 1085{,}65 + 6323{,}84 + 41{,}95 = 7508{,}5 \text{ грн.}$$

Розраховуємо ціну реалізації відновлення вал-шестерні за формулою:

$$Ц_р = S_в \cdot \left(1 + \frac{P}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{w}{100}\right), \qquad (4.4)$$

де P – нормативний рівень рентабельності, $P = 20 \ldots 50\%$;

w – ставка додатку на додану вартість, 20%.

$$Ц_р = 7508{,}5 \cdot (1 + 0{,}5) \cdot (1 + 0{,}2) = 13515{,}32 \text{ грн.}$$

Приймаємо ціну реалізації 14000 грн.

Величина чистого прибутку, який отримає виробник протягом одного року, розраховуємо за формулою

$$П = \left\{\left[Ц_р - \frac{(Ц_р - М) \cdot f}{100} - S_в - \frac{q \cdot S_в}{100}\right] \cdot \left[1 - \frac{h}{100}\right]\right\} \cdot N, \qquad (4.5)$$

де f – зустрічна ставка податку на додану вартість, $f = 20\%$;

h – ставка податку на прибуток, $h = 18\%$;

q – норматив, який визначає величину адміністративних витрат, витрат на збут та інші операційні витрати, $q = 5 \ldots 10\%$;

N – число виробів, які планується реалізувати за рік, шт.

$$П = \left\{\left[14000 - \frac{(14000 - 1085{,}65) \cdot 20}{100} - 7508{,}5 - \frac{5 \cdot 7508{,}5}{100}\right] \cdot \left[1 - \frac{18}{100}\right]\right\} \cdot 500 = 1448608 \text{ грн.}$$

ВНТУ Матеріалознавство

Created by Universal Document Converter

Визначаємо величину чистого дисконтованого доходу від застосування модернізованого технологічного процесу, якщо планується протягом 3-х років відновлювати робочі поверхні бандажу колеса трамвая.

В розробку інноваційного технологічного процесу підприємство однократно вклало 14000 грн. інвестицій.

Планується 1448608 грн. річного прибутку від реалізації продукції.

Норма дисконту складає 0,2.

Проведемо розрахунки за формулою:

$$NPV = \sum_{i=1}^{n} \frac{П_t}{(1+d)^t} - K, \qquad (4.6)$$

де $П_t$ – прибуток отриманий від реалізації відповідної кількості нової продукції у t-му році функціонування проекту, грн;

K – величина капітальних вкладень у розробку інноваційного рішення, грн;

d – норма дисконту, величина якої залежить від рівня ризику, рівня банківської ставки по вкладам, рівня інфляції;

n – термін, протягом якого продукція реалізовуватиметься на ринку (термін функціонування проекту), років;

t – відповідний рік функціонування проекту, в якому очікується прибуток, грн.

$$NVP = \frac{1448608}{(1+0.2)^1} + \frac{1448608}{(1+0.2)^2} + \frac{1448608}{(1+0.2)^3} \quad 61743{,}8 = 2989721{,}3 \text{ грн.}$$

Термін окупності розраховуємо за формулою

ВНТУ Матеріалознавство

Created by Universal Document Converter

$$T_{ок} = \frac{K}{П}, \tag{4.7}$$

$$\mathbf{T_{ок}} = \frac{\mathbf{13515,32}}{\mathbf{2989721,3}} = \mathbf{0,0045\ років}$$

ВНТУ Матеріал ознайомлення

4.3 Розрахунок ефективності вкладених інвестицій та періоду їх окупності

Загальні витрати $ЗВ$ на виконання та впровадження результатів НДДКР (або теперішня вартість інвестицій PV) дорівнює 14000 грн. Результати вкладених у наукову розробку інвестицій виявляються у першому році.

Ці результати виявляться у тому, що у кожному наступному році підприємство отримає чистого прибутку 1448608 грн. відносно базового року.

Тоді рисунок, що характеризує рух платежів (інвестицій та додаткових прибутків) буде мати вигляд, наведений на рисунку 4.1.

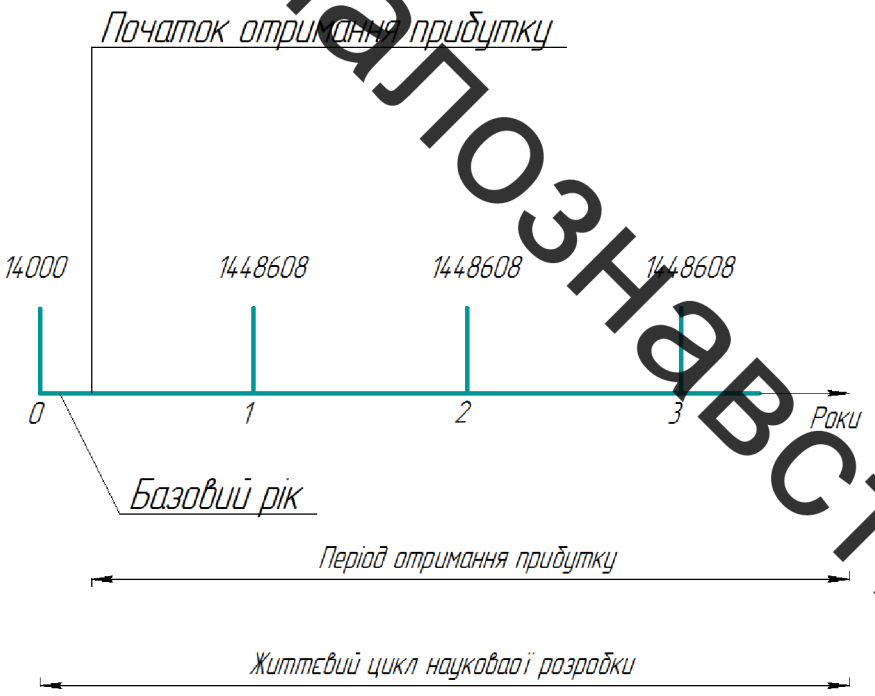


Рисунок 4.1 – Життєвий цикл наукової розробки з фіксацією платежів

Created by Universal Document Converter

Розрахуємо абсолютну ефективність вкладених інвестицій $E_{абс}$ за формулою:

$$E_{абс} = ПП - PV, \quad (4.8)$$

де $ПП$ – приведена вартість всіх чистих прибутків, що їх отримає підприємство (організація) від реалізації результатів наукової розробки, грн.;

PV – теперішня вартість інвестицій $PV = ЗВ$, грн.

У свою чергу, приведена вартість всіх чистих прибутків ПП розраховується за формулою

$$ПП = \sum_{1}^{T} \frac{\Delta П_i}{(1+\tau)^t}, \quad (4.9)$$

де $\Delta П$ – збільшення чистого прибутку у кожному із років, протягом яких виявляються результати виконаної та впровадженої НДДКР, грн;

T – період часу, протягом якого виявляються результати впровадженої НДДКР, роки;

τ – ставка дисконтування, за яку можна взяти щорічний прогнозований рівень інфляції в країні; для України цей показник знаходиться на рівні 0,2;

t – період часу (в роках) від моменту отримання чистого прибутку до точки «0».

$$ПП = \frac{1448608}{(1+0.2)^1} + \frac{1448608}{(1+0.2)^2} + \frac{1448608}{(1+0.2)^3} = 3051465{,}1 \text{ грн.}$$

$$Е_{абс} = 3051465 - 14000 = 3037465 \text{ грн.}$$

ВНТУ Матеріалознавство

Created by Universal Document Converter

Оскільки $E_{абс} > 0$, то вкладання коштів на виконання та впровадження результатів НДДКР може бути доцільним.

Розраховуємо відносну (щорічну) ефективність вкладених в наукову розробку інвестицій $E_в$ за формулою:

$$E_в = \sqrt[T_ж]{1 + \frac{E_{абс}}{PV}} - 1, \quad (4.10)$$

де $E_{абс}$ – абсолютна ефективність вкладених інвестицій, грн;

PV – теперішня вартість інвестицій PV = ЗВ, грн;

$T_ж$ – життєвий цикл наукової розробки, роки.

Далі, розрахована величина $E_в$ порівнюється з мінімальною (бар'єрною) ставкою дисконтування $\tau_{мін}$, яка визначає ту мінімальну дохідність, нижче за яку інвестиції вкладатися не будуть. У загальному вигляді мінімальна (бар'єрна) ставка дисконтування $\tau_{мін}$ визначається за формулою

$$\tau = d + f, \quad (4.11)$$

де d – середньозважена ставка за депозитними операціями в комерційних банках; d = (0,14...0,2);

f – показник, що характеризує ризикованість вкладень; зазвичай, величина f = (0,05...0,1), але може бути і значно більше.

Якщо величина $E_в > \tau_{мін}$, то інвестор може бути зацікавлений у фінансуванні даної наукової розробки. В іншому випадку фінансування наукової розробки здійснюватися не буде.

Спрогнозуємо величину $\tau_{мін}$. Припустимо, що за даних умов

$$\tau_{мін} = 0,2 + 0,05 = 0,25.$$

Тоді відносна (щорічна) ефективність вкладних інвестицій в проведення наукових досліджень та впровадження їх результатів складе:

ВНТУ Матеріал ознавство

Created by Universal Document Converter

$$E_e = \sqrt[3]{1 + \frac{3037465}{44000}} - 1 = 3{,}064$$

Оскільки величина $E_в > \tau_{мін}$, то інвестор буде зацікавлений у фінансуванні даної наукової розробки.

Розрахуємо термін окупності вкладених у реалізацію наукового проекту інвестицій. Термін окупності вкладених у реалізацію наукового проекту інвестицій $T_{ок}$ можна розрахувати за формулою:

$$T_{ок} = \frac{1}{E_в}, \qquad (4.12)$$

$$T_{ок} = \frac{1}{3{,}064} = 0{,}326 \text{ роки.}$$

Так як $T_{ок} < 3…5$-ти років, то фінансування даної наукової розробки в принципі є доцільним.

4.4 Висновки до четвертого розділу :

Розглянувши різні методи відновлення та врахувавши їхні позитивні та негативні сторони можна зробити висновок - як метод, що дозволить розв'язати поставлену задачу по відновленню деталі «бандаж колеса» можна використовувати метод наплавлення порошковою стрічкою та плазмове напилювання посадкової поверхні.

Метод задовольняє наступними параметрами: стабільність якості всієї поверхні; низькі параметри шорсткості для пари тертя; висока продуктивність методу при низькій вартості; використання універсального обладнання, відсутність трудоємких технологічних операцій.

ВНТУ Матеріалознавство

Created by Universal Document Converter

Використання модернізованого технологічного процесу на підприємстві дозволить отримати позитивний економічний ефект.

Впровадження модернізованого технологічного процесу потребує від інвестора 14000 грн. капітальних вкладень. Прибуток за рік виробника складе 1448608 грн.

При оцінці ефективності інноваційного проекту отримані такі важливих показників, як:

- чистий дисконтований дохід (інтегральний ефект) 2989721,3 грн.;
- внутрішня норма дохідності (прибутковості) 30%;
- термін окупності 0,326 року.

Отримані показники свідчать про високий рівень дохідності для інвестора і підтверджують доцільність впровадження технологічного пронесу відновлення деталі «Бандаж колеса».

ВНТУ Матеріалознавство

Created by Universal Document Converter

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Аналіз умов праці

Розглядається дільниця відновлення робочих поверхонь бандажу колеса трамваю.

При роботі виникає ряд фізичних, хімічних, психофізіологічних небезпечних та шкідливих виробничих факторів (ГОСТ 12.0.003-74):

1. Рухомі частини виробничого обладнання, пересуваємі вузли і агрегати.
2. Відлітаючі частини інструментів, який зруйнувався під час роботи.
3. Підвищена напруга в електричній мережі, замикання якої може відбутись через тіло людини.
4. Підвищена загазованість повітря робочої зони парами і газами, які виділяються при технологічних процесах.
5. Підвищений рівень шуму і вібрації на робочих місцях від працюючого обладнання.
6. Відсутність або недостатня освітленість природним світлом.
7. Недостатня освітленість робочої зони від світильників штучного освітлення.
8. Зміна мікроклімату робочої зони.
9. Фізичні динамічні та статичні навантаження.
10. Монотонність праці.

При відсутності засобів захисту запиленність повітряного середовища в зоні дихання верстатників може перевищувати граничне допустимі концентрації.

5.2 Виробнича санітарія

На дільниці обладнання живиться від трифазної чотирипровідної мережі з заземленою нейтраллю напругою 380/220 В. Дільниця знаходиться в одноповерховому виробничому приміщенні.

ВНТУ Матеріалознавство

Created by Universal Document Converter

У цехах, що мають велику ширину, шкідливі роботи необхідно розташовувати поблизу зовнішніх стін для кращого забезпечення природної вентиляції приміщення. При внутрішньому плануванні приміщення повинні бути передбачені достатня ширина і число проходів, сходів, дверей із метою можливого усунення зустрічних людських потоків у періоди початку і закінчення змін, а також у випадку аварійних ситуацій.

Обсяг виробничих приміщень повинен бути таким, щоб на кожного працюючого припадало не менше 4,5 м^2 площі, 15м^3 об'єму, висота виробничого приміщення повинна бути не менше 3,2 м. Площа дільниці 60 м^2, об’єм – 192 м^3, тобто вимоги виконуються.

5.2.1 Мікроклімат в виробничому приміщенні

Роботи, що виконуються відносяться до категорії робіт IIб – середньої важкості. Вони пов’язані з розбиранням і збиранням вузлів і агрегатів, процесами відновлення та зміцнення. Ці роботи пов’язані з середнім фізичним навантаженням.

Параметри, що характеризують мікроклімат в приміщенні є наступними: температура, відносна вологість, швидкість руху повітря.

ГОСТ 12.1.005-88 визначає оптимальні і допустимі норми цих параметрів в залежності від категорії робіт, періоду року. Числові значення цих норм додано в таблицю 5.1.

Таблиця 5.1 – Оптимальні і допустимі норми параметрів мікроклімату в приміщені

Період року	Категорія	Температура, °С			Відносна вологість, %		Швидкість руху повітря, м/хв	
		Оптим.	Допустима		Оптим.	Допуст	Оптим.	Доп уст.
			Верхня гран.	Нижня гран.				
Холод	IIб	17-19	21	15	40-60	75	0.3	0.4
Тепло	IIб	20-22	27	16	40-60	70	0.4	0.5

ВНТУ Матеріалознавство

Created by Universal Document Converter

Для нормалізації мікроклімату в виробничому приміщені необхідно улаштувати вентиляцію і опалення. Інтенсивність опромінення 100Вт/м^2.

Опромінення людського тіла не більше 25%.

На дільниці характерне забруднення повітря виробничих приміщень отруйними газами та парами.

Попадаючи в організм людини шкідливі речовини негативно діють на людину. Концентрація шкідливих речовин у повітрі робочої зони не повинна перевищувати значень приведених у табл. 5.2.

Таблиця 5.2 – Допустимі показники шкідливих речовини повітря робочої зони

Назва речовини	Величина ГДК, мг/м^3	Переважний агрегатний стан в умовах виробництва	Клас небезпеки	Особливості дії на організм
Мастила мінеральні нафтові	5	а	III	
Кремнію діоксид аморфний у вигляді аерозолю конденсації при вмісту від 10 до 60%	2	а	III	Ф
Бензапірен	0,00015	а	I	К
Альдегід масляний	5	п	III	
Вуглеводні аліфатичні C_1-C_{10} (в перерахунку на С)	300	п	IV	
Молібдену розчинні з'єднання у вигляді аерозолю конденсації	2	а	III	

Контроль вмісту шкідливих речовин у повітрі робочої зони проводиться на найбільш характерних робочих місцях. При однаковому обладнанні, або при виконанні однакових операцій контроль проводиться вибірково на окремих робочих місцях, розташованих в центрі і по периферії приміщення.

Система вентиляції приміщення буде комбінована, тобто буде поєднувати в собі механічну і природну, організовану вентиляцію.

Механічна вентиляція буде здійснюватиметься за рахунок вентилятора з приводом від електродвигуна. При обертанні вентилятора створюється різниця

ВНТУ Матеріалознавство

Created by Universal Document Converter

тиску, в результаті чого повітря переміщується з переміщення(витяжна вентиляція) і в приміщення (поточна вентиляція).

Приточна вентиляція забезпечуватиме приток чистого повітря в приміщення, а витяжна вентиляція забезпечуватиме видалення забрудненого повітря назовні.

Природна вентиляція здійснюватиметься за рахунок різниці густини повітря, що виникатиме за рахунок різниці температури повітря, а також за рахунок енергії вітру.

Для здійснення природної вентиляції будуть застосовуватись квартирки.

Для компенсації втрат тепла і підтримання температури повітря в межах норми передбачається встановлення систем опалення. Система опалення буде водною (температура води 100°С). Використання такої системи дозволить підтримувати належний температурний режим з мінімально можливими витратами.

5.2.2 Освітлення

Кількісні і якісні характеристики освітлення регламентовані СНіП II-4-79.

Природне освітлення забезпечується подвійними вікнами.

Розряд зорової роботи – 4а.

Коефіцієнт природного освітлення:

$$e^4 = e_H^3 \cdot m \cdot C_K \ , \qquad (5.1)$$

де $e_H^3 = 1.5$ - нормоване значення коефіцієнта природного освітлення;

m = 0.9 – коефіцієнт світлового клімату;

$C_K = 0.75$ - коефіцієнт сонячності клімату;

$$C_K = 1,5 \cdot 0,9 \cdot 0,75 = 1,01$$

ВНТУ Матеріалознавство

Created by Universal Document Converter

Штучне освітлення в приміщеннях повинно задовольняти вимогам (табл. 5.3).

Таблиця 5.3 – Норми освітленості приміщень і виробничих дільниць відновлення деталей

Приміщення	Площина нормування освітленості	Розряд зорової роботи	Освітленість	
			норма	діюче
Механічна дільниця	Горизонтальна 0,8м	4а	300(750)	250(700)

Таким чином діюче значення освітленості лежить нижче нормативного. Тому в подальшому проведемо розрахунок штучного (комбінованого) освітлення на дільниці.

Розрахунок штучного освітлення

Світловий потік одного світильника

$$\Phi_1 = \frac{E_H \cdot S \cdot Z \cdot K}{N_{св} \cdot \eta \cdot N_{An}}, \qquad (5.2)$$

де E_H - нормативна величина освітлення, лк;

S - площа приміщення, м^2;

Z - коефіцієнт нерівномірності освітлення;

K - коефіцієнт запасу;

$N_{св}$ - кількість світильників;

N_{An} - кількість ламп в світильнику;

η - коефіцієнт використання потоку;

$$\eta = f(\rho_e, \rho_n, \rho_p, i). \qquad (5.3)$$

Знайдемо індекс приміщення:

ВНТУ Матеріал ознавство

Created by Universal Document Converter

$$i = \frac{B \cdot L}{h_p (B + L)}, \qquad (5.4)$$

де h_p - висота світильників над робочою по верхньою, м;

$$i = \frac{12 \cdot 6}{3(12 + 6)} = 1{,}33 .$$

По рекомендаціям відношення відстані між рядами ламп до висоти h_p:

$4 h_p$=1,4…1,6;

L=4,5м; h_p=3м.

Приймаємо коефіцієнт відбиття:

- підлоги – 50%;
- стін – 50% ;
- стелі – 10%.

Приймаємо $\eta = 0{,}29$, тоді

$$\Phi_S = \frac{300 \cdot 60 \cdot 1{,}2 \cdot 1{,}5}{12 \cdot 0{,}29 \cdot 2} = 4655{,}2 Лк .$$

Світильники вибираємо ПВЛМ-2,80С з лампами ЛБ-Б60 з потужністю 60Вт і світловим потоком - 4500Лм.

Перевіряємо достатність освітлення:

$$E_ф = \frac{\Phi_C \cdot N_{св} \cdot \eta \cdot N_{An}}{S \cdot Z \cdot K} ; \qquad (5.5)$$

$$E_ф = \frac{4500 \cdot 12 \cdot 2 \cdot 0{,}29}{60 \cdot 1{,}2 \cdot 1{,}5} = 290 лк ;$$

$$pE = \frac{300 - 290}{300} \cdot 100\% = 3{,}3\% .$$

ВНТУ Матеріалознавство

Created by Universal Document Converter

Допустиме недосвітлення – 10%. Таким чином 3,3% <10%: штучне освітлення дільниці виконання технологічного процесу відновлення та зміцнення валу муфти задовільне.

5.2.3 Шум

Джерелом шуму на дільниці є працююче обладнання та системи вентиляції.

За характером спектру шум на дільниці широкосмуговий із безперервним спектром шириною більше октави. За часовими характеристиками шум постійний, так як рівень звука за восьмигодинний робочий день змінюється в часі не більш, ніж на 5 дБА. За походженням шум механічний (від працюючого обладнання) і аеродинамічний (від вентиляційних установок). Характеристикою шуму на робочих місцях є рівні звукового тиску (дБ) в октавних смутах з середньогеометричними частотами 31,5, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц. Допускається в якості характеристики постійного широкосмугового шуму на робочих місцях при орієнтовній оцінці приймати рівень звуку (дБА), виміряний на тимчасовій характеристиці "повільно" шумоміра по ГОСТ 17187 - 85.

Гранично допустимий спектр шуму на робочих місцях на дільниці відновлювання приведений у табл. 5.4.

Таблиця 5.4 – Допустимий спектр шуму на робочих місцях

Вид трудової діяльності	Октавні рівні звукового тиску, дБ на середньогеометричних частотах, Гц									Рівні звуку та еквівалентні рівні звуку, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
На постійних робочих місцях	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Для зменшення шуму на дільниці використовують архітектурно-планувальні методи захисту. Сюди відноситься раціональне розміщення технологічного обладнання, верстатів, раціональне розміщення робочих місць,

ВНТУ Матеріал ознайомлення

Created by Universal Document Converter

раціональне акустичне планування зон і режиму руху транспорту, створення різних шумозахищених зон в різних місцях знаходження людей.

Вимоги по допустимому рівню шуму виконуються.

5.2.4 Вібрація

Від систем вентиляції та іншого обладнання на працюючих може діяти вібрація. Вібрація характеризується такими показниками як віброшвидкість, віброприскорення, рівень віброшвидкості, рівень віброприскорення.

Категорія вібрації 3 тип "а" - технологічна на робочих місцях. Критерій оцінки - межа зниження продуктивності пращ. На працюючих діє локальна і загальна вібрація. Вона передається через руки працюючих і через підошви ніг.

Санітарні норми одночислових показників вібраційного навантаження на працюючого при тривалості зміни 8 год приведені в табл. 5.5.

Таблиця 5.5 – Норми вібраційного навантаження

Вид вібрації	Категорія вібрації за санітарними нормами	Напрямок дії	Нормативні коректовані за частотою та еквівалентні коректовані значення			
			Віброприскорення		Віброшвидкість	
			м/с^2	дБ	м/с, $\cdot 10^{-2}$	дБ
Локальна	----------	X_n; Y_n; Z_n	2,0	126	2,0	112
Загальна	3 тип “а”	X_0; Y_0; Z_0	0,1	100	0,2	92

Для зменшення вібрації, яка передається на робочі місця, обладнання на дільниці встановлено на віброізолятори. Вентилятори систем вентиляції також встановлюють на віброізолятори і розміщують поза приміщеннями.

Вимоги по допустимому рівню вібрації виконуються.

5.3 Техніка безпеки

Джерела освітлення, проводка та силові двигуни повинні бути надійно ізольовані.

Забороняється експлуатація несправного обладнання, технічного інструменту, тощо. При несправному обладнанні вирішується табличка „Працювати заборонено” або „Не працює”.

ВНТУ Матеріал ознайомлення

Created by Universal Document Converter

Забороняється застосування саморобних нагрівальних пристроїв.

Робітники повинні забезпечуватись справними інструментами та інвентарем.

Відходи виробництва, обтирочні матеріали, повинні прибиратися після кожної зміни.

Для миття та знежирення повинні застосовуватись негорючі суміші і розчинники. Мийні ванни з часом після закінчення роботи повинні закриватись. Підлога має бути горизонтальною, рівною без вибоїн. Біля верстатів і стендів повинні бути дерев'яні трапи на всю ширину робочої зони.

Особливу увагу необхідно приділяти при роботі з кран-балкою.

Необхідно дотримуватись інструкцій по роботі з обладнанням.

Нормативні умови на дільниці забезпечуються такими засобами:

- механізацією;
- встановлення ефективної вентиляції;
- встановлення опалення;
- застосування засобів особистої гігієни.

Для захисту рук від агресивних середовищ застосовують рукавиці і халати.

5.4 Пожежна безпека

Приміщення віднесено до категорії Д, а будівля, де вона розміщуються, мас 1-й ступінь вогнестійкості - незгораємі стіни, перегородки і покриття з межею вогнестійкості не менш 1 години. Всі стіни, перегородки і покриття відповідають цій вимозі.

Основними причинами виникнення пожеж є коротке замикання в електропровідниках, самозаймання ганчір'я, паління в недозволених місцях, розряди блискавки і порушення правил пожежної безпеки.

Обладнання повинно бути виконано в вибухобезпечному виконанні. Необхідно своєчасно проводити протипожежний інструктаж і встановлювати

ВНТУ Матеріалознавство

Created by Universal Document Converter

жорсткий протипожежний режим. Для паління відводяться та обладнуються спеціальні місця.

Для використаного обтирочного матеріалу передбачають металеві ящики з кришками та цей матеріал зберігається не більше однієї зміни.

Для запобігання пожежі від короткого замикання в провідниках їх. необхідно розміщувати в металевих трубах, або гнучких, металевих кожухах.

Для захисту від блискавок, застосовують металеві стержні, які розташовані вище даху приміщення та з'єднані із землею дротом. Для оповіщення відповідних служб про пожежу застосовують телефони та теплові повідомлювачі максимальної дії ДІЛ, які спрацьовують, коли температура, навколишнього середовища досягає критичної.

За результатами проведеної роботи можна стверджувати, що дільниця виконання технологічного процесу відновлення та зміцнення валу муфти відповідає всім вимогам охорони праці.

5.5 Безпека в надзвичайних ситуаціях

5.5.1 Дія іонізуючих випромінювань на людей

Під впливом іонізуючого випромінювання атоми і молекули живих клітин іонізуються, в результаті чого відбуваються складні фізико-хімічні процеси, які впливають на характер подальшої життєдіяльності людини.

Згідно з одними поглядами, іонізація атомів і молекул, що виникає під дією випромінювання, веде до розірвання зв'язків у білкових молекулах, що призводить до загибелі клітин і поразки всього організму. Згідно з іншими уявленнями, у формуванні біологічних наслідків іонізуючих випромінювань відіграють роль продукти радіолізу води, яка, як відомо, становить до 70% маси організму людини. При іонізації води утворюються вільні радикали H^+ та OH^-, а в присутності кисню — пероксидні сполуки, що є сильними окислювачами. Останні вступають у хімічну взаємодію з молекулами білків та ферментів, руйнуючи їх, в результаті чого утворюються сполуки, не властиві живому

ВНТУ Матеріалознавство

Created by Universal Document Converter

організму. Це призводить до порушення обмінних процесів, пригнобленння ферментних і окремих функціональних систем, тобто порушення життєдіяльності всього організму.

Вплив радіоактивного випромінювання на організм людини можна уявити в дуже спрощеному вигляді таким чином. Припустімо, що в організмі людини відбувається нормальний процес травлення, їжа, що надходить, розкладається на більш прості сполуки, які потім надходять через мембрану усередину кожної клітини і будуть використані як будівельний матеріал для відтворення собі подібних, для відшкодування енергетичних витрат на транспортування речовин і їхню переробку. Під час потрапляння випромінювання на мембрану відразу ж порушуються молекулярні зв'язки, атоми перетворюються в іони. Крізь зруйновану мембрану в клітину починають надходити сторонні (токсичні) речовини, робота її порушується. Якщо доза випромінювання невелика, відбувається рекомбінація електронів, тобто повернення їх на свої місця. Молекулярні зв'язки відновлюються, і клітина продовжує виконувати свої функції. Якщо ж доза опромінення висока або дуже багато разів повторюється, то електрони не встигають рекомбінувати; молекулярні зв'язки не відновлюються; виходить з ладу велика кількість клітин; робота органів розладнується; нормальна життєдіяльність організму стає неможливою.

5.5.2 Розрахунок режимів радіаційного захисту

Під режимом роботи на виробництві в умовах радіоактивного забруднення розуміють порядок і умови роботи, переміщення і відпочинку персоналу з використанням засобів захисту, що зменшує ураження людей і скорочує вимушену зупинку виробництва.

Визначимо можливу дозу опромінення в заданих умовах радіаційного забруднення, які будуть працювати у звичайному режимі (2 зміни по 12 год.)

$$Д_м = \frac{1,33 \cdot p_{1\max} \cdot \left(\sqrt[4]{t_k^3} - \sqrt[4]{t_n^3}\right)}{K_{пос}} = \frac{1,33 \cdot 2 \cdot \left(\sqrt[4]{13^3} - 1\right)}{12} = 1,29\ мР, \qquad (5.6)$$

ВНТУ Матеріалознавство

Created by Universal Document Converter

де $t_п$=1 год. – час початку роботи після радіоактивного забруднення;

$t_к$=1+12=13 год. – час завершення роботи першої робочої зміни після радіоактивного забруднення;

$p_{1.max}$=2 мР/год. – рівень радіації через одну годину після радіоактивного забруднення;

$K_{пос}$=12 – коефіцієнт послаблення радіації виробничим приміщенням.

Визначимо граничне значення рівня радіації, при якому можлива робота в звичайному режимі

$$p_{гр} = \frac{Д_{доп} \cdot K_{пос}}{1,33 \cdot \left(\sqrt[4]{t_к^3} - \sqrt[4]{t_п^3}\right)} = \frac{0,75 \cdot 12}{1,33 \cdot \left(\sqrt[4]{13^3} - \sqrt[4]{1^3}\right)} = 1,15\ мР/год. \qquad (5.7)$$

Оскільки можлива доза опромінення $Д_м$>$Д_{доп}$(1,29>0,75) та рівень радіоактивного забруднення p_{1max}>$p_{гр}$(2>1,15) перевищують допустимі норми, робота операторів верстатного обладнання, а отже і цеху в цілому в режимі 2 зміни по 12 год. неможлива. Для продовження виробничої діяльності об'єкта необхідно введення в дію режимів радіаційного захисту.

Розрахунок режимів радіаційного захисту проведемо в такій послідовності.

Для кожної зміни визначимо час початку робочої зміни ($t_п$), час кінця робочої зміни ($t_к$), тривалість роботи зміни ($t_р$) та можливу дозу опромінення ($Д_м$).

Визначаємо час початку роботи першої зміни, для цього знаходимо коефіцієнт α:

$$\alpha = \frac{Д_{доп} \cdot K_{пос}}{1,33 \cdot p_{1max}} = \frac{0,75 \cdot 12}{1,33 \cdot 2} = 3,38. \qquad (5.8)$$

ВНТУ Матеріал ознайомлення

Created by Universal Document Converter

Згідно довідникових даних час початку роботи першої скороченої зміни $t_п$=1 год.

Для 1-ї скороченої зміни: $t_{п1}$ = 1 год.

Час закінчення роботи зміни

$$t_{k1}=\left(\frac{Д_{доп}\cdot K_{пос}+1,33\cdot p_{1max}\cdot\sqrt[4]{t_{n1}^3}}{1,33\cdot p_{1max}}\right)^{\frac{4}{3}}=\left(\frac{0,75\cdot 12+1,33\cdot 2\cdot\sqrt[4]{1^3}}{1,33\cdot 2}\right)^{\frac{4}{3}}=7,1\approx 7\,год. \quad (5.9)$$

Тривалість роботи зміни $t_{р1} = t_{к1} – t_{п1}$=7-1=6 год.

Можлива доза опромінення зміни (аналогічно (5.6))

$$Д_{м1}=\frac{1,33\cdot p_{1max}\cdot\left(\sqrt[4]{t_{k1}^3}-\sqrt[4]{t_{n1}^3}\right)}{K_{посл}}=\frac{1,33\cdot 2\cdot\left(\sqrt[4]{7^3}-\sqrt[4]{1^3}\right)}{12}=0,746\,мР.$$

Для 2-ї зміни: $t_{п2} = t_{п1} + t_{р1}$=1+6=7 год.

Час закінчення роботи зміни (аналогічно (5.9))

$$t_{k2}=\left(\frac{Д_{доп}\cdot K_{пос}+1,33\cdot p_{1max}\cdot\sqrt[4]{t_{n2}^3}}{1,33\cdot p_{1max}}\right)^{\frac{4}{3}}=\left(\frac{0,75\cdot 12+1,33\cdot 2\cdot\sqrt[4]{7^3}}{1,33\cdot 2}\right)^{\frac{4}{3}}=15,06\approx 15\,год. \quad (5.10)$$

Тривалість роботи зміни $t_{р2} = t_{к2} – t_{п2}$=15-7=8 год.

Можлива доза опромінення зміни (аналогічно (5.6))

$$Д_{м2}=\frac{1,33\cdot p_{1max}\cdot\left(\sqrt[4]{t_{k2}^3}-\sqrt[4]{t_{n2}^3}\right)}{K_{посл}}=\frac{1,33\cdot 2\cdot\left(\sqrt[4]{15^3}-\sqrt[4]{7^3}\right)}{12}=0,75\,мР.$$

Для 3-ї зміни: $t_{п3} = t_{п2} + t_{р2}$=7+8=15 год.

Час закінчення роботи зміни (аналогічно (5.9))

ВНТУ Матеріалознавство

Created by Universal Document Converter

$$t_{k3}=\left(\frac{Д_{доп}\cdot K_{пос}+1,33\cdot p_{1\max}\cdot\sqrt[4]{t_{п3}^3}}{1,33\cdot p_{1\max}}\right)^{\frac{4}{3}}=\left(\frac{0,75\cdot 12+1,33\cdot 2\cdot\sqrt[4]{15^3}}{1,33\cdot 2}\right)^{\frac{4}{3}}=24,3\approx 24\,год. \quad (5.11)$$

Тривалість роботи зміни $t_{р3} = t_{к3} – t_{п3}$=24-15=9 год.

Можлива доза опромінення зміни (аналогічно (5.6))

$$Д_{м3}=\frac{1,33\cdot p_{1\max}\cdot\left(\sqrt[4]{t_{k3}^3}-\sqrt[4]{t_{п3}^3}\right)}{K_{посл}}=\frac{1,33\cdot 2\cdot\left(\sqrt[4]{24^3}-\sqrt[4]{15^3}\right)}{12}=0,74\,мР.$$

Для 4-ї зміни: $t_{п4} = t_{п3} + t_{р3}$=15+9=24 год.

Час закінчення роботи зміни (аналогічно (5.10))

$$t_{k4}=\left(\frac{Д_{доп}\cdot K_{пос}+1,33\cdot p_{1\max}\cdot\sqrt[4]{t_{п4}^3}}{1,33\cdot p_{1\max}}\right)^{\frac{4}{3}}=\left(\frac{0,75\cdot 12+1,33\cdot 2\cdot\sqrt[4]{24^3}}{1,33\cdot 2}\right)^{\frac{4}{3}}=34,16\approx 34\,год.$$

Тривалість роботи зміни $t_{р4} = t_{к4} – t_{п4}$=34-24=10 год.

Можлива доза опромінення зміни (аналогічно (5.6))

$$Д_{м4}=\frac{1,33\cdot p_{1\max}\cdot\left(\sqrt[4]{t_{k4}^3}-\sqrt[4]{t_{п4}^3}\right)}{K_{посл}}=\frac{1,33\cdot 2\cdot\left(\sqrt[4]{34^3}-\sqrt[4]{24^3}\right)}{12}=0,748\,мР.$$

Для 5-ї зміни: $t_{п5} = t_{п4} + t_{р4}$=24+10=34 год.

Час закінчення роботи зміни (аналогічно (5.10))

$$t_{k5}=\left(\frac{Д_{доп}\cdot K_{пос}+1,33\cdot p_{1\max}\cdot\sqrt[4]{t_{п5}^3}}{1,33\cdot p_{1\max}}\right)^{\frac{4}{3}}=\left(\frac{0,75\cdot 12+1,33\cdot 2\cdot\sqrt[4]{34^3}}{1,33\cdot 2}\right)^{\frac{4}{3}}=45,37\approx 45\,год.$$

Тривалість роботи зміни $t_{р5} = t_{к5} – t_{п5}$=45-34=11 год.

ВНТУ Матеріалознавство

Created by Universal Document Converter

Можлива доза опромінення зміни (аналогічно (5.6))

$$Д_{м5} = \frac{1,33 \cdot p_{1\max} \cdot \left(\sqrt[4]{t_{k5}^3} - \sqrt[4]{t_{n5}^3} \right)}{K_{посл}} = \frac{1,33 \cdot 2 \cdot \left(\sqrt[4]{45^3} - \sqrt[4]{34^3} \right)}{12} = 0,7494\, мР .$$

Для 6-ї зміни: $t_{п6} = t_{п5} + t_{р5}$=34+11=45 год.

Час закінчення роботи зміни (аналогічно (5.10))

$$t_{k6} = \left(\frac{Д_{доп} \cdot K_{пос} + 1,33 \cdot p_{1\max} \cdot \sqrt[4]{t_{n6}^3}}{1,33 \cdot p_{1\max}} \right)^{\frac{4}{3}} = \left(\frac{0,75 \cdot 12 + 1,33 \cdot 2 \cdot \sqrt[4]{45^3}}{1,33 \cdot 2} \right)^{\frac{4}{3}} = 56,87 \approx 57\, год .$$

Тривалість роботи зміни $t_{р6} = t_{к6} - t_{п6}$=57-45=12 год.

Можлива доза опромінення зміни (аналогічно (5.6))

$$Д_{м6} = \frac{1,33 \cdot p_{1\max} \cdot \left(\sqrt[4]{t_{k6}^3} - \sqrt[4]{t_{n6}^3} \right)}{K_{посл}} = \frac{1,33 \cdot 2 \cdot \left(\sqrt[4]{57^3} - \sqrt[4]{45^3} \right)}{12} = 0,768\, мР .$$

Згідно проведеного розрахунку режимів радіаційного захисту роботу в дві зміни на підприємстві в заданих умовах можна буде розпочинати через 34 год. після радіоактивного забруднення.

ВНТУ Матеріалознавство

Created by Universal Document Converter

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В магістерській кваліфікаційній роботі наведені наступні основні результати виконаних теоретичних і експериментальних досліджень:

- легувальні елементи наплавочного дроту сприяють утворенню поверхневих шарів з меншою довжиною зони термічного впливу, наплавлений шар поверхні отримав властивості складно легованого фериту, які захищають поверхню деталі від дії агресивного середовища та надають йому спеціальних експлуатаційних властивостей.
- аналіз структур і властивостей наплавленного металу показав, що після наплавлення можно залишиті лише шліфування, тому що ті властивості поверхні, які потрібно забезпечити, отримуєм після наплавлення.
- досліджено на натуральних зразках зміну та властивості структурних перетворень при наплавленні порошковою стрічкою;
- показано, що при наплавленні порошковою стрічкою зутворюється 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.
- теоретично та експериментально обґрунтовано процеси відновлення та ремонту бандажу колеса трамваю з метою підвищення його надійності. З урахуванням аналізу складу та властивостей матеріалів, які використовуються для виготовлення нових деталей, обґрунтовано вибір ефективних матеріалів для наплавлення та напилювання, а також способи механічної обробки.
- 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,
- розроблено маршрут відновлення бандажу колеса трамваю, який значно

ВНТУ Матеріалознавство

Created by Universal Document Converter

підвищує ресурс роботи відновлених поверхонь при зниженні собівартості витрат;

- в результаті патентного пошуку та проведеного аналізу запропоновано конструкцію плазмотрону для нанесення покриттів з експлуатаційними властивостями;
- Розроблена на базі вузлів FESTO універсальна установка з числовим програмним керуванням, здатна значно підвищити якість процесу відновлення робочих поверхонь бандажу колеса трамваю;
- проведено розрахунки САПР за допомогою «КОМПАС-3D V12» ;
- техніко економічні розрахунки показали, що термін окупності вкладених у реалізацію наукового проекту інвестицій становить $T_{ок}$ = 0,326 року.

ВНТУ Матеріалознавство

Created by Universal Document Converter

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Баласанян Р.А., Атлас деталей машин /Р.А. Баласанян - Х.: Основа, 1996 – 256с.

2. Берков В. І., Технические измерения (альбом) / В.І. Берков - Х.: Основа, 1977 – 96с.

3. Болховитинов Н.Ф. Атлас макро и микроструктур металов и сплавов. / Н.Ф. Болховитинов, Е.Н. Болховитинова //Учебное пособие. Издание 3-е, переработаное и исправленое. М., «Машиностроение», 1964. 104 с.

4. Большаков В.І., Береза О.Ю., Харченко В.І. Прикладне матеріалознавство: Підручник для студентів вищих технічних навчальний закладів. 2-е вид., доп. і перероб./ Під ред.. д-ра техн. наук, проф.В.І. Большакова. – РВА «Дніпро-VAL»: 2000. – 290 с.

5. Гриднев В.Н., Справочник технолога-машиностроителя / В.Н. Гриднев, Н.В. Досчатов - М.: Машиностроение, 1985 – 342с.

6. Дубровська Г.М., Тканенко А.П. Системи сучасних технологій. Навчальний посібник. – К.: Центр навчальної літератури, 2006. 352 с.

7. Іванов М.І., Технологічні основи сільськогосподарського машинобудування Частина 1 / Ж.П. Дусанюк., С.В. Дусанюк., О.М. Іванова., С.А. Шаргородський, -М.: Машиностроение, 2007 – 276с.

8. Іванов М.І., Технологічні основи сільськогосподарського машинобудування Частина 2/ Ж.П Дусанюк., С.В.Дусанюк., О.М. Іванова, -Х.: Машиностроение 2009 – 203с.

9. Кащук В.А., Справочник шлифовщика / В.А. Кащук, В.В. Верещагін - М.: Машиностроение, 1988 – 324с.

10. Куплун А.Б., Морозов Е.М., Олферьева М.А. ANSYS в руках инженера. – М.: Едиториал УРСС, 2003 – 272 с.

11. Косиловоа А. Г., Справочник технолога машиностроителя. Том 2/ А.Г.Косиловоа , Р. К. Мещеряков - М.: Машиностроение, 1985 – 349с.

ВНТУ Матеріал ознайомлення

Created by Universal Document Converter

12. Козловський В. О. Інноваційний менеджмент. Практикум. / В. О. Козловський, О. Й. Лесько. – Вінниця: ВНТУ, 2006. – 166 с.

13. Козловський В. О. Техніко-екопомічні обгрунтування та економічні розрахунки в дипломних проектах і роботах. Навчальний посібник. / В. О. Козловський - Вінниця: ВДТУ, 2003. – 75 с.

14. Куплун А.Б. ANSYS в руках инженера./ А.Б. Куплун, Е.М. Морозов, М.А. Олферьева – М.: Едиториал УРСС, 2003 – 272 с.

15. Лоскутов В.В., Шлифовальные станки / В.В. Лоскутов - М.: Машиностроение, 1970 – 230с.

16. Махненко В.И. Тепловые процессы при механизированной наплавке деталей типа круговых цилиндров / Кравцов Т.Г., Махненко В.И.– Киев: Наукова думка, 1976. – 160 с.

17. Макарова Н. А., Лебедева М. А., Набокова В. Н. Металлопокрытия в автомобилестроении. – М.: Машиностроение, 1977. – 244 с.

18. Материаловедение: Учебник для высших технических учебных заведений. Б.Н. Арзамасов, И.И. Сидорин, Г.Ф. Косолапов и др.; Под общ. ред. Б.Н. Арзамасова. – 2-е изд. – М.: Машиностроение, 1986. – 384 с.

19. Молодик М.В., Відновлення деталей машин / М.В. Молодик , Б.А. Лангерт, А.К. Бредун, -К.: “Урожай” 1985 – 289с.

20. Нефедов Н.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему інструменту / Н.А. Нефедов - М.: Машиностроение, 1990 – 230с.

21. Сегерлинд Л. Применение метода конечных элементов / Л. Сегерлинд – М.: Мир, 1979. – 392 С.

22. Сидоров А.И., Восстановление деталей машин напылением и наплавкой / А.И. Сидоров -М.: Машиностроение, 1987 – 432с.

23. Смирнов В.В. Численные модели управления полями температур и деформаций в элементах технологической системы / Смирнов В.В. // Инструмент Сибири. – 2000. - №2(5). – С. 27 – 28.

ВНТУ Матеріалознавство

Created by Universal Document Converter

24. Савуляк В. І. Магістерська кваліфікаційна робота. Загальні вимого та рекомендації до її виконання : навчальний посібник. / В. І. Савуляк, О. П. Шиліна – Вінниця : ВНТУ, 2016. – 64 с.

25. Савуляк В.І. Відновлення деталей автомобілів: Лабораторний практикум. / Савуляк В.І. , Івацько В.Т. – Вінниця : ВНТУ, 2004. – 96 с.

26. Савуляк В.В. Управління якості продукції: навчальний посібник / В.В. Савуляк – Вінниця: ВНТУ, 2012. – 91 с.

18. Шиліна О. П.,. Газотермічні методи напилювання покриття / О.П. Шиліна, А. Ю. Осадчук - М.: Машиностроение. 2005 – 134с.

19. 1412-85. Чугун с пластинчатым графитом для отливок. Марки., 5с.

20.. ГОСТ 9012-59. Металлы. Метод измерения твердости по Бринеллю, 111с.

21. ГОСТ 9013-59. Металлы. Метод измерения твердости по Роквеллу, 14с.

22. ГОСТ 2999-75. Металлы и сплавы. Метод измерения твердости по Виккерсу, 32с.

23. ДСТУ 2651:2006. Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки. Межгосударственный стандарт, 8с.

24. ДСТУ 2444-94. Розрахунки та випробування на міцність. Опір втомі. Терміни та визначення, 61с.

25. Пат. 2254933 Росийська Федерация, МПК В 05 В 7/22. Електродуговой метализатор / Литовченко М.М; заявитель и патентообладатель Литовчено Николай Николайович,- 2003124767/12; заявили, 12.08.03; опубл. 27.02.05.

26. Пат. 2350052 Росийська Федерация, Н 05 Н 1/26. Плазмотрон / Воробйов А.О., Гарибов Г.С., Казберович А. М.; заявитель и патентообладатель Федеальное государственое унітарне предпреятие «Иследовательсткийцентр имени М.В. Келдиша», - 2008110213/06; заявили, 19.03.08; опубл. 20.03.09.

27. Пат. 2387107 Росийська Федерация, Н 05 В 7/20. Електродуговой плазмотрон /Дробинин Р.В., Ложкин А.О.; заявитель и патентообладатель

ВНТУ Матеріалознавство

Created by Universal Document Converter

Открытое акцеонерноа група «Корпорация ВСМПО-АВИСМА»,- 2009109546/09; заявили, 16.03.09; опубл. 20.04.10.

28. Токаренко В. М. “Технологія автодорожнього машинобудування і ремонт машин. Курсове проектування.” – К.: Вища школа, 1992, с. – 120.

29. А. Хасуй, О. Моригаки “Наплавка и напыление”. – Машиностроение, - 1985.

30. http://www.yondi.ru/inner_c_article_id_1350.phtm

31. http://vsegost.com/Catalog/20/20455.shtml

32. http://www.mc.ru/gost/gost1412-85.pdf

33. http://WWW. FESTO.COM.UA

ВНТУ Матеріалознавство

Created by Universal Document Converter

ДОДАТКИ

ВНТУ МатеріаЛОЗНАВСТВО

Created by Universal Document Converter

ПОГОДЖЕНО

_____

Директор_____

«__»_____ 2019 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ГМ

д.т.н.,проф._____ Л.К. Поліщук

«__»_____ 2019 р.

ВНТУ Матеріалознавство

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на магістерську кваліфікаційну роботу

ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВІДНОВЛЕННЯ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ БАНДАЖУ КОЛЕСА ТРАМВАЮ

08-27.МКР.006.00.000ТЗ

Керівник: к.т.н, доцент каф. ГМ

_____ О.П. Шиліна

Виконав: ст.гр. 13В-17м

_____ О.С. Пономаренко

Вінниця 2019

Created by Universal Document Converter

Розробка технічного завдання на магістерську кваліфікаційну роботу складається з основних етапів, які відповідають стандарту та ГОСТ 2.103-2013.

1 Назва та об'єкт проектування

Назва: Технологічні засади підвищення якості процесів відновлення робочих поверхонь колеса V-0175 трамваю KT4SU

Умовне позначення: 08-27.МКР.006.00.000 ТЗ

Найбільш вразливими деталями колеса трамвайного є бандаж, який піддається найбільшому зношуванню в процесі експлуатації трамваю. Тому в даній роботі розглядається відновлення бандажу колеса трамваю.

Бандажі трамвайних коліс V-0175 трамваю KT4SU виготовляються з поковок штампуванням, матеріал сталь 50 або 60Г за ГОСТом 1050-84. Після цього вони підлягають механічній обробці, чорновій обробці; та чистовій обробці по площинам кочення. Трамвайні колеса працюють в умовах відкритого повітря. Це каже про те, що крім шкідливих процесів, що виникають у вузлі, на деталь впливають ще фактори зовнішнього середовища перепад температур, вологість, гази, пил. Це все призводить до швидкого зношування.

На основі проведеного аналізу можна сказати, що в цілому деталь бандаж колеса трамваю досить технологічна, допускає використання високопродуктивних режимів різання (обробки), має добрі базові поверхні для первісної обробки і досить проста по конструкції, по конфігурацій внутрішнього та зовнішнього контур колеса трамваю, що позитивно впливає на отримання заготовки.

Тобто нанесення покриття на зношену, але сформовану поверхню є доцільний та економічно-вигідний і таким методом є наплавлення порошковою стрікою зовнішньої поверхні та плазмове напилювання центрального отвору.

2 Мета, призначення та джерела розробки

Розробка технологічного процесу проводиться на основі завдання на магістерську кваліфікаційну роботу згідно наказу ректора, складеного у відповідності до вимог навчального плану підготовки спеціалістів у ВНТУ і затвердженого кафедрою ГМ.

Призначенням даної магістерську кваліфікаційну роботи є виконання технологічних та конструкторських розробок для вдосконалення технологічного процесу аналога. Це можливо досягнути шляхом введення необхідних операцій для кращих експлуатаційних властивостей бандажу колеса трамваю, проведення необхідних розрахунків оптимальних режимів обробки та модернізації, або проектуванням нової конструкції окремого технологічного обладнання.

ВНТУ Матеріалознавство

Created by Universal Document Converter

Мета магістерської кваліфікаційної роботи – закріплення і розширення теоретичних та практичних навиків до проектування технологічних процесів відновлення деталей.

Джерелами розробки є:

- методика техніко-економічного обґрунтування роботи;
- методика проектування технологічного процесу відновлення бандажу колеса трамваю;
- методика модернізації та проектування конструкції технологічного обладнання;
- вимоги до комплекту документів “Єдина система конструкторської та технічної документації”;
- загальні правила розробки технологічних процесів і вибір засобів технологічного оснащення ГОСТ 14.301-83;
- ДЕСТ 14.305-93 – Правила вибору технологічної оснастки;
- технічна література, довідникові видання.

3 Технічні вимоги та економічні показники

3.1 Вимоги до загальної структури і послідовності проектування

Зміст розділів магістерської кваліфікаційної роботи та строки їх виконання визначаються завданням на дипломну роботу та положенням кафедри по модульно-рейтинговій оцінці рівня та термінів виконання роботи.

Стадії розробки та етапи робіт встановлені по ГОСТ 2.103-2013.

Поетапні строки, що вказуються в ТЗ, є орієнтовними. Основними строками виконання робіт вважають строки, які встановлені в плані дослідно-конструкторських робіт.

Зміст стадій проектування та строки їх виконання визначаються завданням на магістерську кваліфікаційну роботу.

3.2 Вихідні дані для технологічного проектування

Приймаємо наступні вихідні дані для технологічного проектування:

– річний обсяг ремонту бандажу колеса трамваю 1000 шт;
– знос поверхонь, що відновлюються менше 2,0 мм, від робочого креслення.

3.3 Вимоги до рівня уніфікації та стандартизації

З метою підвищення надійності, ремонтопридатності та економічності експлуатації технологічного обладнання, що розробляється, слід максимально застосувати стандартні вироби.

ВНТУ Матеріал ознайомлення

Created by Universal Document Converter

Рівень стандартизації та уніфікації конструкції повинен складати не менше 80%.

3.4 Вимоги до техніки безпеки та охорони навколишнього середовища

Конструктивні рішення повинні відповідати вимогам безпеки згідно встановлених параметрів відповідних стандартів по охороні праці та безпеці виробництва.

Викиди в навколишнє середовище не повинні перевищувати параметри, встановлені екологічним паспортом підприємства.

4 Стадії та етапи розробки

Проектування технологічного процесу повинно проводитись з використанням варіантного пошуку раціонального рішення, включати такі основні етапи:

- техніко-економічне обґрунтування технологічного процесу відновлення бандажу колеса трамваю;
- розробка основної проектної задачі:
- технологічне проектування технологічного процесу;
- розробка обладнання та пристосування для технологічного процесу;
- охорона праці, навколишнього середовища та ЦО;
- економічна ефективність розробок.

5 Порядок контролю та приймання

Контроль та приймання розробок виконується у відповідності до „Положення про дипломне проектування” на кафедрі ГМ.

Технічне завдання оформлюється у відповідності з загальними вимогами до текстових конструкторських документів по ГОСТ 2.705-2013, на листах формату А4 по ГОСТ 9327-90.

ВНТУ Матеріал Позначництво

Created by Universal Document Converter

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме-чание
				Документація		
А4			08-27.МКР.006.01.000 СК	Складальне креслення		
				Деталі		
А3		1	08-27.МКР.006.01.001	Бандаж	1	
А3		2	08-27.МКР.006.01.002	Диск ступиці	1	
А3		3	08-27.МКР.006.01.003	Еластичний вкладиш	2	
А3		4	08-27.МКР.006.01.004	Диск	1	
А4		5	08-27.МКР.006.01.005	Гайка	1	
А3		6	08-27.МКР.006.01.006	Накладка фіксуюча	1	
А3		7	08-27.МКР.006.01.007	Ступиця	1	
А3		8	08-27.МКР.006.01.008	Заземлююче з"єднання	1	
А4		9	08-27.МКР.006.01.009	Пластина	1	
А4		10	08-27.МКР.006.01.010	Кільце	1	

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Пономаренко О.		
Пров.		Шиліна О.П.		
Н.контр.				
Утв.		Поліщук Л.К.		

08-27.МКР.006.01.000

Колесо трамвая

Лит.	Лист	Листов
О	1	1

ВНТУ ст.гр.13В-17м

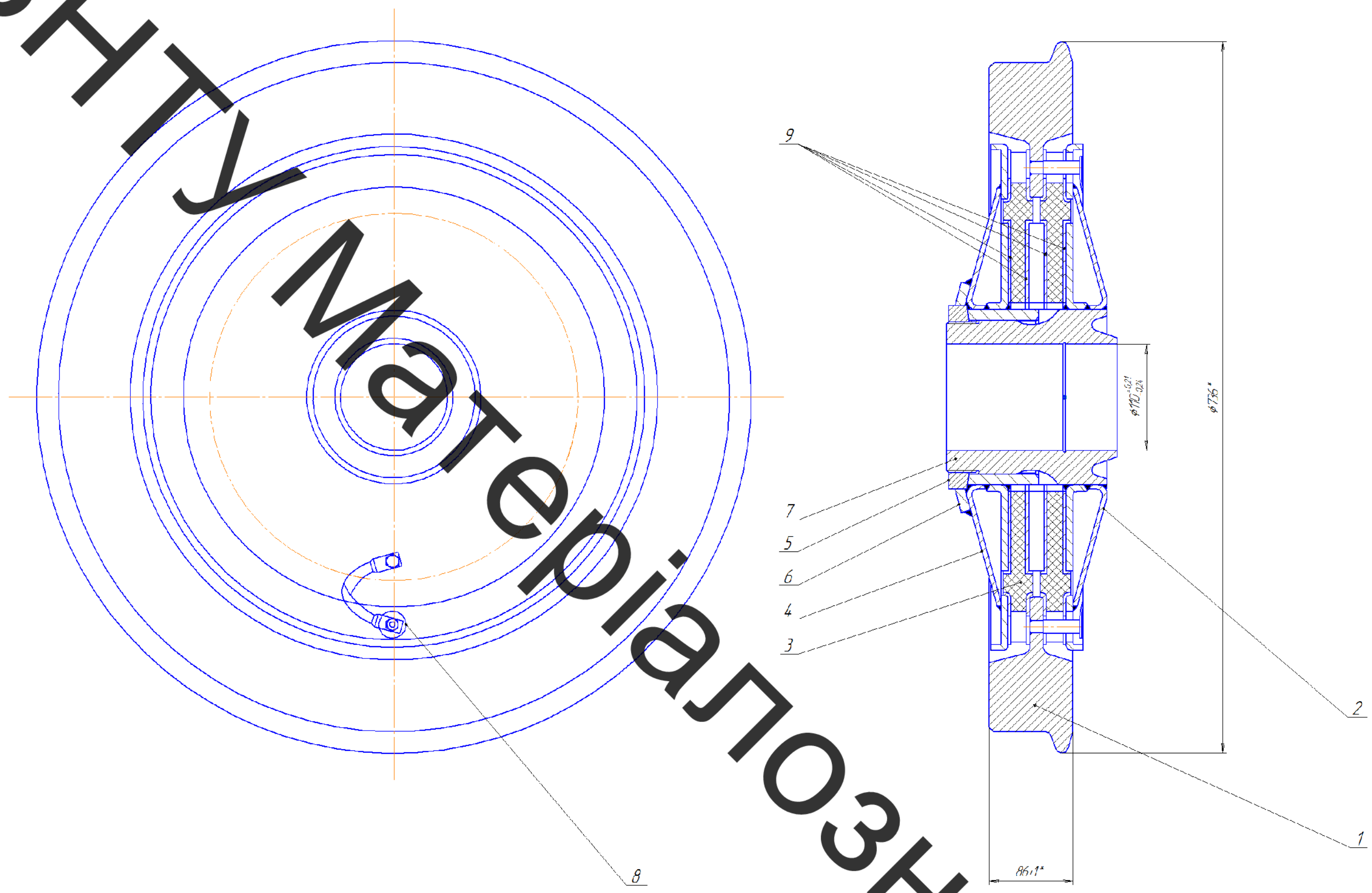
Копировал

Формат А4

ВНТУ Матеріалознавство

Created by Universal Document Converter

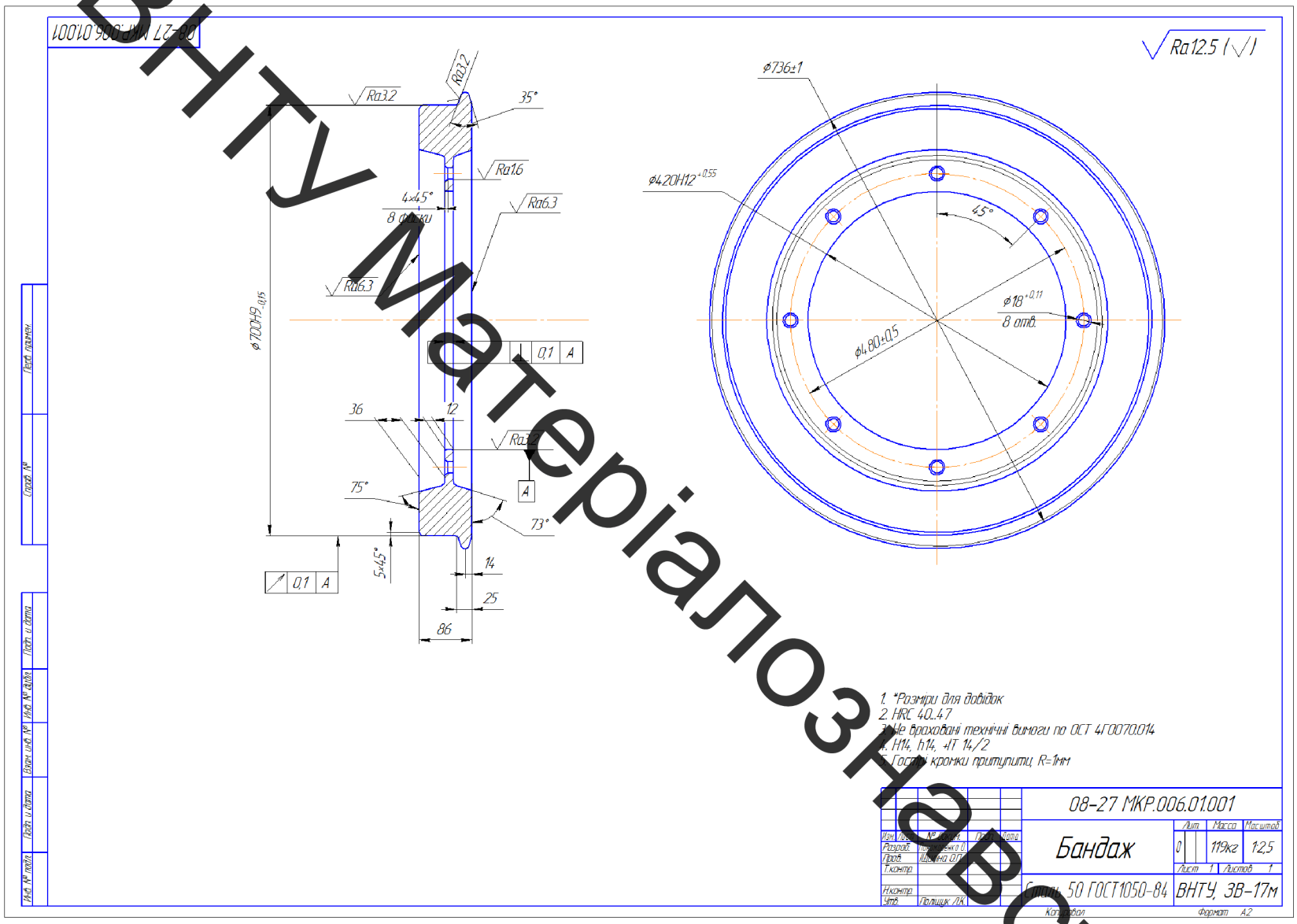
ВНТУ Матеріалознавство



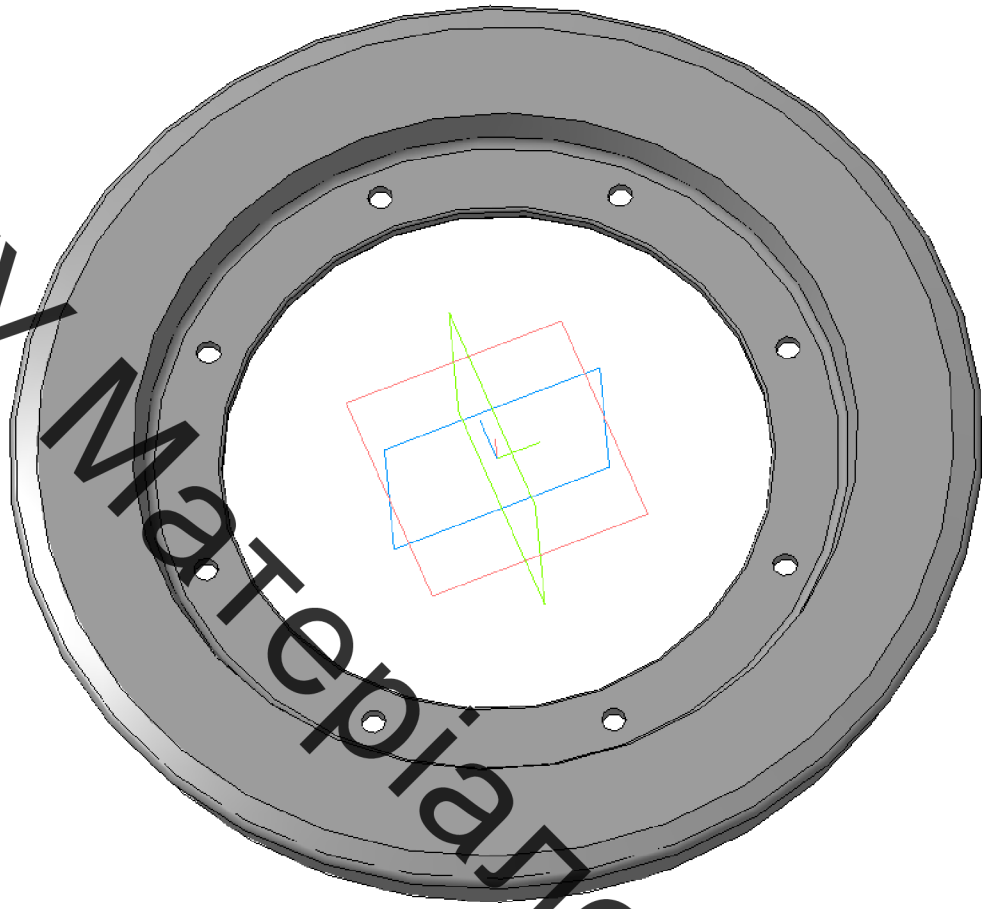
					08-27.МКР.006.01.000 СК	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.	Пономаренко О.				Колесо трамвая (Складальне креслення)	Лит. У; Масса; Масштаб 1:2
Пров.	Шинкин О.П.					Лист 1; Листов 1
Т.контр.						
Н.контр.						ВНТУ, гр. 3В-1/м
Утв.	Шолінщук Л.К.					

Копировал Формат А1

Created by Universal Document Converter



ВНТУ Матеріал ознайомлення
Created by Universal Document Converter

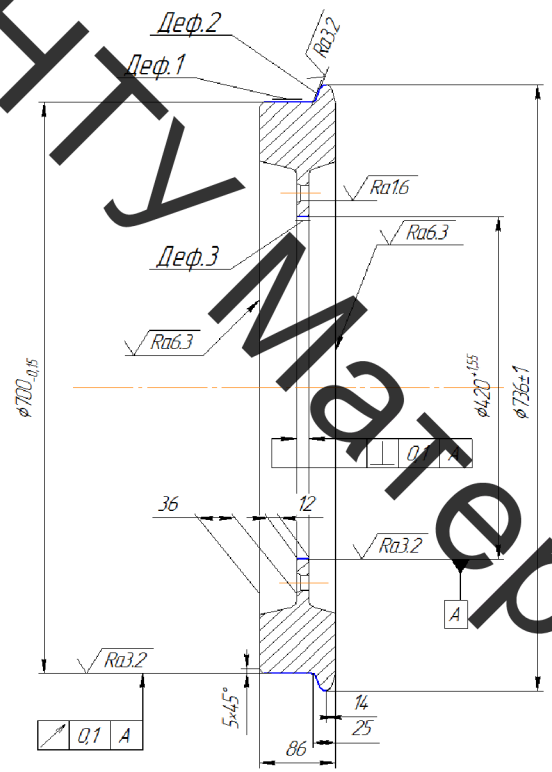


ВНТУ Матеріалознавство

Created by Universal Document Converter

ВНТУ Матеріалознавство

08-27 МКР.006.01.001Р



Ra12.5 (√)

№ дефекту	Вид дефекту	Кефіцієнт повторюваності дефекту Від загальної кількості деталей	Кефіцієнт повторюваності дефекту Від загальної кількості деталей	Основний спосіб усунення дефекту	Допустимий спосіб усунення дефекту
1 2	Знос гребінь бандажів. Знос зовнішньої поверхні катання	0,7	0,75	Електродугова наплавка самозахисним порошковим дротом та стрічкою ГОСТ 26271-84	Наплавка під шаром флюсу
3	Знос внутрішньої поверхні	0,4	0,45	Плазмове напилення	Газотермічне напилення

Бандаж не приймається на відновлення за наявності тріщин та сколів.

1. *Розміри для довідок
2. HRC 40..47
3. Не враховані технічні вимоги по ОСТ 4Г0070.014
4. H14, h14, ±IT 14/2
5. Гострі кромки притупити. R=1мм

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
Разраб.		Шандренко			
Пров.		Шандренко			
Т.контр.					
Н.контр.					
Утв.		Полищук Л.К.			

08-27 МКР.006.01.001Р

Бандаж (ремонтре креслення)

Сталь 50 ГОСТ1050-84

Літ.	Маса	Масштаб
Н	119кг	1:2,5
Лист 1	Листів 1	

ВНТУ, ЗВ-17м

Копіював

Формат А2

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Created by Universal Document Converter

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме-чание
				Документація		
A1			08-27.МКР.006.00.000 ВЗ	Вид загальний		
				Складальні одиниці		
A4		1	08-27.МКР.006.01.000	Установка	1	
A4		2	08-27.МКР.006.02.000	Захисна камера	1	
A4		3	08-27.МКР.006.03.000	Вентиляція	1	
A4		4	08-27.ТМКР.006.04.000	Стіл	1	
A4		5	08-27.МКР.006.05.000	Живильник	1	
				Стандартні вироби		
		6		Блок живлення	1	
		7		Комп'ютер	1	
		8		Балон	1	

Перв. примен. 08-30.МКР.006.00.000

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Пономаренко О.С.		
Пров.		Шиліна О.П.		
Н.контр.				
Утв.		Поліщук Л.К.		

08-27.МКР.006.03.000

Робоче місце

Лит.	Лист	Листов
у	1	1

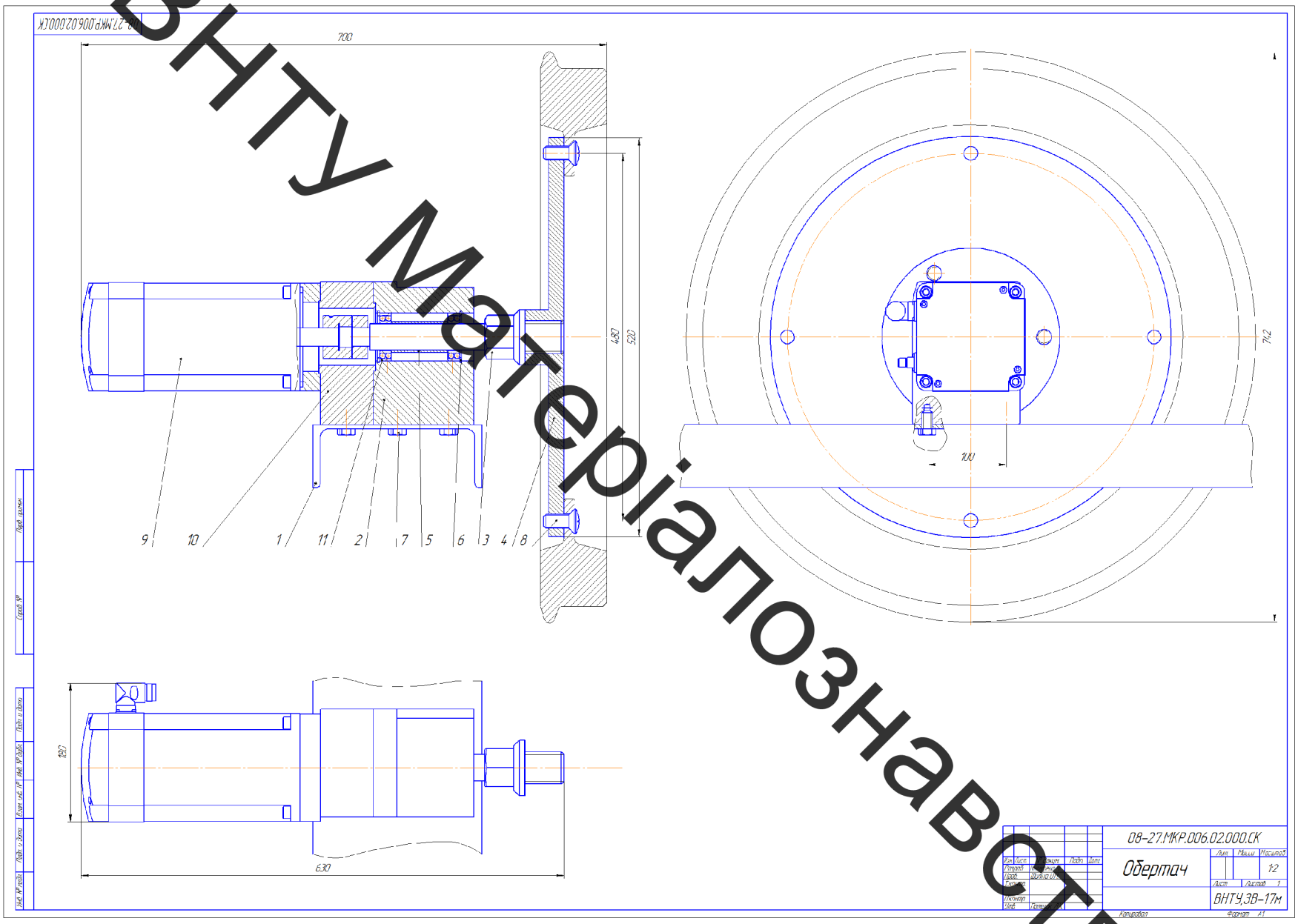
ВНТУ,3В-17м

Копировал

Формат А4

ВНТУ Матеріал ознайомлення

Created by Universal Document Converter



ВНТУ Матеріалознавство
Created by Universal Document Converter

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
8						
				Документація		
A1			08-30.МКР.006.00.000 СК	Складальне креслення		
				Складальні одиниці		
		1	08-27.МКР.006.01.000	Катодотримач	1	
				Деталі		
A4		2	08-27.МКР.006.00.002	Ізолятор	1	
A4		3	08-27.МКР.006.00.003	Корпус	1	
A4		4	08-27.МКР.006.00.004	Катод	1	
A4		5	08-27.МКР.006.00.005	Вставка	1	
A4		6	08-27.МКР.006.00.006	Сопло анод	1	
A4		7	08-27.МКР.006.00.007	Ізолятор	1	
				Стандартні вироби		
		8		Гайка М20-6ак.20.58.109 ГОСТ 17458-80	4	
		9		Гвинт ВМ8-6gх30.58.109 ГОСТ 17458-80	3	
		10		Гвинт ВМ6-6gх25.58.109 ГОСТ 1491-80	4	
		11		Кільце 07-081-58-2-4 ГОСТ 9833-73	1	
		12		Перехідник 6-13 ГОСТ 13969-74	3	

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Пономаренко О.С.		
Пров.		Шиліна О.П.		
Н.контр.				
Утв.		Поліщук Л.К.		

08-27.МКР.006.01.000

Плазмовий розпилювачий пристрій

Лит.	Лист	Листов
У	1	

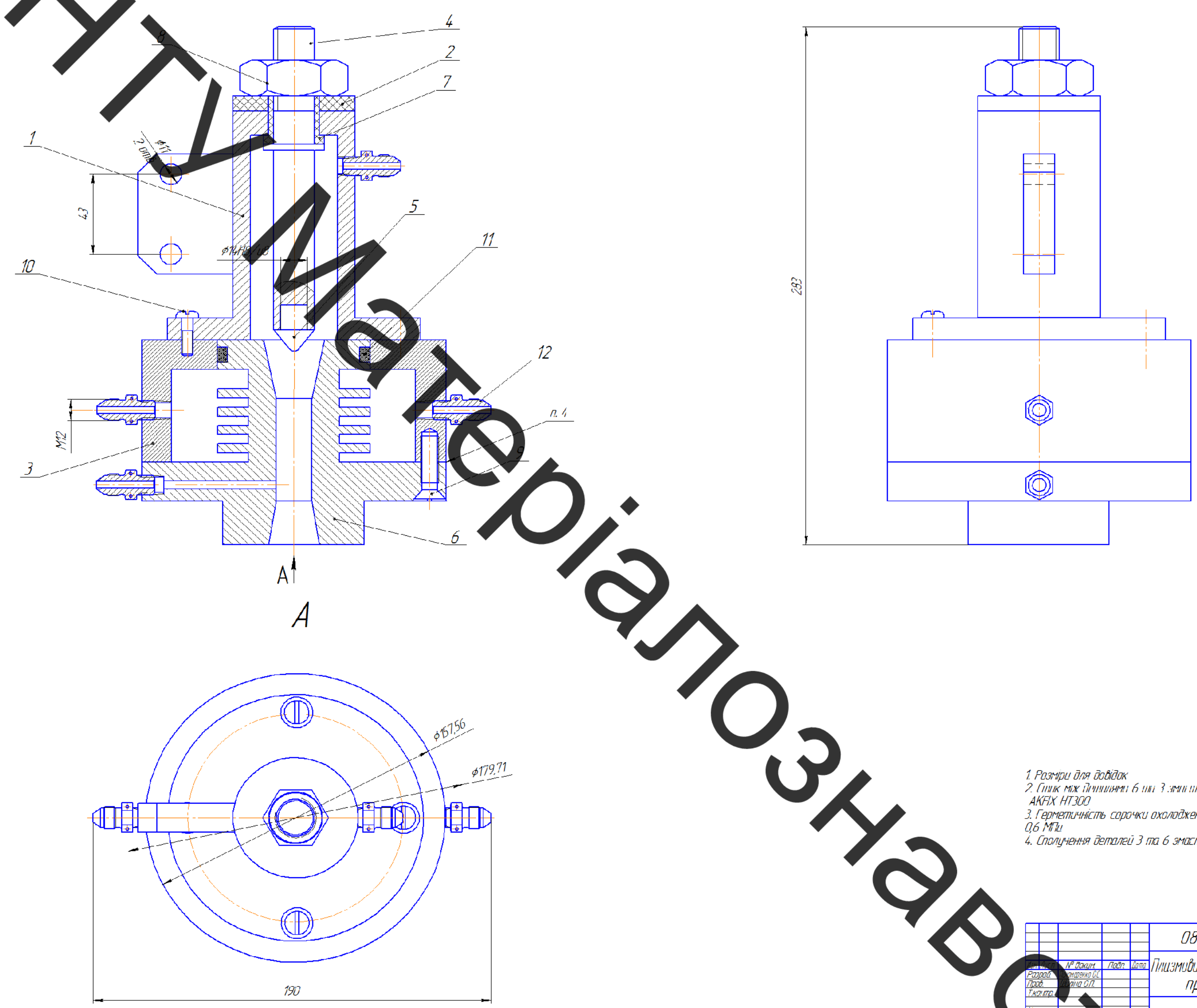
ВНТУ ст. гр 13В-18 м

Копировал

Формат А4

ВНТУ Матеріал ознайомлення

Created by Universal Document Converter



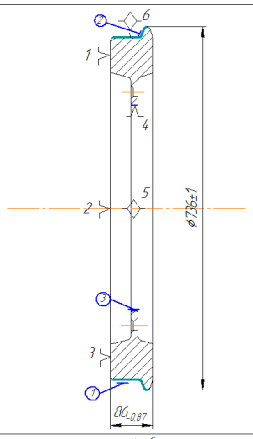
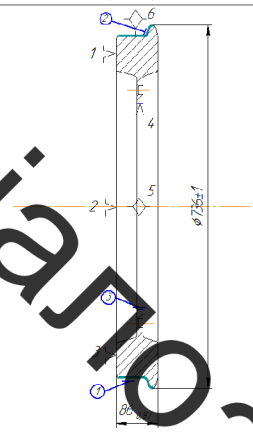
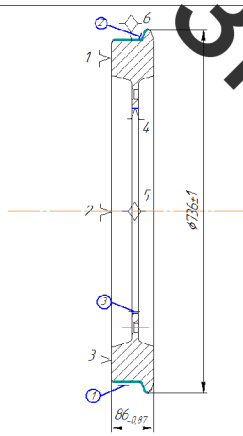
1. Розміри для довідок
2. Стик між деталями 6 та 3 [illegible]
AKFIX HT300
3. Герметичність сорочки охолодження перевірити надлишковим тиском 0,6 МПа
4. Сполучення деталей 3 та 6 змастити герметиком термотривким

08-30.МКР.006.00.000.СК					
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Плазмовий розпилюючий пристрій
Розроб.	Пономаренко С.С.				Літ. / Масса / Масштаб
Пров.	Шиліна О.П.				Лист / Листів
Т.контр.					
Н.контр.					ВНТУ
Утв.	Поліщук Л.К.				

Копіював Формат А1

ВНТУ Матеріалознавство
Created by Universal Document Converter

08-27.МКР.006.02.000 ТП

№	Назва операції та зміст переходу	Ескіз обробки та схема установки	Обладнання
005	Миття Мити бандажу в розчині лабомід 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	Наплавочна 1. Встановити деталь. 2. Наплавити поверхню 1. 3. Наплавити поверхню 2. 4. Зняти деталь.		1. Установка для наплавлення на базі токарного верстата 1А-64. 2. Наплавлювальна головка А-384МК.
025	Напилювальна 1. Встановити деталь. 2. Напилити поверхню 3. 3. Зняти деталь.		1. Установка для напилювальна 2.Розпилюючий пристрій 3. Стакан кріпильний

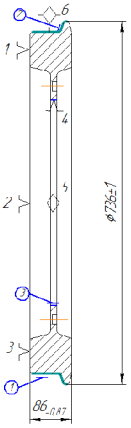
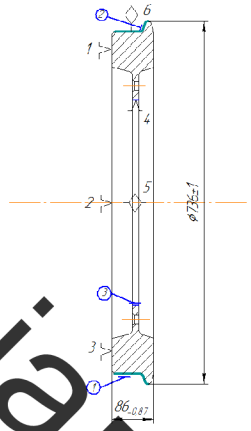
					08-27.МКР.006.02.000 ТП			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Технологічний процес відновлення	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Пономаренко О.				1	2	1:1
Пров.		Щиліна О.П.				Лист 1	Листов 2	
Т.контр.						ВНТУ.гр.ЗВ-17м		
Н.контр.								
Утв.		Спільник Л.К.						

Копировал Формат А1

Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата | Справ. № | Пров. примен.

ВНТУ Матеріалознавство

Created by Universal Document Converter

№	Назва операції та зміст переходу	Ескіз обробки та схема установки	Обладнання
030	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.
035	Шліфувальна 1. Встановити деталь 2. Шліфувати поверхню 3. 3. Зняти деталь.		1. Внутрішньошліфувальний верстат 3К228А. 2. Стакан кріпильний
040	Контрольна		Стіл контрольний

ВНТУ Матеріалознавство

Created by Universal Document Converter