

Вінницький національний технічний університет

Факультет машинобудування та транспорту

Кафедра галузевого машинобудування

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

«Структурутворення поверхневих шарів напрямного колеса під час відновлення»

Виконав: студент 2 курсу, групи 13В-23м
спеціальності 132 – «Матеріалознавство».

(ім'я і назва спеціальності)

 Костянтин ЧЕРНЮК

(прізвище та ініціали)

«12» 12 2024 р.

Керівник: к.т.н., доцент каф. ГМ

 Валерій ШЕНФЕЛЬД

(прізвище та ініціали)

«12» 12 2024 р.

Опонент: к.т.н., доцент кафедри АТМ

 Віталій ОГНЕВИЙ

(прізвище та ініціали)

«16» 12 2024 р.

Допущено до захисту

Завідувач кафедри ГМ 

д.т.н., проф. Леонід ПОЛІЩУК

(прізвище та ініціали)

«16» 12 2024 р.

Вінниця - 2024 р.

Вінницький національний технічний університет
Факультет Машинобудування та транспорту
Кафедра Галузевого машинобудування
Рівень вищої освіти II-й (магістерський)
Галузь знань – 13 Механічна інженерія
Спеціальність – 132 – Матеріалознавство
Освітньо-професійна програма – Інтелектуальні технологічні системи в інженерії поверхні

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ГМ
 Полішук Л.К.
«18» вересня 2024 року

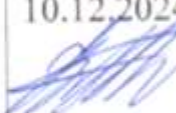
ЗАВДАННЯ НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Чернюку Костянтину Романовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

- Тема роботи: СТРУКТУРОУТВОРЕННЯ ПОВЕРХНЕВИХ ШАРІВ НАПРЯМНОГО КОЛЕСА ПІД ЧАС ВІДНОВЛЕННЯ
керівник роботи Шенфельд Валерій Йосипович, к.т.н., доц., каф. ГМ,
затверджені наказом вищого навчального закладу від «17» вересня 2024 року № 310
- Строк подання студентом роботи «12» грудня 2024 року
- Вихідні дані до роботи: Робоче креслення вал-шестерні, програма відновлення N = 2000 шт.
- Зміст текстової частини: Вступ; 1 Аналітичний огляд існуючої проблеми і шляхи її вирішення; 2. Вплив органічних матеріалів та легувальних порошків в4с та cr4c3 на структуру наплавлених покриттів; 3. Розробка та обґрунтування параметрів технологічного процесу відновлення напрямного колеса;
4. Економічний розділ; Висновки; Список використаних джерел; Додатки.
- Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): 1. Робоче креслення деталі; 2. Ремонтне креслення деталі; 3. Технологічний процес відновлення напрямного колеса. 4. Результати дослідження мікроструктури наплавлених покриттів.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Спеціальна частина	В.Й. Шенфельд к.т.н., доц., кафедри ГМ	17.09.2024р. 	10.12.2024р. 
Економіка виробництва	Н.В. Буреннікова д.е.н., проф., кафедри ЕПВМ	16.10.2024р. 	6.12.2024р. 

7. Дата видачі завдання «18» вересня 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Формування та затвердження теми магістерської кваліфікаційної роботи (МКР)	04.09.24 р.	Вик
2	Виконання спеціальної частини МКР. Перший рубіжний контроль виконання МКР	26.10.2024 р.	Вик
3	Виконання спеціальної частини МКР. Другий рубіжний контроль виконання МКР	30.10.24 р.	Вик
4	Виконання розділу «Економіка виробництва»	06.12.24 р.	Вик
5	Попередній захист МКР	10.12.24 р.	Вик
6	Нормоконтроль МКР	17.12.24 р.	Вик
7	Опонування МКР	16.12.2024 р.	Вик
8	Захист МКР	18.12.2024 р.	Вик

Студент

Керівник проекту


(підпис)

(підпис)

Чернюк К.Р.

Шенфельд В.Й.

АНОТАЦІЯ

УДК 621.791:681.5.015.23

Чернюк К.Р. Структуроутворення поверхневих шарів напрямного колеса під час відновлення. Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 132 – матеріалознавство, освітня програма – інтелектуальні технологічні системи в інженерії поверхонь. Вінниця: ВНТУ, 2024. 83 с.

На укр. мові. Бібліогр.: 26 назв; рис.: 22; табл. 25.

У магістерській кваліфікаційній роботі вдосконалено технологію відновлення робочих напрямного колеса з використанням електродугового наплавлення. У науковій частині роботи досліджено вплив органічних матеріалів та легувальних порошків B_4C та Cr_4C_3 на структуру наплавлених покриттів. У технологічній частині розроблений технологічний процес відновлення робочих поверхонь напрямного колеса.

Графічна частина складається з 4 креслень із результатами моделювання.

Ключові слова: напрямне колесо, структура, обробка, наплавлення, органічні матеріали.

ABSTRACT

Chernyuk K.R. Structural formation of surface layers of a guide wheel during restoration. Master's qualification work in specialty 132 - materials science, educational program - intelligent technological systems in surface engineering. Vinnytsia: VNTU, 2024. 83 p.

In Ukrainian. Bibliography: 26 titles; Fig.: 22; Table. 25.

In the master's qualification work, the technology of restoration of working guide wheels using electric arc welding is improved. In the scientific part of the work, the influence of organic materials and alloying powders B₄C and Cr₄C₃ on the structure of welded coatings is studied. In the technological part, the technological process of restoration of working surfaces of a guide wheel is developed.

The graphic part consists of 4 drawings with the results of modeling.

Keywords: guide wheel, structure, processing, welding, organic materials.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ІСНУЮЧОЇ ПРОБЛЕМИ І ШЛЯХИ ЇЇ	
ВИРІШЕННЯ	10
1.1 Особливості формування та структури наплавлених покриттів, з	
легуванням органічними матеріалами	10
1.2 Висновки до розділу 1.....	14
2. ВПЛИВ ОРГАНІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ ТА ЛЕГУВАЛЬНИХ ПОРОШКІВ	
В ₄ С ТА Cr ₄ C ₃ НА СТРУКТУРУ НАПЛАВЛЕНИХ ПОКРИТТІВ	16
2.1 Обладнання та матеріали для наплавлення.....	16
2.2 Методика проведення експерименту.	18
2.3 Дослідження мікроструктури наплавлених шарів.....	21
2.4 Висновки до розділу 2	25
3. РОЗРОБКА ТА ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО	
ПРОЦЕСУ ВІДНОВЛЕННЯ НАПРЯМНОГО КОЛЕСА.....	27
3.1 Призначення вузла, деталей.....	27
3.2 Матеріал деталі та його властивості	28
3.3 Якісна характеристика технологічності.....	30
3.4 Кількісна характеристика технологічності.....	31
3.5 Дефектування деталі	33
3.6 Вибір та обґрунтування технології розбирання-складання під час	
ремонтів із заміною зношених деталей	34
3.7 Вибір та технічне обґрунтування методів та матеріалів для відновлення	
деталі	36
3.8 Визначення кількості переходів та операцій відновлення поверхонь.....	37
3.9 Формування маршруту відновлення деталі методом наплавлення	38
3.10 Розрахунок припусків на механічну обробку для поверхні 1	42
3.11 Розрахунок ремонтних розмірів для встановлення втулки	43
3.12 Термічна обробка	44
3.13 Розрахунок та призначення режимів нанесення покриття	44

3.14 Вибір та обґрунтування обладнання, джерел живлення.....	44
3.15 Вибір матеріалу для наплавлення та їх підготовка	45
3.16 Нормування операцій	46
4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	47
4.1 Оцінювання комерційного потенціалу розробки	47
4.2 Прогнозування витрат на виконання науково-дослідної роботи	53
4.3 Розрахунок економічної ефективності науково-технічної розробки.....	60
4.4 Розрахунок ефективності вкладених інвестицій та періоду їх окупності.....	62
4.5. Висновки до економічного розділу.....	64
ВИСНОВКИ.....	65
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	67
ДОДАТКИ.....	70
Додаток А (обов'язковий). Технічне завдання.....	71
Додаток Б (обов'язковий). Графічна частина	78
Додаток В (обов'язковий). протокол перевірки кваліфікаційної роботи на наявність текстових запозичень.....	82

ВСТУП

Актуальність теми. Сучасний розвиток машинобудівної (в тому числі і військової) галузі неможливий без покращення триботехнічних властивостей робочих поверхонь деталей машин. Напрямне колесо, відновлюється одним з перспективних способів, а саме наплавленням під шаром флюсу, до переваг якого слід віднести простоту і дешевизну застосовуваного устаткування. Однак якісні параметри наплавлених покриттів не завжди відповідають підвищеним вимогам, що пред'являються до експлуатаційних характеристик деталей машин, які працюють в умовах інтенсивних навантажень. Як одним із мінусів є використання дороговартісних матеріалів для наплавлення. Зазвичай це є дріт 30ХГСА. Використання дешевого витратного матеріалу такого як Св-08Г2С в поєднанні з органічними нитками дозволить отримувати покриття з такими ж властивостями як після дроту 30ХГСА, а витрати на матеріали значно знизяться.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Основні наукові результати роботи отримано у процесі виконання науково-дослідних робіт у Вінницькому національному технічному університеті.

Мета і задачі дослідження. Метою даної роботи є розробка технологічних засад підвищення якості зносостійкості та відновлення робочих поверхонь колеса напрямного. Для досягнення даної мети необхідно вирішити такі наукові та практичні завдання:

- провести літературний огляд матеріалів, методів, досліджень при використанні легуючих елементів.
- розробити та обґрунтувати технологічний процес підвищення якості відновлення робочих поверхонь напрямного колеса.
- дослідити вплив використання органічних ниток на утворення наплавлених шарів, їх структуру та твердість.

Об'єктом дослідження є процеси структуроутворення при додаванні органічних волокон в наплавлений шар.

Предметом дослідження є умови та механізм протікання процесів структуроутворення при додаванні органічних волокон в наплавлений шар.

Методи дослідження. Під час розробки технології відновлення робочих поверхонь напрямного колеса додаванням у зону наплавлення органічних волокон використано комплекс сучасних методів й методик, які дозволяють всебічно дослідити його структуру та властивості. Дослідження мікроструктури матеріалу проводили на металографічному мікроскопі МИМ-8. Визначення твердості відбувалося на приладі Роквела алмазним конусом.

Наукова новизна отриманих результатів:

- вперше встановлено, що під час наплавлення покриттів з використанням органічних волокон, у перехідній зоні структура з перлітної плавно переходить у ферито-перлітну, що зменшує небезпечні напруження розтягу у цій зоні.

- встановлено, що в результаті розчинення органічних волокон в зварювальній ванні утворюється високовуглецевий шар який в рази збільшує твердість;

- встановлено, що мікроструктура наплавленого шару має перлітну структуру зерен з тонкими пластинками цементиту та фериту;

Практична цінність роботи:

- запропоновано нову технологію відновлення та зміцнення робочих поверхонь деталей для роботи в умовах абразивного зношування;

- розроблено технологію підвищення зносостійкості та відновлення робочих поверхонь напрямного колеса. Запропонована технологія не вимагає складного спеціального обладнання та може бути реалізована в польових умовах.

Особистий внесок здобувача. Основні результати, які є суттю кваліфікаційної роботи, досяглись автором самостійно. Аналіз літературних даних, вибір методів і прийомів дослідження, виконання експериментів і їх математична обробка проводилися особисто здобувачем. Завдання, аналіз результатів дослідження і формулювання висновків і рекомендацій були виконані спільно з науковим керівником.

1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ІСНУЮЧОЇ ПРОБЛЕМИ І ШЛЯХИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ

1.1 Особливості формування та структури наплавлених покриттів, з легуванням органічними матеріалами

Добре відомо, що підвищення надійності і довговічності машин, обладнання та пристроїв має вирішальне значення на поточному етапі технологічного розвитку. Воно грає важливу роль в економії металів, трудовитрат і підвищення ефективності виробництва. Це вирішення нерозривно пов'язане з підвищенням довговічності контактуючих пар, а також з підвищенням міцності елементів, що працюють в різних умовах експлуатації [1]. Вирішення цієї проблеми є особливо актуальним, оскільки сотні тисяч тонн металу щорічно використовуються для виробництва запасних частин і заміни швидкозношуваних деталей машин. Заміна займає велику кількість часу, що знижує ефективність машин, збільшує час простою агрегатів. Збільшення терміну служби високошвидкісних деталей машин навіть в невеликих масштабах є синонімом впровадження нового виробничого обладнання [2].

Тому підвищення міцності і довговічності деталей машин є важливим завданням для науки і виробництва. Однією з основних причин, що ускладнюють вибір існуючих або створення нових сталей і сплавів для використання при сильному зносі, є різноманітність конкретних умов експлуатації з різними параметрами зносу (твердість, міцність, форма, розмір і тип навантаження, швидкість, тиск, температура, наявність швидкостей корозії і т. д.), які багато в чому визначають довговічність матеріалу.

Деякий час багато дослідників припускають, що здатність матеріалів протистояти поломці під час зносу пов'язана з підвищеною жорсткістю. Це твердження домінує останнім часом і відіграє більш позитивну роль, оскільки збільшення твердості в певних межах фактично підвищує стійкість матеріалів до зношування.

Як показали дослідження В.І. Савуляка, та В.Й. Шенфельда використання вуглецевих волокнистих матеріалів під час наплавлення в середовищі захисного газу, дозволяє отримувати на поверхні наплавленого шару покриття хімічний склад якого відповідає високовуглецевим сталям або чавунам. Це і дає нам високі триботехнічні властивості. В цій роботі також було досліджено причини зменшення зношування утворених шарів з мартенситно - аустенітною структурою за рахунок утворення вторинних структур у вигляді складних від розпаду метастабільного аустеніту [3].

Дослідження Савуляка В.І., Шенфельда В. Й., Панасюка С.О. полягали у впливі мікроструктури високовуглецевих шарів, отриманих електродуговим наплавленням з використанням вуглецевих волокнистих матеріалів. Результати дозволили стверджувати, що в умовах абразивного середовища найбільше зношується структура ледебуритна, а найбільшу інтенсивність зношування – мартенситно- аустенітна [4].

В статті Савуляк В.І., Шенфельд В.Й., Янченко О.Б., досліджувався вплив швидкості наплавлення на утворення високовуглецевих шарів, наплавлених з використанням вуглецевих волокнистих матеріалів. Матеріалом для легування поверхні слугував карбон, та вуглецева тканина. Результатом було утворення досить твердого покриття, що показало вищу зносостійкість ніж чавун [5].

Наплавлення високовуглецевих покриттів досліджувалось при відновленні отворів деталей Заболотним С.А. Досліди показали, що використання вуглецевої тканини в поєднанні з наплавлювальним дротом Св-08Г2СА, дозволяє отримувати покриття з досить високою твердістю. Вона зростала від 35 HRC на поверхні до 46 HRC біля зони сплавлення [6].

Легування металу вуглецевою тканиною та металічними порошками, в цьому полягало суть дослідження авторів Савуляк В.І., Шенфельд В.І. В якому після наплавлення тканина повністю розчинилася, порошки титану створили карбіди, що дозволило зміцнити структуру. А дюрOMETричні дослідження дозволяють стверджувати значне підвищення твердості, що є позитивним [7].

У роботі [8] автор пропонує два основні методи комбінування зносостійких сплавів:

- створення матеріалів із структурою, яка поглинає енергію і розсіює її за допомогою зворотного фази і структурних перетворень;
- Створення матеріалів з відносно термостабільної структурою, яка розсіює енергію через теплові поля.

У першому випадку фазові і структурні перетворення відбуваються при різних умовах тертя в поверхневих шарах. З цієї причини зносостійкість визначається кінетикою зворотних структурних змін, що відбуваються на поверхнях тертя. Довговічність конструкції визначається здатністю швидко перебудовуватися в сприятливий стан і стану тертя для цього етапу роботи (принципи синергії). Метал з твердим компонентом (карбіди, бориди, нітриди, оксиди, інтерметаліди) може протидіяти зносу. У багатьох випадках ці функції можуть виконуватися сталлю з мартенситної структурою. Тверді частинки карбідів і інших з'єднань повинні триматися матрицею - основою сплаву. Роль матриці в сталях і сплавах можна взяти з мартенситу, фериту, аустеніту, ледебуріта [8].

На сьогоднішній день класифікація металу шва за хімічним складом і конструктивними особливостями є найбільш практичною. Склад легуючих елементів в металі шва визначає його структуру і властивості при збереженні умов експлуатації виробу. Зносостійкість наплавлених шарів визначається не тільки наявністю певних легуючих елементів в сплаві, а й структурою матриці - основи сплаву [9].

Є два способи підвищити ефективність використання поверхневих матеріалів:

- використання спеціальних легуючих систем і матеріалів;
- пошук нових підходів до управління структурою і властивостями металу шва без зміни системи легування.

Рішення проблеми з використанням високолегованих сталей не тільки не економічно, а й шкідливе, так як запаси цих елементів зменшуються. Цей

фактор проявляється в Україні, яка не має в своєму розпорядженні власні запаси. Маються погляди залізо, марганець, алюміній, титан і такі необхідні елементи для високолегованих сплавів, як Ni, Cr, V, Mo, W та ін. Щоб поліпшити цю ситуацію, ви повинні тому шукати способи вплинути на формування різних сплавів покриттів [7].

Тому запропоновано ввести модифікатори [10], які впливають на умови кристалізації, розмір первинної структури і, відповідно, властивості валків, обложених в зварювальній ванні.

Не так давно використання нанотехнологій і наноматеріалів стало значним. Таким чином, додавання нанодисперсних частинок до звичайних порошків в порошкової металургії дозволяє знизити пористість виробів і поліпшити комплекс механічних властивостей [11].

В роботі [13] представив процес наплавлення з введенням наноструктурованих компонентів в наплавочну ванну шляхом плавлення додаткового трубчастого електрода на нікелевої основі, внутрішня порожнина якого була заповнена нанопорошками карбонитрида титану. В результаті зерно подрібнюється в структурі зони термічного впливу і підвищує властивості металу шва [13].

Позитивний вплив нанокарбідів титану на формування структури і властивостей зварного шва з низьколегованих високоміцних сталей є і в роботі [9]. Наночастки були введені за допомогою порошкового дроту в зварювальну ванну, яка була підключена безпосередньо до зварювального кола [9].

У роботі автора Лободи П.І. вказується, що наявність достатньої кількості неметалевих включень в зварювальній ванні, розмір яких можна порівняти з зародками кристалізованого металу, сприяє хорошему формуванню дрібнозернистої первинної структури зварного шва і поліпшенню його механічних властивостей. [10].

Кузнєцов В.Д. довів, що при зварюванні низьколегованих сталей додавання невеликої кількості нанопорошків оксиду алюмінію до рідкого металу зварювальної ванни впливає як на загальний вміст, так і на перерозподіл

неметалічних включень, які можуть служити центрами виникнення голчастих феритних форм [11].

Дмитрієв М.С. досліджував метод модифікування нанесеного шару за допомогою легуючих елементів та плазми дуги графітового електроду. Результатом було утворення дрібнозернистої структури з карбідною сіткою. При цьому у верхньому шарі твердість становила 52 HRC, середній у свою чергу мав трохи нищу твердість – 45HRC[12].

В роботі [7] було виявлено, що в поверхневих шарах при терті ковзання може відбуватися як пряме $\gamma \rightarrow \alpha$, так і зворотне $\alpha \rightarrow \gamma$ мартенситне перетворення. Аустеніт, утворений перетворенням $\alpha \rightarrow \gamma$, відрізняється спадковістю дефектів у вихідному мартенситі і збільшенням вмісту легуючих елементів.

Вплив наночастинок карбіду ніобію на структуру і властивості зварних швів з нікелевого сплаву методом електронно-променевого зварювання вивчено в роботі [13]. Легування металу шва наночастинами карбіду ніобію здійснювали шляхом введення наноструктурованих композитної плівки системи Ni-NbC, отриманої методом електронно-променевого випаровування, в вакуумі компонентів в зварювальній ванні з подальшим спільним осадженням їх парових потоків на підкладці.

Науменко О.Є. присвятив дослідження впливу різного вмісту нікелю та хрому на мікроструктуру та властивості зварного з'єднання конструкційної сталі. В результаті додавання нікелю і хрому в зварене з'єднання впливало на мікроструктуру сталі, а саме: при додаванні 7% хрому і 13% нікелю сплав мав позитивні властивості (висока міцність і корозійна стійкість). [14]

1.2 Висновки до розділу 1

Дослідивши літературу можна дійти висновку, що використання висовуглецевих матеріалів, з кожним роком стає більш затратнішим. Тому досить актуальним залишається питання легування та модифікування структури

поверхні низьковуглецевих металів.

Досить багато дослідників запропонували додавати у наплавлений метал порошки, наноконпоненти, різними методами та способами. Досить мало досліджень направлених на використання та впливу вуглецевих тканин.

На підставі вище сказаного поставлено завдання розробки способу нанесення покриттів, що дозволяє при мінімальних додаткових витратах забезпечити підвищення твердості. Проведений аналіз методів підвищення якості наплавлених покриттів дозволяє визначити наступні тенденції розробки інтегрованого способу наплавлення:

- зниження собівартості при високій якості нанесених покриттів;
- поєднання з технологіями, що не вносять істотних змін у процес наплавлення.

Таким видом може стати спосіб поєднання органічних матеріалів з наплавленням.

Використання органічних матеріалів дозволяє підвищити адгезійну і когезійну міцність покриття, а з органічних матеріалів (ниток) утворюється вуглець, який розчиняється у зварювальній ванні та збільшує твердість покриття за рахунок утворення карбідів.

2. ВПЛИВ ОРГАНІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ ТА ЛЕГУВАЛЬНИХ ПОРОШКІВ W_2C ТА Cr_4C_3 НА СТРУКТУРУ НАПЛАВЛЕНИХ ПОКРИТТІВ

2.1 Обладнання та матеріали для наплавлення

Для проведення досліджень була використана установка для наплавлення УД-209М (рис.2.1). Для захисту наплавленого шару використовувався захисний газ CO_2 , живлення відбувалось від зварювального випрамляча ВДУ-506.



Рисунок 2.1 – Наплавлювальна установка УД-209М

Наплавочна установка забезпечує фіксацію деталі, що відновлюється, її обертальний рух, подачу електродного дроту у зону горіння дуги, поступальний рух електродного дроту вдовж осі обертання деталі та при необхідності коливальний рух електродного дроту [15]. Наплавлення зразка відбувалось по спіралі.

Процес наплавлення виконувався на зразки зі сталі 40Х діаметром 30 мм наплавним дротом марки Св-08Г2С (рис. 2.2) діаметром 1,2 мм.

Розшифровування марки дроту [16]:

- Св говорить про те, що це дріт зварювальний
- цифри 08- вміст вуглецю
- Г – марганець, а цифра 2 його відсотковий вміст
- С – кремній, а це означає що його до 1%.



Рисунок 2.2 – Зварювальний дріт Св-08Г2С

Для легування було використано органічний матеріал - а саме нитку з льону (рис.2.3), а також порошки карбіду хрому та карбіду бору.



Рисунок. 2.3 – Органічна нитка

2.2 Методика проведення експерименту

Для дослідження впливу органічних матеріалів та легувальних порошків B_4C та Cr_4C_3 на структуру наплавлених покриттів проводилися три експерименти.

Перший експеримент полягав у наплавленні низьковуглецевим дротом Св-08Г2С на поверхні попередньо підготовлених до відновлення зразків (рис.2.4). Режими наплавлення наведені в таблиці 2.1 [17]. Твердість наплавленого шару першого зразка становила 24-26 HRC.

Таблиця 2.1 - Режими наплавлення

№ операції	Зразок матеріал	Присадковий матеріал	I, А	U, В	V, м/год	l, мм
1	Ст 40х	Св-08Г2С	100	30	18	17
2	Ст 40х	Св-08Г2С, органічний матеріал(льон)	100	30	18	17
3	Ст 40х	Св-08Г2С, Органічний матеріал(льон), порошки карбіду хрому та бору	100	30	18	17



Рисунок.2.4 – Зразок до та після нанесення покриття

Другий експеримент полягав у наплавленні дротом Св-08Г2С з додаванням органічних волокон (льняна нитка) у зону наплавлення. На деталь було намотано льняну нитку (рис 2.5 а). Нитка була закріплена на поверхні зразків за допомогою силікатного клею, який після просушування у пічці (рис.2.5 б) при температурі 250°C протягом 3 годин утворює покриття, що не дозволяє матеріалу вигоріти.

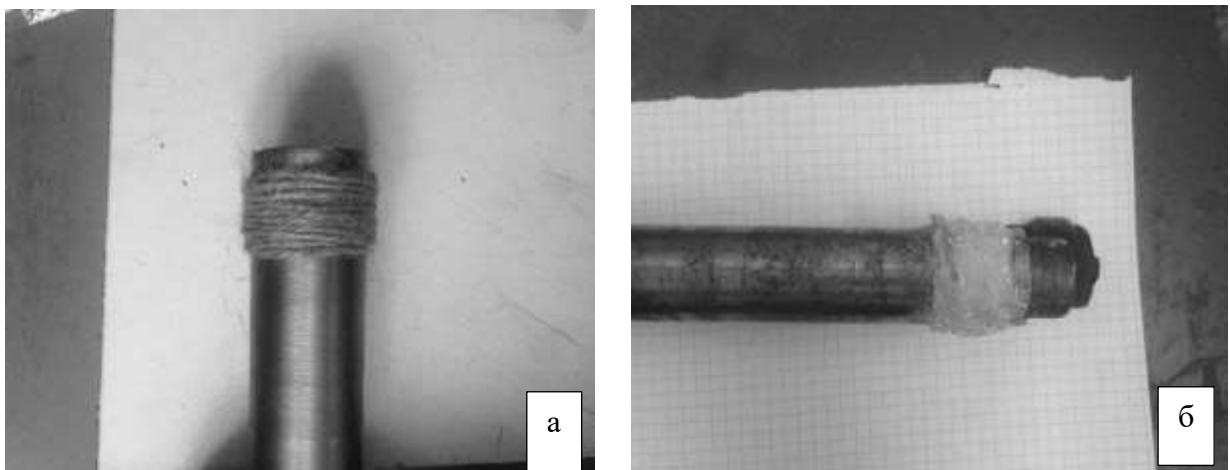


Рисунок 2.5 – Зразок з намотаною льняною ниткою (а) та після просушування (б)

Потім відбувався процес наплавлення. На рисунку 2.6 показано зразок після наплавлення. Твердість отриманого покриття становила 45-47 HRC.

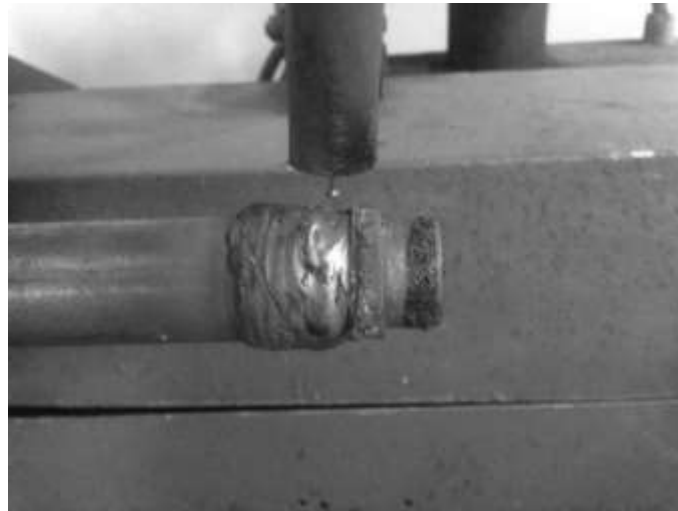


Рисунок 2.6 – Заготовка після наплавлення

Під час проведення третього експерименту процес наплавлення відбувався з додавання у зону плавлення органічних матеріалів у вигляді льняної нитки та легувальних порошків. Для експерименту було використано порошки карбіду бору B_4C масою 1г та карбіду хрому Cr_4C_3 масою 1г. Розрахунок кількості порошків, які вводились, було виконано згідно рекомендацій, наведених у роботі [16]. Суміш порошків засипалася в силікатний клей та наносилася на зразок з ниткою (рис 2.7).



Рисунок. 2.7 – Заготовка з нанесеною комбінацією нитки та порошків

Потім відбувався процес наплавлення дротом Св-08Г2С. На рис. 2.8 показано зразок після наплавлення. Твердість отриманого покриття становила 53-56 HRC.



Рисунок.2.8 – Зразок після наплавлення

2.3 Дослідження мікроструктури наплавлених шарів

Після проведення експериментів були виготовлені мікрошліфи за відомою технологією [17]. Для дослідження структури отриманих покриттів використовувався оптичний мікроскоп МИМ – 8 (рис.2.9). Фіксація результатів проводилась за допомогою цифрової відео камери.



Рисунок. 2.9 – Оптичний мікроскоп МИМ-8

Структура зразка отриманого наплавленням звичайним дротом Св-08Г2С складається з фериту та перліту (рис. 2.10).

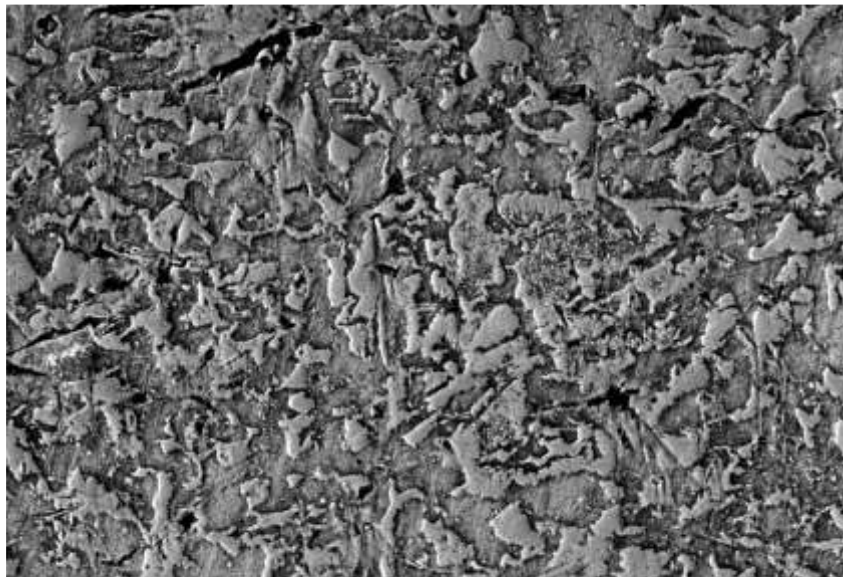


Рисунок 2.10 – Мікроструктура наплавленого шару дротом Св-08Г2С

На рис. 2.11-2.13 показані фото мікроструктур зразків наплавлених з додаванням органічних волокон (льняна нитка) у зону наплавлення з зони наплавленого шару до зони основного металу.

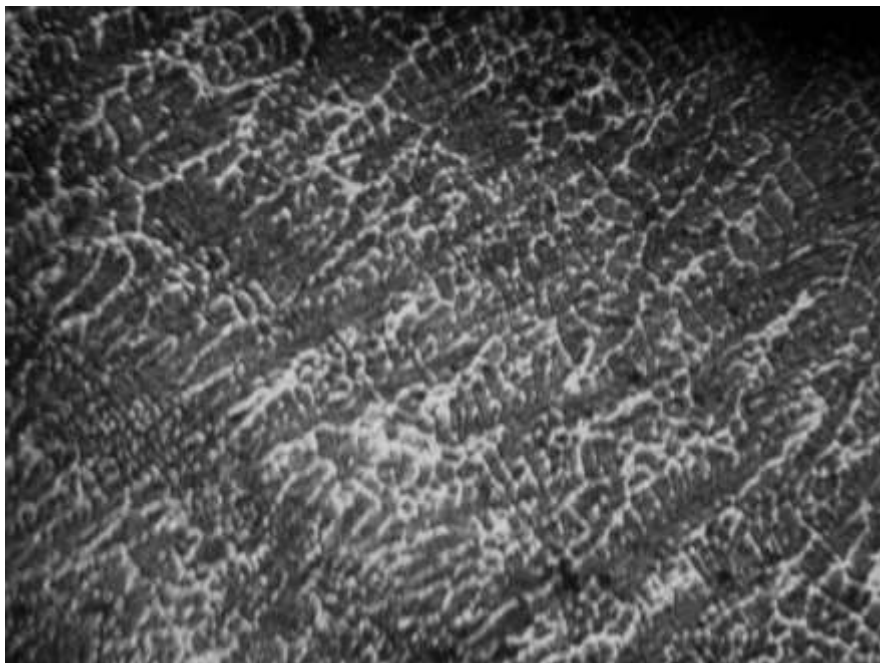


Рисунок 2.11 – Мікроструктура наплавленого шару з додаванням органічних
ВОЛОКОН

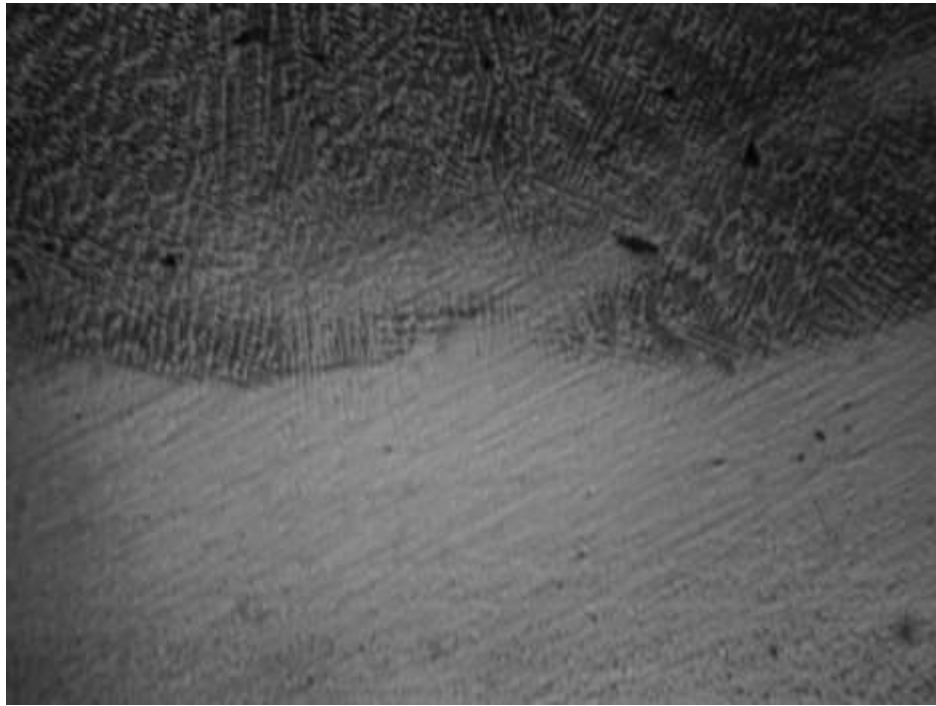


Рисунок 2.12 – Мікроструктура перехідної зони покриття отриманого з додаванням органічних волокон

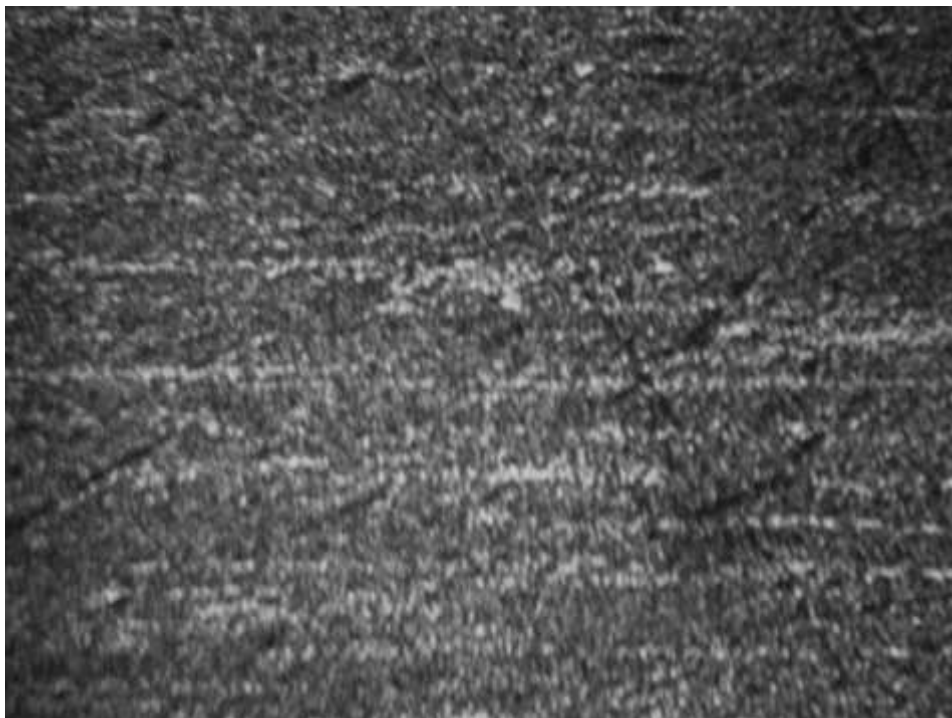


Рисунок 2.13 – Мікроструктура основного металу

Мікроструктура наплавленого покриття отриманого з додаванням органічних волокон (льняної нитки) в наплавочну ванну складається з

евтектоїдної сталі, її перлітна структура охоплює пластинки цементиту та фериту. Цементит тонший та світліший. В перехідній зоні досить добре видно як структура переходить у ферито-перлітну, якою і являється основний метал.

Дослідження мікроструктури зразків отриманих шляхом наплавлення на комбінацію льняної нитки та легувальних порошків відбувалося за такою ж методикою, яка описана вище. На рис. 2.14-2.16 показані мікроструктури наплавленого шару, перехідної зони та основного металу.

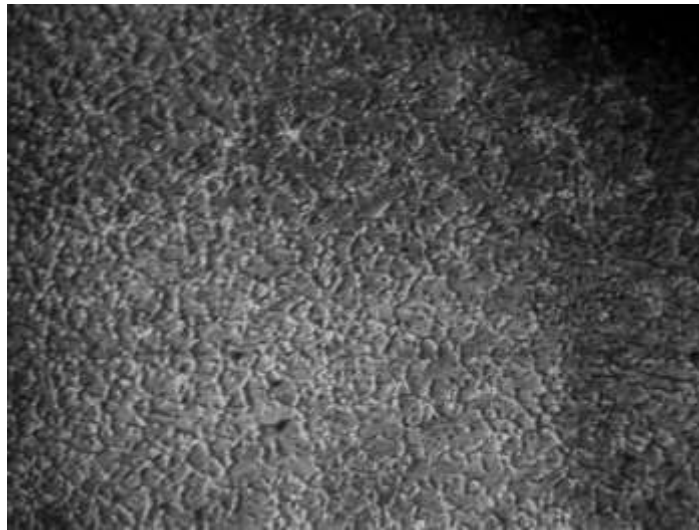


Рисунок 2.14 – Структура наплавленого шару на комбінацію льняної нитки та легувальних порошків

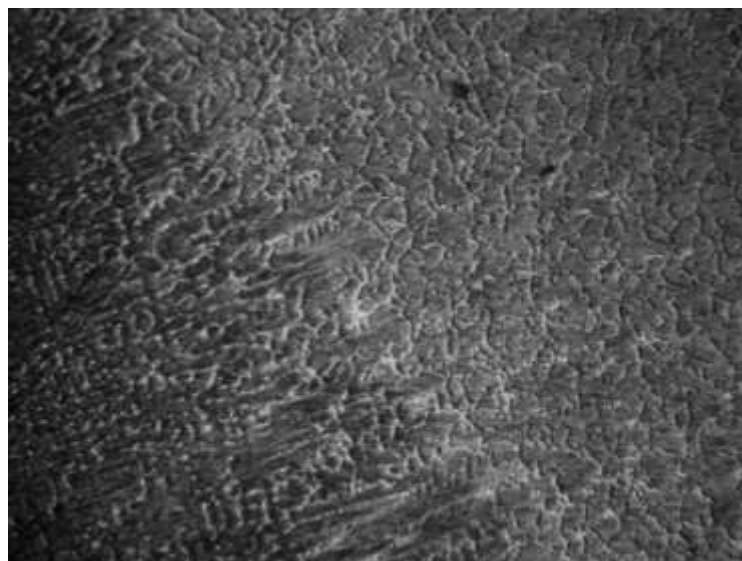


Рисунок 2.15 – Мікроструктура перехідної зони покриття отриманого наплавленням на комбінацію льняної нитки та легувальних порошків



Рисунок 2.16 – Мікроструктура основного металу

При дослідженні мікроструктури зразків наплавлених на комбінацію льняної нитки та легувальних порошків ми бачимо, що в зоні наплавленого металу досить добре видно зернисту структуру перліту, що являється позитивним показником. В перехідній зоні спостерігається структура яка переходить у евтектоїдну сталь, що зумовлено впливом легуючих елементів. Основний метал отримав досить дрібну структуру за рахунок впливу температури дуги.

2.4 Висновки до розділу 2

1. Додавання у наплавлений шар органічних матеріалів дозволяє підвищити в 2 рази твердість отриманого покриття ніж після наплавлення дротом Св-08Г2С, що позитивно впливає на зносостійкість поверхонь. Це відбувається за рахунок вуглецю який утворюється після розчинення нитки.

2. Додавання в зону наплавлення органічних волокон у вигляді льняної нитки та порошків карбіду бору B_4C та карбіду хрому Cr_4C_3 , дозволяє

збільшити твердість отриманого покриття в 2,5 рази, що викликане впливом карбіду бору, та карбіду хрому.

3. Дослідження мікроструктури отриманих зразків показали, що наплавлений шар має перлітну структуру, яка переходить до основного металу в ферито-перлітну.

Поверхня 2 призначена для встановлення деталі у вузлі і має точність по квалітету Н7 і шорсткість Ra 6,3. Поверхня 3 (8 шт.) призначені для надійного закріплення деталі болтами. Точність по квалітету Н11 і шорсткість Ra 6.3.

Поверхня 1 циліндрична призначена для натягу гусениці, має скруглення радіусом 3..4 мм, найбільше піддається зносу. Діаметр становить 630 мм, радіальне биття відносно бази А не повинно перевищувати 4 мм. Шорсткість даної поверхонь складає Ra 20. Поверхні 4, 5,6,7 –вільні, тому до них не висувається велика точність.

Колесо проходить термічну обробку і має твердість 45...55 за Роквелом. Всі інші поверхні не контактують з робочими і тому не підлягають опису.

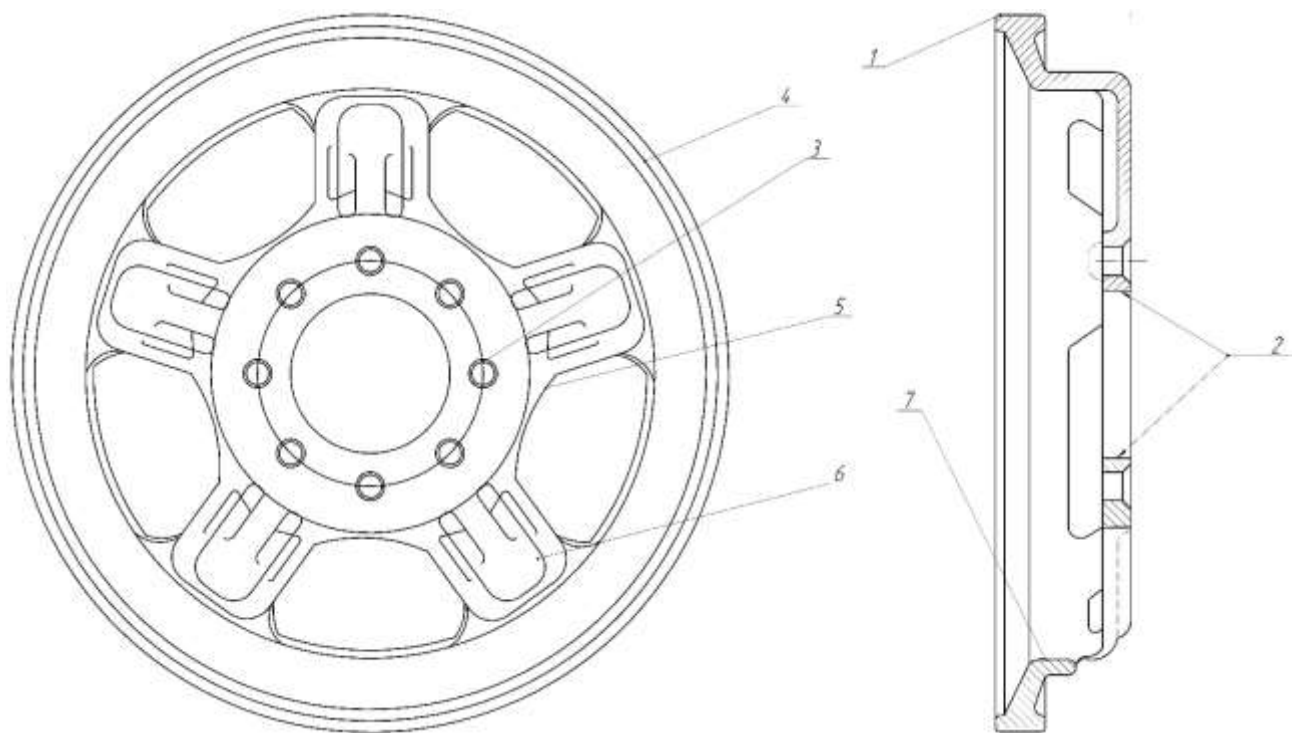


Рисунок 3.2 – Ескіз з вказаними номерами поверхонь

3.2 Матеріал деталі та його властивості

Колесо виготовлено з легованої сталі 40Х ГОСТ 2590-88. Сталь 40Х має всі якості для легкої обробки на верстатах.

Сталь 40Х характеризується високим ступенем обробки різанням, задовільною пластичністю при обробці. Особливості структурних перетворень цієї сталі дозволяють для отримання необхідних властивостей широко застосовувати термічну обробку, що особливо важливо для таких деталей, як шестерні, зубчасті колеса.[48]

Таблиця 3.1– Хімічний склад сталі 40Х ГОСТ 2590-88

Вміст елементів в %						
Вуглець, C	Кремній, Si	Марганець, <u>Mn</u>	Хром, Cr	Нікель, Ni	Фосфор, P	Сірка, S
				Не більше		
0,36–0,48	0,17–0,37	0,3–0,8	0,8–1,1	0,25	0,04	0,04

Таблиця 3.2 – Механічні властивості сталі 40Х

Твердість за Брінеллем, НВ	Допустима міцність, МПа (кгс/мм ²)	Допустима текучість МПа (кгс/мм ²)	Відносне видовження, δ %	Відносне звуження, ψ %
207	700(70)	470(47)	17	5

Сталь 40Х ГОСТ 2590-88 характеризується високою ступінню обробки різанням, задовільною пластичністю при обробці. Особливості структурних перетворень цієї сталі дозволяють, для отримання необхідних властивостей широко застосовувати термічну обробку, що особливо важливо для таких деталей, як колесо.

Твердість матеріалу Сталь 40Х після відпуску НВ=248. При напавленні сталі вуглецевий еквівалент використовують як показник здатності до напавлення і якості напавленого шару:

$$Ce = C + Mn/6 + Si/24 + Ni/40 + Cr/5 + Mo/4 + V/14; \quad (3.1)$$

Обрахуємо вуглецевий еквівалент для матеріалу Сталь 40Х:

$$Ce = 0,36 + 0,5/6 + 0,2/24 + 0,1/40 + 0,8/5 = 0,6138 \%$$

Отже, перед процесом наплавлення колеса потрібно підігріти до температури 200 °С – 250 °С для покращення процесу схоплювання між основним і наплавленим металом, а також для запобігання появи мікротріщин.

3.3 Якісна характеристика технологічності

Провівши аналіз робочого креслення показав, що найбільш точними поверхнями є зовнішні циліндричні поверхні $\varnothing 140H7(+0.04/+0.02)$, що використовуються для правильної орієнтації деталі у вузлі. Отвори $\varnothing 20H11(+0.13)$ що використовуються для надійного закріплення деталі. Для виробництва деталі використовується матеріал заміник сталь 40ХС ГОСТ 4543-71.

Конструкція деталі в цілому технологічна. Деталь має хороші базові поверхні для виконання більшості операцій механічної обробки. Базування деталі виконується розжимною оправкою. Вказані на кресленні деталі квалітети точності механічної обробки відповідають параметрам шорсткості.

Також розміри деталі, які вказані на кресленні можуть бути проконтрольовані безпосередньо, перешкод для контролю не існує.

Дана деталь має масу 31 кг і виготовляється методом лиття. Немає необхідності передбачити в конструкції деталі, що підлягає термічній обробці, конструктивні елементи, які зменшують викривлення деталі в процесі нагрівання і охолодження, і визначити, чи вірно обраний матеріал з урахуванням термічної обробки.[19]

3.4 Кількісна характеристика технологічності

Кількісний аналіз технологічності конструкції деталі в роботі необхідно провести за показниками: коефіцієнт уніфікації, коефіцієнт точності, коефіцієнт шорсткості [19].

Коефіцієнт уніфікації:

$$K_{ye} = \frac{Q_{ye}}{Q_e} = \frac{9}{18} = 0,5 \quad (3.2)$$

де Q_{ye} – кількість уніфікованих елементів;

Q_e – загальна кількість елементів.

Всі розміри деталі наведено в таблиці 1.2.

Таблиця 3.2 – Розміри деталі «Колесо направляюче»

Лінійні розміри	Діаметральні розміри	Кутові розміри	Шорсткість
44*	Ø630*	60°(8) *	Ra 20 (3 пов)*
50*	Ø600		Ra 6,3 (2 пов)*
8	Ø20(8)*		Ra 12,5 (6 пов)*
64	Ø140*		
25	Ø198		
6	Ø528		
120	R3,4(2) *		
$\Sigma_{\text{лар}} = 7$	$\Sigma_{\text{лар}} = 7$	$\Sigma_{\text{лар}} = 1$	$\Sigma_{\text{лар}} = 3$
$\Sigma_{\text{увіш}} = 2$	$\Sigma_{\text{увіш}} = 3$	$\Sigma_{\text{увіш}} = 1$	$\Sigma_{\text{увіш}} = 3$

Примітка: позначення «*» мають уніфіковані розміри.

Коефіцієнта точності обробки:

$$K_{m.ч.} = 1 - \frac{1}{T_{cp}} = 1 - \frac{1}{12,3} = 0,081 \quad (3.3)$$

$$T_{cp} = \frac{\sum T_i \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{246}{20} = 12,3 \quad (3.4)$$

де T_i – квалітет точності оброблюваних поверхонь даної деталі;

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

Таблиця 3.3 – Визначення коефіцієнта точності обробки

Квалітет (розміри)	Кількість поверхонь	Розрахунок
7 (Ø140H7)	1	1·7=7
11 (Ø20H11;630)	9	9·11=99
14 (50; 8; 64; 25; 6;120;44; Ø528; Ø198; Ø600;)	10	10·14=140
Сума	20	246

Коефіцієнт шорсткості поверхні:

$$K_{ш} = \frac{1}{III_{cp}} = \frac{1}{13,91} = 0,071, \quad (3.5)$$

де III_{cp} – середня шорсткість поверхні, мкм;

$$III_{cp} = \frac{\sum w_i \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{292,2}{21} = 13,91 \quad (3.6)$$

де III_i – шорсткість оброблюваних поверхонь даної деталі, мкм;

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

Таблиця 3.4 – Коефіцієнт шорсткості поверхні

Шорсткість (розміри)	Кількість поверхонь	Розрахунок
$R_a 20$ (Ø600;44;R3..4)	3	20·3=60
$R_a 6.3$ (Ø140H7; 8отв.Ø20H11)	9	6.3·9=56,7
$R_a 12.5$ (120; 8; 64; 25; 6; 50; Ø528; Ø198; Ø630)	9	12,5·9=12,5
Сума	21	229,2

$$K_v=0,711>0,5; K_r=0,98>0,081; K_{ш}=0,07$$

3.5 Дефектування деталі

Дефект 1, який вказаний на рисунку 3.3 розташовані на зовнішній циліндричній поверхні. Виникають при зношуванні зовнішньої поверхні колеса в місці контакту з траком гусениці. Їх можливо і доцільно ремонтувати.

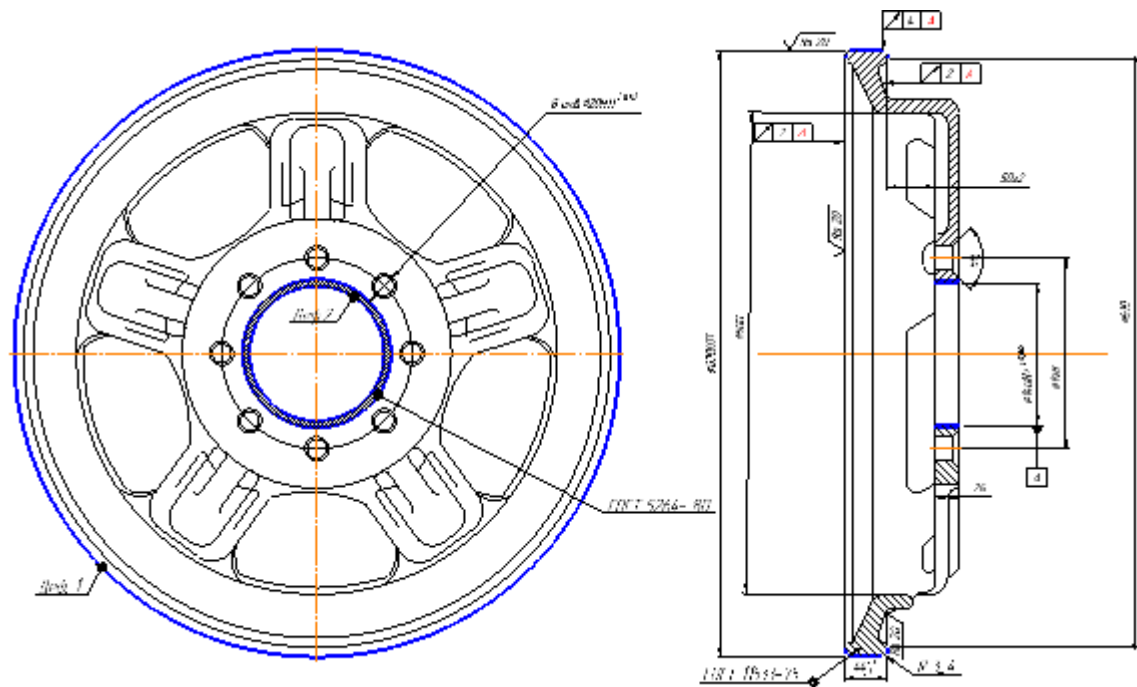


Рисунок 3.3 – Ремонтне креслення колеса

Дефект 1 (Рисунок 3.3) розташований на зовнішній циліндричній поверхні $\varnothing 630$ мм. Дефект виникає при зношуванні зовнішньої поверхні колеса у зв'язку із спрацюванням спряження колесо - гусениця. Вирішальним фактором є механічне взаємодія контактуючих поверхонь, що призводить до руйнування оксидних плівок, частки яких не перевищують межі контакту і діють як абразиви. Також відбувається взаємодія адгезії в поєднанні з корозією. В результаті адгезії частинки металу спочатку відокремлюються від поверхні, потім окислюються киснем середовища і перетворюються в абразив. Дефект 1

виник також за рахунок дії підвищених статичних та динамічних навантажень, так як сила яку прикладають до даної поверхні спричиняє великі напруження.

Дефект 2 також є поправним, який розташований на внутрішній циліндричній поверхні $\varnothing 140$ і являє собою посадочне місце на цапфу. Дефект виникають у зв'язку із змінними навантаженнями, внаслідок цих навантажень відбувається збільшення зазору і з'являються люфти.

Ці дефекти ремонтуються за допомогою наплавлення, та встановлення ремонтної втулки.

3.6. Вибір та обґрунтування технології розбирання-складання під час ремонту із заміною зношених деталей

В даному випадку, потрібно розробити принцип або схему розбирання – складання трансмісії (рис.3.4). Розробимо схему складання – розбирання трансмісії з послідовним ремонтом та відновленням зношених деталей та поверхонь (рисунок. 3.5).

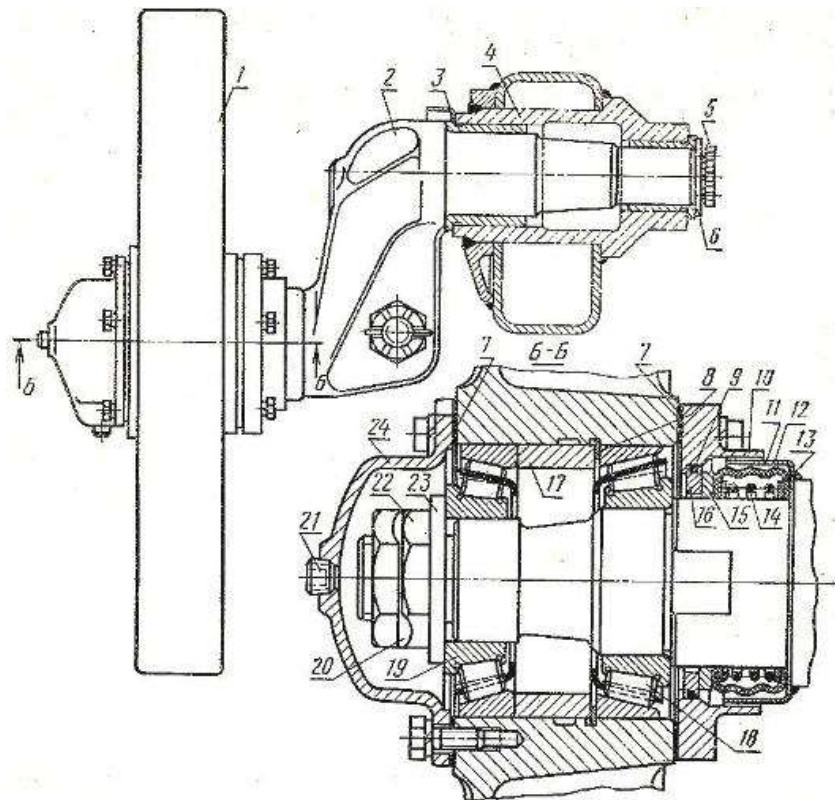


Рисунок 3.4 – Трансмісія

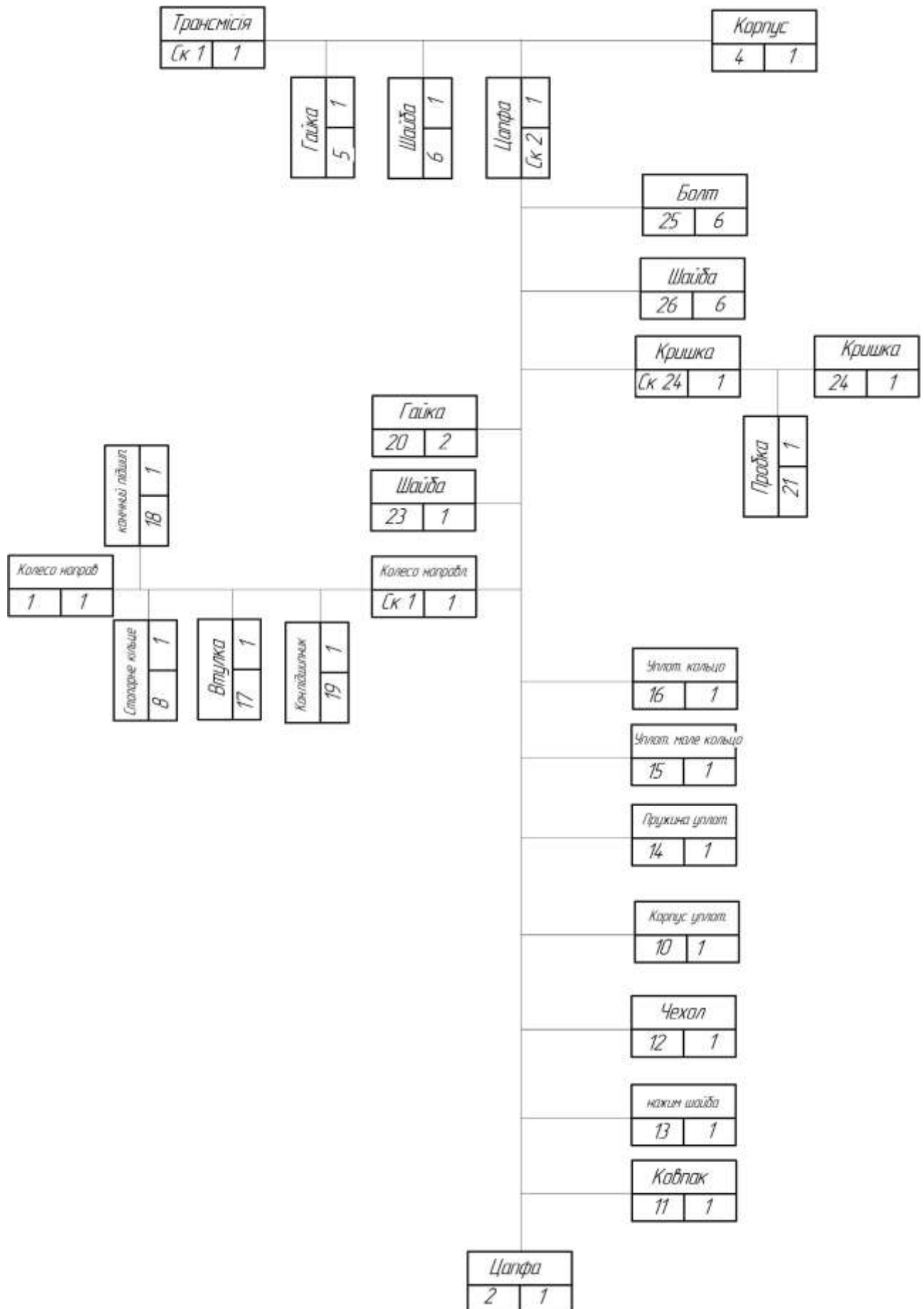


Рисунок 3.5 - Схема складання-розбирання трансмісії танка

3.7 Вибір та технічне обґрунтування методів та матеріалів для відновлення деталі [18, 19]

Електродугове наплавлення під шаром флюсу - полягає в тому, що зварна дуга горить між голим електродом і виробом під шаром товщиною 10...40 мм сухого гранульованого флюсу з розмірами зерен 0,5...3,5 мм.

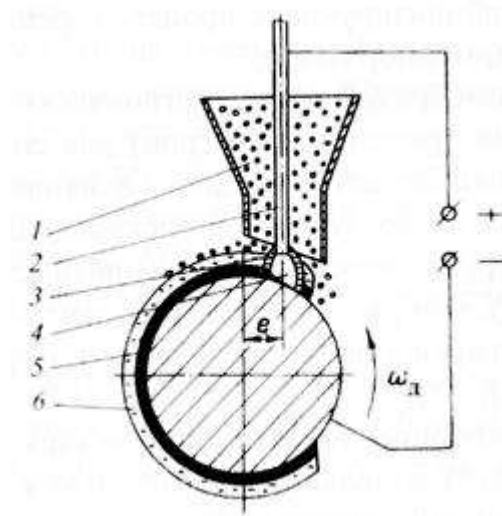


Рисунок 3.6 – Схема електродугового наплавлення під шаром флюсу:

- 1 - Бункер з флюсом; 2 - Електродний дріт; 3 - Оболонка розплавленого флюсу;
4 - Газопарова бульбашка; 5 – наплавлений шар; 6 – шлакова кірка; e – величина
зміщення електроду від zenіту; ω_d - кутова швидкість обертання деталі

В зону наплавлення подають електродний суцільний або порошковий дріт (стрічку) і флюс (рис.3.6). До деталі і електроду прикладають електричну напругу. При електродуговому наплавленні під шаром флюсу застосовують постійний струм зворотної полярності. При наплавленні циліндричних поверхонь електрод зміщують із zenіту в сторону протилежну обертанню. Величина зміщення складає близько 10% діаметра наплавлюваної деталі.

Електрод повинен складати кут з нормаллю до поверхні 6...8°. Флюс в зону наплавлення подають з бункера. Розхід флюсу а отже і товщину його шару на поверхні деталі регулюють відкриттям шибера. Після запалювання дуги

одночасно плавляться електродний дріт, поверхня деталі і флюс. Зварна дуга з каплями металу перебуває в об'ємі газів і пари, обмеженому рідкою оболонкою із розплавленого флюсу. Ця оболонка оточує зону наплавлення і ізолює її від кисню і азоту повітря. Рідкий метал в зварній ванні постійно рухається і переміщується. Метал зварного шва, отриманого під флюсом, складається з розплавленого присадкового (1/3) і переплавленого основного металу (2/3).

В більшості випадків флюс використовують у вигляді сухих зерен. Елементи флюсу виконують свої функції після розплавлення, згоряння або розкладання. Розплавлений флюс повинен бути рідкотекучим. Температура плавлення присадкового матеріалу повинна бути більшою на 100...150оС температуру плавлення флюсу. Однак флюс не повинен кипіти при робочій температурі наплавлення.

3.8 Визначення кількості переходів та операцій відновлення поверхонь [18, 19]

Відповідно заданим умовам установлюємо маршрут обробки поверхні Ø630H11(+1.75)(табл. 2). Для дефекту Д1 діаметр становить Ø630H11(+1.75)і цей дефект будемо наплавляти під шаром флюсу. Для електродугового наплавлення під шаром флюсу обираємо граничні допуски :

$$\varepsilon = \frac{T_{\text{заг}}}{T_{\text{дет}}} \quad (1.7)$$

$$\varepsilon = \frac{1790}{130} = 13,46$$

Таблиця 3.5 - Обираємо варіанти обробки , мкм :

Назва	ε
Чорнова	5...6
Напівчистова	3...4
Чистова	2...2,5
Тонка	1,5...2

$$\sum = 6 \cdot 2,24 = 13,46 \text{ (мкм)}$$

Точити будемо 2 рази.

Уся зазначена обробка виконується з установкою заготовки в розжимну оправку.

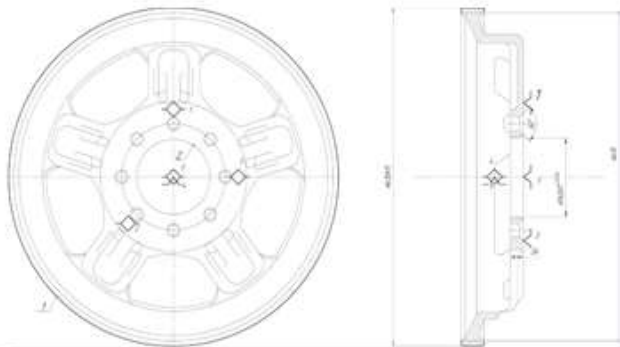
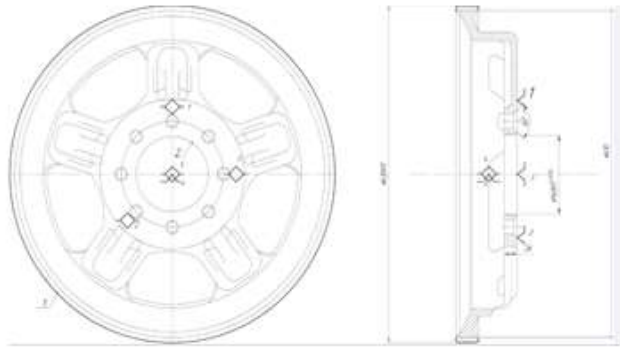
3.9. Формування маршруту відновлення деталі методом наплавлювання

В таблиці 3.6 наведено маршрут технологічного процесу відновлення колеса прямоного

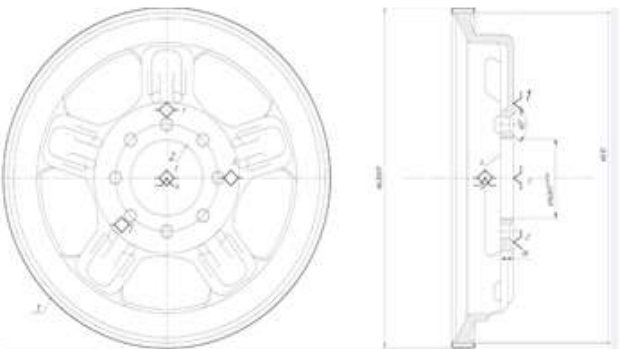
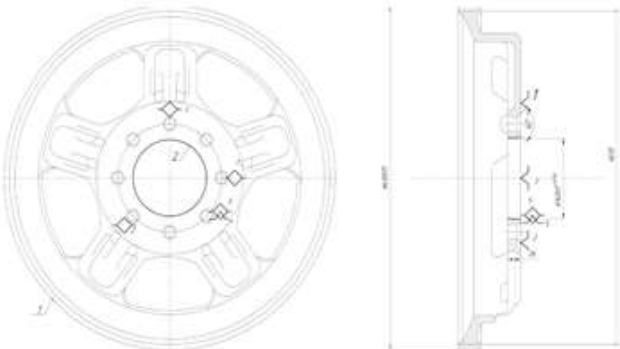
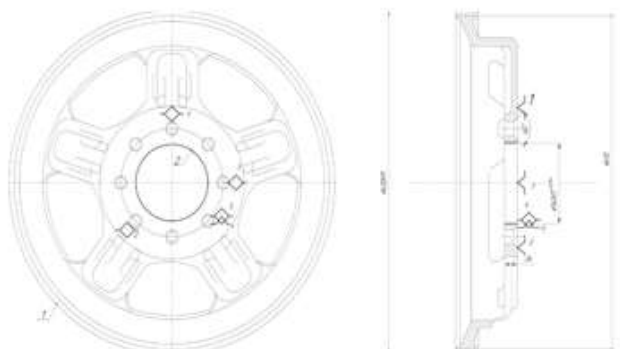
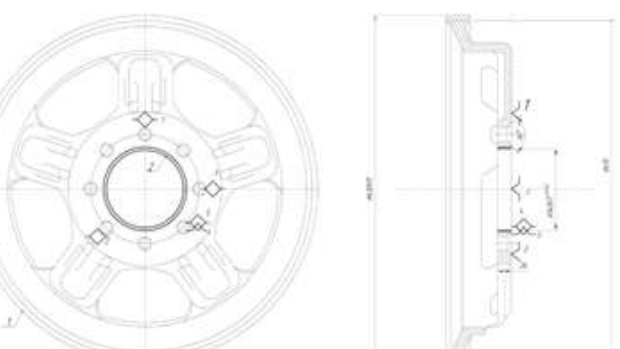
Таблиця 3.6 – Маршрут обробки

№ Оп.	Найменування операції та зміст переходів	Схема встановлення	Обладнання
1	2	3	4
005	Мийна: 1. Установити та вийняти деталь; 2. Мити деталь розчином «АМ-15»		Мийна машина ОМ-4610

Продовження таблиці 3.6

1	2	3	4
010	Дефектувальна: 1. Установити деталь; 2. Виявити дефект деталі зовнішнім оглядом; 3. Виконати контрольні промір		Контрольний стіл
015	Токарна: 1. Установити та закріпити деталь; 2. Точити поверхню 1 до $\varnothing 610$; 3. Зняти деталь.		Токарний верстат 16К40П ;.
020	Наплавлювальна: 1. Установити та закріпити деталь; 2. Наплавити поверхню 1 до $\varnothing 632^{+0,694}$; 3. Зняти деталь.		Установка для електро дугового наплавлювання під шаром флюсу А409
025	Термічна: 1. Установити та закріпити деталь; 2. Відпуск поверхні 1 при $t_{\text{рі}} 550^{\circ}\text{C}$ з подальшим охолодженням на повітрі; 3. Зняти деталь.		Піч з висувним подом СДО-7.30.7/6 И2

Продовження таблиці 3.6

1	2	3	4
030	Токарна: 1. Установити та закріпити деталь; 2. Точити поверхню 1 до $\varnothing 630^{+0,94}$; 3. Точити поверхню: 1 до $\varnothing 630$; 4. Зняти деталь		Токарний верстат 16К40П.
035	Розточна: 1. Установити та закріпити деталь; 2. Розточити поверхню 2 до $\varnothing 148$; 3. Зняти деталь.		Розточний верстат СК.АА64.5131
040	Слюсарна: 1. Нагріти заготовку до температури 100С 2. Встановити ремонтну втулку 3. Обварити втулку 4. Зняти деталь.		Газовий пальник Зварювальний апарат ММА - 250А.
045	Розточна: 1. Установити та закріпити деталь; 2. Розточити поверхню 2 до $\varnothing 140$; 3. Зняти деталь.		Розточний верстат СК.АА64.5131

Продовження таблиці 3.6

1	2	3	4
050	Термічна: 1. Установити деталь. 2. Гартувати поверхню 1 при t-рі 850°C з наступним охолодженням в мастилі; 3. Зняти деталь.		Піч з висувним подом СДО-7.30.7/6 И2
055	Контрольна: 1. Установити деталь; 2. Виконати контрольні промір поверхні 1,2 згідно ремонтного креслення 3. Зняти деталь		Контрольний стіл

3.10 Розрахунок припусків на механічну обробку для поверхні 1 $\varnothing 630H11(^{+0,30})$

Колесо направляюче (сталь 40X) відновлюється поверхня 1 методом наплавлення під шаром флюсу. Маса заготівлі 32 кг. Відповідно установлюємо маршрут обробки поверхні.

Проведення розрахунку припусків [21,22] за методикою розрахунку мінімальних та максимальних припусків на механічну обробку

Таблиця 3.7 – Припуски та граничні розміри. Розрахунковий мінімальний припуск на обробку:

Маршрут обробки поверхні діаметру $\varnothing 630H11(^{+0,13})$	Елементи припуску, мкм				Розрахункові величини		Допуск на виконувани розміри, мм	Прийняті (округлені) розміри заготовок по переходах, мм		Граничний припуск, мкм	
	R_z	h	Δ_z	ε	припуск $2Z_i$, мкм	мінімаль- ного ді- метра, мм		найбільші	Най- менші	$2Z_{max}$	$2Z_{min}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Наплавлення під шаром флюсу	600		51,92	0	-	630,944	1750	632,694	630,94	-	-
Точіння:											
чорнове	250	100	15,05	0	730	630,214	292	630,506	630,21	2188	730
чистове	50	50	6,74	0	214	630	130	630,130	630	376	214

Операція 015 – Розрахунок режимів попередньої токарної обробки для поверхні 1, $\varnothing 630H11(^{+0,13})$ проводиться за методикою [21,23].

Таблиця 3.8 - Результати режимів попередньої токарної обробки

Глибина різання	10 мм
Швидкість різання	192 м/с
Частота обертання	97 об/хв
Фактична швидкість різання	198 м/с

Операція 030 – Розрахунок режимів чорнової токарної обробки для поверхні 1, $\varnothing 630H11(^{+0,13})$ після наплавлювання, проводиться за методикою [21,23].

Таблиця 3.9 – Результати режимів чорнової обробки

Глибина різання	0.506 мм
Швидкість різання	40 м/с
Частота обертання	25 об/хв
Фактична швидкість різання	50 м/с

Операція 030 – Розрахунок режимів чистової токарної обробки для поверхні 1 , $\varnothing$ 630H11(^{+0,13}) після наплавлювання [21,23].

Таблиця 3.10 – Результати режимів чистової обробки

Глибина різання	0.13 мм
Швидкість різання	150 м/хв
Частота обертання	75 об/хв
Фактична швидкість різання	198 м/с

3.11 Розрахунок ремонтних розмірів для встановлення втулки

Спосіб ремонтних розмірів

Операція 035 – Розрахунок режимів розточування для поверхні 2 ,
 $\varnothing$ 140H7(^{+0,13}), проводиться за методикою вказаною в джерелі [21.23]

Таблиця 3.11 Результати режиму розточування

Глибина різання	4 мм
Швидкість різання	17,2 м/с
Частота обертання	36,5 об/хв
Фактична швидкість різання	25 м/с

3.12 Термічна обробка.

Так як деталь при експлуатації повинна мати велику твердість 45...55 HRC, то для фізичної обробки яка необхідна при відновленні потрібно провести відпуск, а після відновлення відновити твердість до необхідної, отже провести гартування [24].

В якості обладнання для відпуску та гартування приймаємо Піч з висувним подом СДО-7.30.7/6 И2

3.13 Розрахунок та призначення режимів нанесення покриття

Операція 020 – Розрахунок режимів наплавлення поверхні 1.

Проводиться за методикою вказаною в джерелі [25].

Таблиця 3.12 – Результати розрахунків режиму наплавлення

Напруга	35 В
Сила струму	343 А
Швидкість подачі дроту	22,4 м/год
Частота обертання деталі	0,0066 хв ⁻¹
Крок наплавки	3
Виліт електрода	12 мм
Швидкість наплавлення	0,79м/год

3.14 Вибір та обґрунтування обладнання, джерел живлення

Застосування автоматичного наплавлення створює можливість відновлювати деталі, індустріальним способом великими партіями.

На ремонтних підприємствах для відновлення деталей тракторів і дорожніх машин (ковзанок і натяжних коліс гусениць, валів, осей та ін.) Застосовується наплавочні апарат типу А-409 конструкції інституту електрозварювання ім. Є. О. Патона АН УРСР.

Наплавка поверхні за допомогою А-409 виконується на спеціальному або токарному верстаті, який не підходить для прямої дії. Пристрій монтується на супорті машини, а зварювальний частина - в картриджі або посередині - і прикріплюється. Підкладки для передніх і задніх повітряних зміїв збільшують висоту центрів машини до 300-350 мм.[15]

3.15 Вибір матеріалу для наплавлення та їх підготовка

Найбільш широко при ремонті застосовуються плавлені флюси АН-348Ш і АН-348А, що використовуються спільно з електродної дротом марок Св-08А, Св-08ГА, Св-30ХГСА, Св-20ХГСА і Св-13ГДХ. [15]

Твердість низьковуглецевого дроту, для наплавлення під флюсом АН-10L8, становить НВ 340-400 і є однорідною. Цей флюс використовується для покриття верхніх і нижніх ковзанів, роликів і ланцюгів, натяжних коліс і ланок гусениць, бульдозерів і автогрейдерів, а також інших деталей, що вимагають високої твердості поверхні.

Механічне обладнання для наплавки під шаром флюсу повинно забезпечувати подачу, регулювання електрода і переміщення дуги вздовж зварного шва.

Налаштування дуги служить для підтримки постійної довжини дугового проміжку. Надійне збудження дуги досягається при відносно високій щільності струму.

При зупинці подачі електродного дроту дуга гаситься і зупиняється зварювання. Зварювальний струм подається на електрод від мундштука, розташованого на невеликій відстані від заготовки.

При автоматичному зварюванні подача електрода і рух дуги вздовж шва механізовані.

3.16 Нормування операцій

Норми часу за розрахунково-аналітичним методом розраховуються за наступною методикою [18]:

Таблиця 3.13 – Нормування операцій

№ операції	T_0 , хв	$T_{\text{доп}}$, хв	$T_{\text{опер}}$, хв	$T_{\text{відп}}$, хв	$T_{\text{п-з}}$, хв	Кількість деталей	$T_{\text{шт-к}}$, хв
005 мийна	3,6	0,7	4,3	0,14	12	14	5,29
010 - дефектувальна	2	0,8	2,8	0,312	13		4,04
015-токарна	0,255	2,69	2,945	0,191	13		4,064
020-наплавлювальна	2,5	3	5,5	0,6	15		7,17
025 - термічна	1,5	0,3	1,8	0,19	10,4		2,93
030- токарна (Ø630 чорнове)	0,234	4,5	4,734	0,633	15		6,43
030- токарна (Ø630 чистове)	0,085	4,5	4,585	0,298	15		5,95
035-розточна	0,265	2,5	2,765	1,07	13		5,29
040-слюсарна	1,6	0,3	1,9	0,714	10		2,25
045-розточна	0,280	3,5	3,780	0,933	15		6,36
050 - термічна	1,8	0,3	2,1	0,20	10,4		3,04
055- контрольна	3,2	1,4	4,6	0,3	2		5,04

4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Оцінювання комерційного потенціалу розробки

Метою злізнення комерційного та технологічного аудиту є підвищення ефективності та якості технологічного процесу відновлення зношених поверхонь напрямного колеса за рахунок впровадження сучасних методів відновлення із врахуванням умов експлуатації та причин появи несправностей.

Для проведення технологічного аудиту було залучено 3-х незалежних експертів Вінницького національного технічного університету кафедри галузевого машинобудування: професора Савуляк Валерій Іванович, доцента Шиліна Олена Павлівна, доцента Бакалець Дмитро Віталійович.

Для проведення технологічного аудиту було використано таблицю 4.1 [26] в якій за п'ятибальною шкалою використовуючи 12 критеріїв здійснено оцінку комерційного потенціалу.

Таблиця 4.1 – Рекомендовані критерії оцінювання комерційного потенціалу розробки та їх можлива бальна оцінка

Критерії оцінювання та бали (за 5-ти бальною шкалою)					
Кри-терій	0	1	2	3	4
Технічна здійсненність концепції:					
1	Достовірність концепції не підтверджена	Концепція підтверджена експертними висновками	Концепція підтверджена розрахунками	Концепція перевірена на практиці	Перевірено роботоздатність продукту в реальних умовах
Ринкові переваги (недоліки):					
2	Багато аналогів на малому ринку	Мало аналогів на малому ринку	Кілька аналогів на великому ринку	Один аналог на великому ринку	Продукт не має аналогів на великому ринку
3	Ціна продукту значно вища за ціни аналогів	Ціна продукту дещо вища за ціни аналогів	Ціна продукту приблизно дорівнює цінам аналогів	Ціна продукту дещо нижче за ціни аналогів	Ціна продукту значно нижче за ціни аналогів
4	Технічні та споживчі властивості продукту значно гірші, ніж в аналогів	Технічні та споживчі властивості продукту трохи гірші, ніж в аналогів	Технічні та споживчі властивості продукту на рівні аналогів	Технічні та споживчі властивості продукту трохи кращі, ніж в аналогів	Технічні та споживчі властивості продукту значно кращі, ніж в аналогів

Продовження табл. 4.1

5	Експлуатаційні витрати значно вищі, ніж в аналогів	Експлуатаційні витрати дещо вищі, ніж в аналогів	Експлуатаційні витрати на рівні експлуатаційних витрат аналогів	Експлуатаційні витрати трохи нижчі, ніж в аналогів	Експлуатаційні витрати значно нижчі, ніж в аналогів
Ринкові перспективи					
6	Ринок малий і не має позитивної динаміки	Ринок малий, але має позитивну динаміку	Середній ринок з позитивною динамікою	Великий стабільний ринок	Великий ринок з позитивною динамікою
7	Активна конкуренція великих компаній на ринку	Активна конкуренція	Помірна конкуренція	Незначна конкуренція	Конкурентів немає
Практична здійсненність					
8	Відсутні фахівці як з технічної, так і з комерційної реалізації ідеї	Необхідно наймати фахівців або витратити значні кошти та час на навчання наявних фахівців	Необхідне незначне навчання фахівців та збільшення їх штату	Необхідне незначне навчання фахівців	Є фахівці з питань як з технічної, так і з комерційної реалізації ідеї
9	Потрібні значні фінансові ресурси, які відсутні. Джерела фінансування ідеї відсутні	Потрібні незначні фінансові ресурси. Джерела фінансування відсутні	Потрібні значні фінансові ресурси. Джерела фінансування є	Потрібні незначні фінансові ресурси. Джерела фінансування є	Не потребує додаткового фінансування
10	Необхідна розробка нових матеріалів	Потрібні матеріали, що використовуються у військово-промисловому комплексі	Потрібні дорогі матеріали	Потрібні досяжні та дешеві матеріали	Всі матеріали для реалізації ідеї відомі та давно використовуються у виробництві
11	Термін реалізації ідеї більший за 10 років	Термін реалізації ідеї більший за 5 років. Термін окупності інвестицій більше 10-ти років	Термін реалізації ідеї від 3-х до 5-ти років. Термін окупності інвестицій більше 5-ти років	Термін реалізації ідеї менше 3-х років. Термін окупності інвестицій від 3-х до 5-ти років	Термін реалізації ідеї менше 3-х років. Термін окупності інвестицій менше 3-х років
12	Необхідна розробка регламентних документів та отримання великої кількості дозвільних документів на виробництво та реалізацію продукту	Необхідно отримання великої кількості дозвільних документів на виробництво та реалізацію продукту, що вимагає значних коштів та часу	Процедура отримання дозвільних документів для виробництва та реалізації продукту вимагає незначних коштів та часу	Необхідно тільки пові-домлення відповідним органам про виробництво та реалізацію продукту	Відсутні будь-які регламентні обмеження на виробництво та реалізацію продукту

Таблиця 4.2 – Рівні комерційного потенціалу розробки

Середньоарифметична сума балів СБ, розрахована на основі висновків експертів	Рівень комерційного потенціалу розробки
0-10	Низький
11-20	Нижче середнього
21-30	Середній
31-40	Вище середнього
41-48	Високий

В таблиці 4.3 наведено результати оцінювання експертами комерційного потенціалу розробки.

Таблиця 4.4 – Результати оцінювання комерційного потенціалу розробки

Критерії	Прізвище, ініціали, посада експерта		
	Савуляк Валерій Іванович	Шиліна Олена Павлівна	Бакалець Дмитро Віталійович
	Бали, виставлені експертами:		
1	4	4	4
2	2	2	2
3	5	5	5
4	4	3	3
5	3	4	3
6	3	4	4
7	2	3	2
8	5	4	4
9	5	5	5
10	4	4	5
11	4	4	4
12	5	5	5
Сума балів	СБ1=46	СБ2=47	СБ3=46
Середньоарифметична сума балів $\overline{СБ}$	$\overline{СБ} = \frac{\sum_1^3 СБ_i}{3} = \frac{46 + 47 + 46}{3} = 46$		

Середньоарифметична оцінка, отримана на основі експертних висновків, становить 46 балів, і згідно з таблицею 4.3, це вказує на високий рівень комерційного потенціалу результатів проведених досліджень.

Результатом магістерської роботи є підвищення якості відновлення робочих поверхонь напрямного колеса за рахунок вибору нового методу відновлення, матеріалів для відновлення.

Результати досліджень магістерської роботи можуть бути реалізовані на підприємствах та установах, які займаються ремонтом та відновленням знощених деталей машин.

Проведемо оцінку якості і конкурентоспроможності нової розробки порівняно з аналогом.

В якості аналога для розробки було обрано базовий технологічний процес відновлення деталі. Основними недоліками аналога є при застосуванні для відновлення Вал-шестерні редуктора молотильного механізму комбайну газополуменевого напилення недоліками є те, що покриття буде не якісним (пори, раковини), шар покриття буде занадто великий, що буде вимагати великої кількості переналаштувань обладнання і це збільшує час на обробку після напилення. У розробці дана проблема вирішується шляхом заміни метода відновлення зношених поверхонь.

Модернізований технологічний процес відновлення даної деталі відрізняється від базового методом відновлення зношених поверхонь. Приймаємо для відновлення вісі маятникових важелів метод наплавлення в середовищі CO_2 , що надасть змогу наносити більш якісний шар покриття, що дозволить зменшити час нанесення покриття.

Також система випереджає аналог за такими параметрами як Зносостійкість відновлених поверхонь збільшується у 1.2 рази

В таблиці 4.5 наведені основні техніко-економічні показники аналога і нової розробки.

Проведемо оцінку якості продукції, яка є найефективнішим засобом забезпечення вимог споживачів та порівняємо її з аналогом.

Таблиця 4.5 – Основні параметри нової розробки та товару-конкурента

Показник	Варіанти		Відносний показник якості	Коефіцієнт вагомості параметра
	Базовий (товар-конкурент)	Новий (інноваційне рішення)		
1	2	3	4	5
Продуктивність методу кг/год	4	2	2	0,4
Міцність щеплення, МПа	300	60	5	0,6

Визначимо відносні одиничні показники якості по кожному параметру за формулами (4.1) та (4.2) і занесемо їх у відповідну колонку табл. 4.6.

$$q_i = \frac{P_{Hi}}{P_{Bi}} \quad (4.1)$$

або

$$q_i = \frac{P_{Bi}}{P_{Hi}} \quad (4.2)$$

де P_{Hi} , P_{Bi} – числові значення i -го параметру відповідно нового і базового виробів.

$$q_1 = \frac{4}{2} = 2;$$

$$q_2 = \frac{300}{60} = 5.$$

Відносний рівень якості нової розробки визначаємо за формулою:

$$K_{я.в.} = \sum_{i=1}^n q_i \cdot a_i, \quad (4.3)$$

$$K_{я.в.} = 2 \cdot 0,4 + 5 \cdot 0,6 = 3,8$$

Відносний коефіцієнт показника якості нової розробки більший одиниці, отже нова розробка якісніший базового товару-конкурента.

Наступним кроком є визначення конкурентоспроможності товару. Конкурентоспроможність товару є головною умовою конкурентоспроможності підприємства на ринку і важливою основою прибутковості його діяльності.

Однією із умов вибору товару споживачем є збіг основних ринкових характеристик виробу з умовними характеристиками конкретної потреби покупця. Такими характеристиками найчастіше вважають нормативні та технічні параметри, а також ціну придбання та вартість споживання товару.

В табл. 4.6 наведено технічні та економічні показники для розрахунку конкурентоспроможності нової розробки відносно товару-аналога, технічні дані взяті з попередніх розрахунків.

Таблиця 4.6 – Нормативні, технічні та економічні параметри нової розробки і товару-виробника

Показники	Варіанти	
	Базовий (товар-конкурент)	Новий (інноваційне рішення)
1	2	3
1. Нормативно-технічні показники		
Продуктивність методу, кг/год	4	2
Міцність зчеплення, МПа	300	60
2. Економічні показники		
Ціна придбання, грн.	100000	90000

Загальний показник конкурентоспроможності інноваційного рішення (К) з урахуванням вищезазначених груп показників можна визначити за формулою:

$$K = \frac{I_{т.п.}}{I_{е.п.}}, \quad (4.4)$$

де $I_{т.п.}$ – індекс технічних параметрів; $I_{е.п.}$ – індекс економічних параметрів.

Індекс технічних параметрів є відносним рівнем якості інноваційного рішення. Індекс економічних параметрів визначається за формулою (4.5)

$$I_{e.n.} = \frac{\sum_{i=1}^n P_{Hei}}{\sum_{i=1}^n P_{Bei}}, \quad (4.5)$$

де P_{Hei} , P_{Bei} – економічні параметри (ціна придбання та споживання товару) відповідно нового та базового товарів.

$$I_{e.n.} = \frac{90000}{100000} = 0,9;$$

$$K = \frac{3,8}{0,9} = 4,22.$$

Зважаючи на розрахунки, можна зробити висновок, що нова розробка буде конкурентоспроможніше, ніж конкурентний товар.

4.2 Прогнозування витрат на виконання науково-дослідної роботи

Витрати, пов'язані з проведенням науково-дослідної роботи групуються за такими статтями: витрати на оплату праці, витрати на соціальні заходи, матеріали, паливо та енергія для науково-виробничих цілей, витрати на службові відрядження, програмне забезпечення для наукових робіт, інші витрати, накладні витрати.

1. Основна заробітна плата кожного із дослідників $З_0$, якщо вони працюють в наукових установах бюджетної сфери визначається за формулою:

$$З_0 = \frac{M}{T_p} * t \text{ (грн)} \quad (4.6)$$

де M – місячний посадовий оклад конкретного розробника (інженера, дослідника, науковця тощо), грн.;

T_p – число робочих днів в місяці; приблизно $T_p \approx 21...23$ дні;

t – число робочих днів роботи дослідника.

Зведемо сумарні розрахунки до таблиця 4.7.

Таблиця 4.7 – Заробітна плата дослідника в науковій установі бюджетної сфери

Найменування посади	Місячний посадовий оклад, грн.	Оплата за робочий день, грн.	Число днів роботи	Витрати на заробітну плату, грн.
Керівник	15000	714,3	5	3571
Інженер	11000	523,8	60	31429
Всього				35000

2. Витрати на основну заробітну плату робітників ($З_p$) за відповідними найменуваннями робіт розраховують за формулою:

$$З_p = \sum_{i=1}^n C_i \cdot t_i, \quad (4.7)$$

де C_i – погодинна тарифна ставка робітника відповідного розряду, за виконану відповідну роботу, грн/год;

t_i – час роботи робітника на виконання певної роботи, год.

Погодинну тарифну ставку робітника відповідного розряду C_i можна визначити за формулою:

$$C_i = \frac{M_M \cdot K_i \cdot K_c}{T_p \cdot t_{зм}}, \quad (4.8)$$

де M_M – розмір прожиткового мінімуму працездатної особи або мінімальної місячної заробітної плати (залежно від діючого законодавства), грн;

K_i – коефіцієнт міжкваліфікаційного співвідношення для встановлення тарифної ставки робітнику відповідного розряду;

K_c – мінімальний коефіцієнт співвідношень місячних тарифних ставок робітників першого розряду з нормальними умовами праці виробничих

об'єднань і підприємств до законодавчо встановленого розміру мінімальної заробітної плати.

T_p – середня кількість робочих днів в місяці, приблизно $T_p = 21 \dots 23$ дні;

$t_{зм}$ – тривалість зміни, год.

Таблиця 4.8 – Величина витрат на основну заробітну плату робітників

Найменування робіт	Тривалість роботи, год	Розряд роботи	Погодинна тарифна ставка, грн	Величина оплати на робітника, грн
1.Мийна	2	1	47,6	95,2
2. Токарна	3	3	64,3	192,9
3.Наплавлювальна	4	5	81,0	323,8
4. Токарна	4	2	52,4	209,5
5.Шліфувальна	6	4	71,4	428,6
6. Контрольна	2	3	64,3	128,6
Всього				1378,6

3. Розрахунок додаткової заробітної плати робітників

Додаткова заробітна плата Z_d всіх розробників та робітників, які приймали участь в розробці нового технічного рішення розраховується як 10 - 12 % від основної заробітної плати робітників.

На даному підприємстві додаткова заробітна плата начисляється в розмірі 11% від основної заробітної плати.

$$Z_d = (Z_o + Z_p) * \frac{H_{\text{дод}}}{100\%} \quad (4.9)$$

$$Z_d = 0,11 * (35000 + 1378,6) = 4001,64 \text{ (грн)}$$

4. Нарахування на заробітну плату $H_{зп}$ дослідників та робітників, які брали участь у виконанні даного етапу роботи, розраховуються за формулою (4.10):

$$H_{зп} = (Z_o + Z_p + Z_d) * \frac{\beta}{100} \text{ (грн)} \quad (4.10)$$

де Z_o – основна заробітна плата розробників, грн.;

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

Z_p – основну заробітну плату робітників, грн.;

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

Дана діяльність відноситься до бюджетної сфери, тому ставка єдиного внеску на загальнообов’язкове державне соціальне страхування буде складати 22%, тоді:

$$H_{3П} = (35000 + 1378,6 + 4001,64) \cdot \frac{22}{100} = 8883,65 \text{ (грн)}$$

5. Сировина та матеріали.

До статті «Сировина та матеріали» належать витрати на сировину, основні та допоміжні матеріали, інструменти, пристрої та інші засоби й предмети праці, які придбані у сторонніх підприємств, установ і організацій та витрачені на проведення досліджень за прямим призначенням згідно з нормами їх витрачання, а також витрачені придбані напівфабрикати, що підлягають монтажу або виготовленню й додатковій обробці в цій організації, чи дослідні зразки, що виготовляються виробниками за документацією наукової організації.

Витрати на матеріали (М) у вартісному вираженні розраховуються окремо для кожного виду матеріалів за формулою:

$$M = \sum_{i=1}^n H_j \cdot C_j \cdot K_j - \sum_{i=1}^n B_j \cdot C_{вj}, \quad (4.11)$$

де H_j – норма витрат матеріалу j -го найменування, кг;

n – кількість видів матеріалів;

C_j – вартість матеріалу j -го найменування, грн/кг;

K_j – коефіцієнт транспортних витрат, ($K_j = 1,1 \dots 1,15$);

B_j – маса відходів j -го найменування, кг;

C_j – вартість відходів j -го найменування, грн/кг.

Проведені розрахунки зведені в таблицю 4.9.

Таблиця 4.9 – Витрати на матеріали

Найменування матеріалу, марка, тип, сорт	Ціна за 1 кг, грн	Норма витрат, кг	Вартість витраченого матеріалу, грн
Електродний дріт Нп-Св08Г2С	100	3	300
Порошок ПГ-10Н-01	170	2	340
Вуглекислий газ	9	10	90
Газ Аргон	25	18	450
Всього			1180
З врахуванням коефіцієнта транспортування			1298

6. Розрахунок витрат на комплектуючі

Витрати на комплектуючі вироби (K_e), які використовують при дослідженні нового технічного рішення, розраховуються, згідно з їхньою номенклатурою, за формулою:

$$K_e = \sum_{j=1}^n H_j \cdot C_j \cdot K_j \quad (4.12)$$

де H_j – кількість комплектуючих j -го виду, шт.;

C_j – покупна ціна комплектуючих j -го виду, грн;

K_j – коефіцієнт транспортних витрат, ($K_j = 1,1 \dots 1,15$).

Проведені розрахунки бажано звести до таблиці 4.10.

Таблиця 4.10 – Витрати на комплектуючі

Найменування комплектуючих	Кількість, шт.	Ціна за штуку, грн	Сума, грн
Напилювальна установка з ЧПК	1	25000	25000
Обертач	1	18000	18000
Плазматрон	1	5200	5200
Всього			53020,00

7. Спецустаткування для наукових (експериментальних) робіт не передбачено.

8. Програмне забезпечення для наукових (експериментальних) робіт в роботі не використовується.

9. Амортизація обладнання, програмних засобів та приміщень

В спрощеному вигляді амортизаційні відрахування по кожному виду обладнання, приміщень та програмному забезпеченню тощо, можуть бути розраховані з використанням прямолінійного методу амортизації за формулою:

$$A_{обл} = \frac{Ц_{б}}{T_{е}} \cdot \frac{t_{вик}}{12}, \quad (4.13)$$

де $Ц_{б}$ – балансова вартість обладнання, програмних засобів, приміщень тощо, які використовувались для проведення досліджень, грн;

$t_{вик}$ – термін використання обладнання, програмних засобів, приміщень під час досліджень, місяців;

$T_{е}$ – строк корисного використання обладнання, програмних засобів, приміщень тощо, років.

Проведені розрахунки необхідно звести до таблиці 4.11.

Таблиця 4.11 – Амортизаційні відрахування по кожному виду обладнання

Найменування обладнання	Балансова вартість, грн	Строк корисного використання, років	Термін використання обладнання, місяців	Амортизаційні відрахування, грн
Персональний комп'ютер	40000	2	1	5000,00
Наплавлювальна головка	12700	4	1	793,75
Всього				5793,75

10. До статті «Паливо та енергія для науково-виробничих цілей» відносяться витрати на всі види палива й енергії, що безпосередньо використовуються з технологічною метою на проведення досліджень.

$$B_e = \sum_{i=1}^n \frac{W_{yt} \cdot t_i \cdot C_e \cdot K_{впi}}{\eta_i} \quad (4.14)$$

де W_{yt} – встановлена потужність обладнання на певному етапі розробки, кВт;

t_i – тривалість роботи обладнання на етапі дослідження, год;

C_e – вартість 1 кВт-години електроенергії, грн;

$K_{впi}$ – коефіцієнт, що враховує використання потужності, $K_{впi} < 1$;

η_i – коефіцієнт корисної дії обладнання, $\eta_i < 1$.

Для написання магістерської роботи використовується персональний комп'ютер для якого розрахуємо витрати на електроенергію.

$$B_e = \frac{0,5 \cdot 270 \cdot 10,5 \cdot 0,5}{0,8} = 885,94$$

10. Службові відрядження.

Витрати за статтею «Службові відрядження» розраховуються як 20...25% від суми основної заробітної плати дослідників та робітників за формулою:

$$B_{св} = (З_o + З_p) * \frac{H_{св}}{100\%}, \quad (4.15)$$

де $H_{св}$ – норма нарахування за статтею «Службові відрядження».

$$B_{св} = 0,2 * (35000 + 1378,6) = 7275,71$$

11. Накладні (загальновиробничі) витрати $B_{нзв}$ охоплюють: витрати на управління організацією, оплата службових відряджень, витрати на утримання, ремонт та експлуатацію основних засобів, витрати на опалення, освітлення, водопостачання, охорону праці тощо. Накладні (загальновиробничі) витрати $B_{нзв}$ можна прийняти як (100...150)% від суми основної заробітної плати розробників та робітників, які виконували дану МКНР, тобто:

$$B_{\text{нзв}} = (3_o + 3_p) \cdot \frac{H_{\text{нзв}}}{100\%}, \quad (4.16)$$

де $H_{\text{нзв}}$ – норма нарахування за статтею «Інші витрати».

$$B_{\text{нзв}} = (35000 + 1378,6) \cdot \frac{100}{100\%} = 36378,57 \text{ грн}$$

Сума всіх попередніх статей витрат дає витрати, які безпосередньо стосуються даного розділу МКНР

$$B = 35000 + 1378,6 + 4001,643 + 8883,65 + 1298 + 53020 + 5793,75 + 885,94 + 7275,71 + 36378,57 = 153915,83$$

Прогнозування загальних втрат ЗВ на виконання та впровадження результатів виконаної МКНР здійснюється за формулою:

$$ЗВ = \frac{B}{\eta}, \quad (4.17)$$

де η – коефіцієнт, який характеризує стадію виконання даної НДР.

Оскільки, робота знаходиться на стадії науково-дослідних робіт, то коефіцієнт $\beta = 0,5$.

Звідси:

$$ЗВ = \frac{153915,83}{0,5} = 307831,67 \text{ грн.}$$

4.3 Розрахунок економічної ефективності науково-технічної розробки

У даному підрозділі кількісно спрогнозуємо, яку вигоду, зиск можна отримати у майбутньому від впровадження результатів виконаної наукової роботи. Розрахуємо збільшення чистого прибутку підприємства $\Delta\Pi_i$, для кожного із років, протягом яких очікується отримання позитивних результатів від впровадження розробки, за формулою

$$\Delta\Pi_i = \sum_1^n (\Delta C_o \cdot N + C_o \cdot \Delta N)_i \cdot \lambda \cdot \rho \cdot \left(1 - \frac{\nu}{100}\right) \quad (4.18)$$

де $\Delta\Pi_0$ – покращення основного оціночного показника від впровадження результатів розробки у даному році.

N – основний кількісний показник, який визначає діяльність підприємства у даному році до впровадження результатів наукової розробки;

ΔN – покращення основного кількісного показника діяльності підприємства від впровадження результатів розробки:

Π_0 – основний оціночний показник, який визначає діяльність підприємства у даному році після впровадження результатів наукової розробки;

n – кількість років, протягом яких очікується отримання позитивних результатів від впровадження розробки:

l – коефіцієнт, який враховує сплату податку на додану вартість. Ставка податку на додану вартість дорівнює 20%, а коефіцієнт $l = 0,8333$.

p – коефіцієнт, який враховує рентабельність продукту. $p = 0,25$;

x – ставка податку на прибуток. У 2024 році – 18%.

Припустимо, що при впровадженні результатів наукової розробки підвищиться ефективність процесів холодної листового штампування шляхом збільшення точності оцінки граничного деформування матеріалу ізотропної заготовки. Припустимо, що ціна зросте на 5000 грн. Кількість одиниць реалізованої продукції також збільшиться: протягом першого року на 30 шт., протягом другого року – на 20 шт., протягом третього року на 10 шт. Реалізація продукції до впровадження розробки складала 1 шт., а її ціна до 90000 грн. Розрахуємо прибуток, яке отримає підприємство протягом трьох років.

$$\begin{aligned}\Delta\Pi_1 &= [5000 \cdot 1 + (90000 + 5000) \cdot 30] \cdot 0,833 \cdot 0,25 \cdot \left(1 + \frac{18}{100}\right) \\ &= 487709,66 \text{ грн.}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta\Pi_2 &= [5000 \cdot 1 + (90000 + 5000) \cdot (30 + 20)] \cdot 0,833 \cdot 0,25 \cdot \left(1 + \frac{18}{100}\right) \\ &= 816425,88 \text{ грн.}\end{aligned}$$

$$\Delta\Pi_3 = [5000 \cdot 1 + (90000 + 5000) \cdot (30 + 20 + 10)] \cdot 0,833 \cdot 0,25 \cdot \left(1 + \frac{18}{100}\right) \\ = 978711,05 \text{ грн.}$$

4.4 Розрахунок ефективності вкладених інвестицій та періоду їх окупності

Розрахуємо основні показники, які визначають доцільність фінансування наукової розробки певним інвестором, є абсолютна і відносна ефективність вкладених інвестицій та термін їх окупності.

Розрахуємо величину початкових інвестицій PV , які потенційний інвестор має вкласти для впровадження і комерціалізації науково-технічної розробки.

$$PV = k_{\text{інв}} \cdot 3B, \quad (4.20)$$

$k_{\text{інв}}$ – коефіцієнт, що враховує витрати інвестора на впровадження науково-технічної розробки та її комерціалізацію. Це можуть бути витрати на підготовку приміщень, розробку технологій, навчання персоналу, маркетингові заходи тощо ($k_{\text{інв}} = 2 \dots 5$).

$$PV = 2 \cdot 307831,67 = 615663,34$$

Розрахуємо абсолютну ефективність вкладених інвестицій $E_{\text{абс}}$ згідно наступної формули:

$$E_{\text{абс}} = (ПП - PV) \quad (4.21)$$

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

$$ПП = \sum_{i=1}^T \frac{\Delta\Pi_i}{(1 + \tau)^i}, \quad (4.22)$$

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

T – період часу, протягом якою 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).

$$\text{ПП} = \frac{487709,66}{(1 + 0,2)^1} + \frac{816425,88}{(1 + 0,2)^2} + \frac{978711,05}{(1 + 0,2)^3} = 1542405,18 \text{ грн.}$$

$$E_{\text{абс}} = (1542405,18 - 615663,34) = 926741,84 \text{ грн.}$$

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

Розрахуємо відносну (щорічну) ефективність вкладених в наукову розробку інвестицій E_s . Для цього користуються формулою:

$$E_s = \sqrt[T_{\text{жс}}]{1 + \frac{E_{\text{абс}}}{PV}} - 1, \quad (4.23)$$

$T_{\text{жс}}$ – життєвий цикл наукової розробки, роки.

$$E_s = \sqrt[3]{1 + \frac{926741,84}{615663,34}} - 1 = 0,59 = 59\%$$

Визначимо мінімальну ставку дисконтування, яка у загальному вигляді визначається за формулою:

$$\tau = d + f, \quad (4.24)$$

де d – середньозважена ставка за депозитними операціями в комерційних банках; в 2024 році в Україні $d = (0,14 \dots 0,2)$;

f – показник, що характеризує ризикованість вкладень; зазвичай, величина $f = (0,05 \dots 0,1)$.

$$\tau_{\min} = 0,18 + 0,05 = 0,23$$

Так як $E_6 > \tau_{\min}$ то інвестор може бути зацікавлений у фінансуванні даної наукової розробки.

Розрахуємо термін окупності вкладених у реалізацію наукового проекту інвестицій за формулою:

$$T_{ок} = \frac{1}{E_6} \quad (4.25)$$

$$T_{ок} = \frac{1}{0,59} = 1,7 \text{ роки}$$

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

4.5 Висновки до економічного розділу

Результати здійсненого технологічного аудиту вказують на високому рівні комерційного потенціалу. У порівнянні з аналогічним виробом виявлено, що нова розробка вищої якості і більш конкурентоспроможна, як з технічних, так і економічних позначень.

Вкладені інвестиції в структуроутворення поверхневих шарів напрямного колеса під час відновлення окупляться через 1,7 роки.

ВИСНОВКИ

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

1. Проведений аналіз методів підвищення якості наплавлених покриттів дозволяє визначити наступні тенденції розробки інтегрованого способу наплавлення:

- зниження собівартості при високій якості нанесених покриттів;
- поєднання з технологіями, що не вносять істотних змін у процес наплавлення.

Таким видом може стати спосіб поєднання органічних матеріалів з наплавленням.

2. Використання органічних матеріалів дозволяє підвищити адгезійну і когезійну міцність покриття, а з органічних матеріалів (ниток) утворюється вуглець, який розчиняється у зварювальній ванні та збільшує твердість покриття за рахунок утворення карбідів.

3. Додавання у наплавлений шар органічних матеріалів дозволяє підвищити в 2 рази твердість отриманого покриття ніж після наплавлення дротом Св-08Г2С, що позитивно впливає на зносостійкість поверхонь. Це відбувається за рахунок вуглецю який утворюється після розчинення нитки.

4. Додавання в зону наплавлення органічних волокон у вигляді льняної нитки та порошоків карбіду бору B_4C та карбіду хрому Cr_4C_3 , дозволяє збільшити твердість отриманого покриття в 2,5 рази, що викликане впливом карбіду бору, та карбіду хрому.

5. Дослідження мікроструктури отриманих зразків показали, що наплавлений шар має перлітну структуру, яка переходить до основного металу в ферито-перлітну.

Запропоновано нову технологію відновлення та зміцнення робочих поверхонь деталей. При цьому розроблено технологію підвищення зносостійкості та відновлення робочих поверхонь прямого колеса.

Проведено економічне обґрунтування процесу відновлення та розраховано економічний ефект від запровадження запропонованих технологій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Савуляк В. І. Модифікування робочих поверхонь сталевих деталей з формуванням високовуглецевих структур [Текст] / В. І. Савуляк, В. Й. Шенфельд, М. С. Дмитрієв // Вісник машинобудування та транспорту. – 2019. – № 1. – С. 115-122.
2. Savulyak V.I. Structure formation of abrasive-resistant coatings / V.I. Savulyak, V.Y. Shenfeld, O.P. Shylina, A.A. Osadchuk // Problems of Tribology. 2022. - №1. – S. 58-64.
3. Савуляк В.І. Наплавлення високовуглецевих покриттів з використанням вуглецевих волокон / В.І. Савуляк, С.А. Заболотний, В.Й. Шенфельд // Проблеми трибології. – 2010. – №1. – С. 66 – 70.
4. Савуляк В.І. Вплив мікроструктури високовуглецевих шарів, отриманих методом електродугового наплавлення з використанням вуглецевих волокнистих матеріалів, на параметри зносостійкості в умовах абразивного середовища / В.І. Савуляк, В.Й. Шенфельд, С.О. Панасюк // Проблеми трибології. – 2015. – №3. – С. 105 – 113.
5. Савуляк В.І. Вплив швидкості наплавлення на зносостійкість високовуглецевих шарів, нанесених методом електродугового наплавлення з використанням вуглецевих волокнистих матеріалів/ В.І. Савуляк, В.Й. Шенфельд, О.Б. Янченко // Міжвузівський збірник "НАУКОВІ НОТАТКИ". Луцьк, 2013. Випуск №41 Частина 1.
6. Заболотний С.А. Наплавлення високовуглецевих покриттів з використанням вуглецевих волокон / В.І. Савуляк, С.А. Заболотний, В.Й. Шенфельд // Проблеми трибології. – 2010. - №1. – С. 66-70.
7. Савуляк В.І. Наплавлення висовуглецевих зносостійких покриттів : монографія / В. І. Савуляк, В. Й. Шенфельд — Вінниця: ВНТУ, 2016. – 124 с.
8. Шенфельд В. Й. Дослідження технології наплавлення високовуглецевих покриттів з структурами за принципом Шарпі [Електронний ресурс] / В. Й.

Шенфельд, М. В. Пушкар, Ю. Ю. Назаров // Тези доповідей XLVI Науково-технічної конференції факультету машинобудування та транспорту, 27-28 березня 2017 р. - Електрон. текст. дані. - Вінниця : ВНТУ, 2017. - Режим доступу : <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fmt/all-fmt-2017/paper/view/2852>.

9. Походня І. К. Дослідження впливу нанорозмірних карбідів титану на формування мікроструктури та властивостей зварного шва / І.К. Походня, В.В. Головка, С.М. Степанюк, Д.Ю. Єрмоленко // ФХММ. - 2012.- № 6. - с. 68-75.

10. Лобода П.І. Дослідження розподілу неметалевих включень в металі шва при модифікуванні нанодисперсним порошком оксиду алюмінію / П.І. Лобода, В.Д. Кузнецов, І.В. Смирнов, М.О. Сисоєв, К.П. Шаповалов // Прогресивні технології і системи машинобудування № 1(47)' -2014.- С.174-182.

11. Кузнецов В.Д. Застосування нанопорошків оксидів при зварюванні та плазмовому напиленні покриттів / В.Д. Кузнецов, І.В. Смирнов, К.П. Шаповалов, А.В. Чорний // ВісникДДМА. – 2014. – № 1 – С. 228-233.

12. Савуляк В.І. Підвищення якості відновлення робочих поверхонь зубчастого зачеплення вал - шестерні [Електронний ресурс] / Савуляк В.І., Дмитрієв М.С. // Тези доповідей XLVI Науково технічної конференції факультету машинобудування та транспорту. – Вінниця : ВНТУ. – 2019.

13. Fougere G.E., Riester L., Ferber M. et. Al. Young`s modulus of nanocrystalline Fe measured by nanoindentation // Mater. Sci. Eng. – 1995. – V.

14. Поступайло О.В. ВПЛИВ ЛЕГУВАННЯ МЕТАЛУ ЗВАРНОГО З'ЄДНАННЯ НІКЕЛЕМ ТА ХРОМОМ НА ФОРМУВАННЯ ФАЗОВОГО СКЛАДУ [Електронний ресурс] / Поступайло О.В., Науменко О.Є. // Тези доповідей XLIV Науково технічної конференції факультету машинобудування та транспорту. – Вінниця : ВНТУ. – 2017.

15. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт із дисципліни "Технологія та обладнання для наплавлення" для студентів бакалаврського напрямку 6.0923 - "Зварювання" спеціальності 7.092303 – "Технологія і устаткування відновлення та підвищення зносостійкості машин і конструкцій" /Уклад. О. П. Шиліна, А. Ю. Осадчук - Вінниця: ВДТУ, 2002. - 30 с.

16. Інтернет ресурс: <https://evmaster.net/svarochnaya-provoloka-sv08g2s>
17. Інтернет ресурс: <https://svyatik.org/ua/view.php?id=194>
18. Методичні вказівки до курсового проектування для студентів спеціальності 7.092303 – Технологія та устаткування відновлення та підвищення зносостійкості машин і конструкцій. /Уклад. В.І.Савуляк. - Вінниця: ВНТУ, 2009. - 39 с./
19. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Наплавлення і напильовання» студентами спеціальності 132 – «Матеріалознавство» / Укладач О. П. Шиліна. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 34 с.
20. Інтернет ресурс: <https://helpiks.org/4-113627.html>
21. Дебіро О.В. Основи технології машинобудування. Частина 2 : практикум/ Дерібо О. В., Дусанюк Ж. П., Сухоруков С. І. — Вінниця : ВНТУ, 2015. — 116 с.
22. Інтернет ресурс: <https://studfile.net/preview/5471219/>
23. Вайнтраут В.Й. Технологія верстатних робіт: навч.пос. для проф.-техн. навч. закладів / М. А. Вайнтрауб, В. Й. Засельський, Д. В. Пополов, за наук. ред. М. А. Вайнтрауба. – К. : 2015. – 199с.
24. Афтанділянц Є.Г., Зазимко О.В., Лонатько К.Г. Матеріалознавство: Підручник / Є.Г. Афтанділянц, О.В. Зазимко, К.Г. Лопатько. - Херсон: Олді-плюс, Київ: Видавництво Ліра-К, 2013. - 612 с.
25. Савуляк В.І., Шенфельд В.Й. Опорний конспект лекцій з дисципліни "Термічна обробка зварних з'єднань та покриттів "(електронний варіант) для студентів напряму підготовки 6.050504 – «Зварювання».
26. Методичні вказівки до виконання економічної частини магістерських кваліфікаційних робіт / Уклад. : В. О. Козловський, О. Й. Лесько, В. В. Кавецький. – Вінниця : ВНТУ, 2021. – 42 с.

ДОДАТКИ

Додаток А
(Обов'язковий)

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

**СТРУКТУРОУТВОРЕННЯ ПОВЕРХНЕВИХ ШАРІВ НАПРЯМНОГО
КОЛЕСА ПІД ЧАС ВІДНОВЛЕННЯ**

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ГМ
д.т.н., акад. _____ Л.К. Поліщук
«__» _____ 2024 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ
на магістерську кваліфікаційну роботу
СТРУКТУРОУТВОРЕННЯ ПОВЕРХНЕВИХ ШАРІВ НАПРЯМНОГО
КОЛЕСА ПІД ЧАС ВІДНОВЛЕННЯ
08 – 62. МКР.07.00.000 ТЗ

Керівник: к.т.н. доц.каф. ГМ
_____ В.Й. Шенфельд
Виконав: ст.гр. 13В-23м
_____ К.Р. Чернюк

Вінниця 2024

Розробка технічного завдання на магістерську кваліфікаційну роботу

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

Підстава для розробки наказ ректора ВНТУ № 310 від «17» вересня 2024 року.

1 Назва та об'єкт проектування

Назва: Структурування поверхневих шарів напрямного колеса під час відновлення

Умовне позначення: 08-27.МКР.001.00.000 ТЗ

Деталь « Напрямне колесо» виготовляється із сталі 40Х ГОСТ 2590-88

Колесо призначене для регулювання натягу гусениці, усуненню надлишкового провисання вільної гілки гусениці. Для закріплення деталі у вузлі передбаченні поверхні встановлення підшипників, а для передачі крутного моменту на деталі виконані отвори під болти.

Важкодоступних місць немає.

Можливе суміщення технологічних і вимірювальних баз при виконанні розмірів, що мають вказані допустимі відхилення.

Вказані на кресленні допустимі відхилення розмірів, шорсткості та відхилень геометричної форми та відносного розташування поверхонь з геометричними похибками верстатів є відповідними.

Можливе суміщення технологічних і вимірювальних баз при виконанні розмірів, що мають вказані допустимі відхилення, необхідність додаткових технологічних операцій для одержання заданої точності і шорсткості оброблених поверхонь.

Задані на кресленні розміри можуть використовуватись для безпосереднього вимірювання на деталі.

На кресленні деталі немає специфічних вимог і тому немає необхідності змінювати вимоги.

Конструкція деталі в цілому технологічна. Деталь має хороші базові поверхні для виконання більшості операцій механічної обробки. Базування деталі виконується в розжимній оправці. Вказані на кресленні деталі квалітети точності механічної обробки відповідають параметрам шорсткості. Вони можуть бути забезпеченими на верстатах.

2 Мета, завдання, призначення та джерела розробки

Розробка технологічного процесу проводиться на основі завдання на магістерську кваліфікаційну роботу згідно наказу ректора ВНТУ №310 від 17.09.24 р., складеного у відповідності до вимог навчального плану підготовки магістрів у ВНТУ і затвердженого кафедрою ГМ.

Призначенням даної магістерської кваліфікаційної роботи є виконання технологічних та конструкторських розробок для вдосконалення технологічного процесу аналога. Це можливо досягнути шляхом введення необхідних операцій для кращих експлуатаційних властивостей колеса напрямного, проведення необхідних розрахунків оптимальних режимів обробки та модернізації відновлення.

Мета і завдання досліджень. підвищення якості відновлення робочих поверхонь колеса шляхом використання органічних ниток при утворенні наплавлених шарів.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- провести літературний огляд матеріалів, методів, досліджень при використанні легуючих елементів.
- розробити та обґрунтувати технологічний процес підвищення якості відновлення робочих поверхонь напрямного колеса.
- дослідити вплив використання органічних ниток на утворення наплавлених шарів, їх структуру та твердість.

Джерелами розробки є:

- методика техніко-економічного обґрунтування роботи;
- методика проектування технологічного процесу відновлення деталей типу довгомірний вал з шпонковими пазами;
- методика модернізації та проектування конструкції технологічного обладнання;
- вимоги до комплексу 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.

1. Савуляк В.І., Ремонт та відновлення деталей машин та апаратів. Методичні вказівки до виконання курсових проектів / В.І. Савуляк. - Вінниця: ВНТУ [Електронний ресурс], 2009.

2. Шиліна О.П. Газотермічні методи напилювання покриттів. Навчальний посібник./ О.П. Шиліна, А.Ю. Осадчук/ ВНТУ, 2006. – 103 с

3. Гругурко І.О. Технологія машинобудування (дипломне проектування. Навчальний посібник./І.О. Григурко, М.Ф. Брендюля, С.М. Доценко – 2007р. – 768 с.

4. Нанесення покриття : [навчальний посібник] / [В. М. Корж, В. Д. Кузнецов, Ю. С. Борисов, К. А. Ющенко] ; за редакцією академіка НАН України К. А. Ющенка – К. : Аристей, 2005. – 204 с.

5. Наплавлення: навч. посібник // Власов А.Ф., Кузнецов В.Д., Макаренко Н.О., Богущкий О.А. – Краматорськ, ДДМА, 2010. – 336с.

6. Козловський, В. О. Основи підприємництва : навчальний посібник. Видання 3-ге, переробл. та доповн. / В. О. Козловський. Вінниця : 2023. 132 с.

7. Оснач О. Ф. Промисловий маркетинг: підруч. [для студ. вищ. навч. закл.] / О. Ф. Оснач, В. П. Пилипчук, Л. П. Коваленко – К.: Центр учбової літератури, 2009. – 364 с.

8. Савуляк В.І. Відновлення деталей автомобілів. Навчальний посібник / В.І. Савуляк, В.Т. Івацько. – Вінниця: ВНТУ, 2004. – 104 с.

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

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 магістерську кваліфікаційну 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 колеса напрямного – 1500 шт,
- знос поверхонь, що відновлюються менше 20 мм, від робочого креслення.

3.3 Вимоги до рівня уніфікації та стандартизації

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

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 колеса напрямного;
- розробка основної проектної задачі;
- технологічне проектування технологічного процесу;
- економічна ефективність розробок
- охорона праці, навколишнього середовища та ЦО;

5 Порядок контролю та приймання

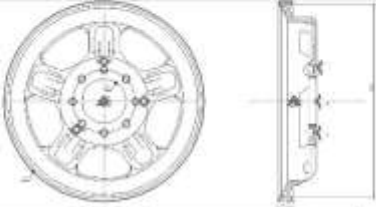
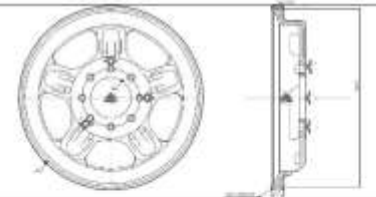
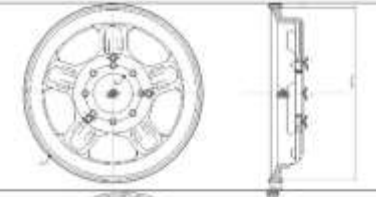
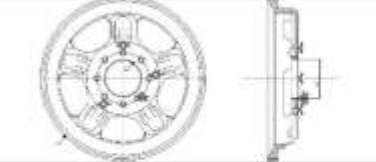
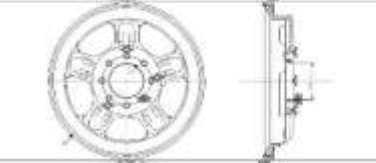
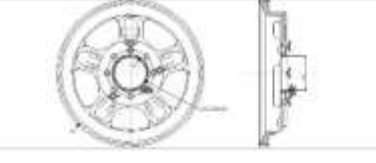
Контроль та приймання розробок виконується у відповідності до „Положення про дипломне проектування” на кафедрі ГМ.

Технічне завдання оформлюється у відповідності з загальними вимогами до текстових конструкторських документів по ГОСТ 2.705-2013, на листах формату А4 по ГОСТ 9327-91

Додаток Б
(Обов'язковий)

ГРАФІЧНА ЧАСТИНА

СТРУКТУРОУТВОРЕННЯ ПОВЕРХНЕВИХ ШАРІВ НАПРЯМНОГО
КОЛЕСА ПІД ЧАС ВІДНОВЛЕННЯ

№	Назва операції та зміст переходу	Ески обробки та схема установки	Обладнання
005	Нала 1.Встановити та закріпити деталь 2.Політи деталь розміром А11-Б		Струменева камерна машина ДМ-4Б.10
010	Дефектація Провести дефектацію деталі		Стіл для контролю
015	Токарна 1.Встановити та закріпити деталь 2.Точити поверхню 1 до $\Phi 610$ мм 3.Зняти деталь		1 Токарний верстат моделі 16К40П
020	Напівоброблена 1.Встановити деталь та закріпити деталь 2.Напівточити поверхню 1 до $\Phi 632,69$ 3.Зняти деталь		1 Установка для електрошліфного напівоброблення під широким флансом А409
025	Термічна 1.Встановити деталь 2.Відпуск поверхні 1 при $t = 550^\circ\text{C}$ 3.Зняти деталь		Ліч з всуцям підон СД0 - 7.30.7/6.12
030	Токарна 1.Встановити та закріпити деталь 2.Точити поверхню 1 до $\Phi 630,944$ мм чорна 3.Точити поверхню 1 до $\Phi 630$ чистова 4.Зняти деталь		Токарний верстат моделі 16К40П
035	Розточна 1.Встановити та закріпити деталь 2.Розточити поверхню 2 до $\Phi 148$ 3.Зняти деталь		Розточний верстат СКАА64.5131
040	Сварна 1.Нагрів заготовки до температури 100°C 2.Встановити ремонтну втулку 3.Обварити втулку 4.Зняти деталь		Газовий пальник Зварювальний апарат МР1А - 250А
045	Розточна 1.Встановити та закріпити деталь 2.Розточити поверхню 2 до $\Phi 140$ 3.Зняти деталь		Розточний верстат СКАА64.5131
050	Термічна 1.Встановити деталь 2.Гартувати поверхню 1 при температурі 850°C з наступним охолодженням в нафті 3.Зняти деталь		Ліч з всуцям підон СД0 - 7.30.7/6.12
055	Контрольна 1.Встановити деталь 2.Вкласти контрольні протри поверхні 1 та 2 згідно ремонтного креслення 3.Зняти деталь		Контрольний стіл

08-62.МР.007.03.00 ЛЛ

Маршрут обробки

11

ВНУ 138 - 23м

Додаток В
(Обов'язковий)

**ПРОТОКОЛ
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ**

СТРУКТУРОУТВОРЕННЯ ПОВЕРХНЕВИХ ШАРІВ НАПРЯМНОГО
КОЛЕСА ПІД ЧАС ВІДНОВЛЕННЯ

ПРОТОКОЛ
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: «Структурування поверхневих шарів напрямного колеса під час відновлення»

Тип роботи: магістерська кваліфікаційна робота
(БДР, МКР)

Підрозділ Кафедра «Галузевого машинобудування», ФМТ.
(кафедра, факультет)

Показники звіту подібності Turnitin

Оригінальність 89% Схожість 11%

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):

✓ 1. Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.

2. Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її автора. Роботу направити на доопрацювання.

3. Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

Особа, відповідальна за перевірку

(підпис)

Шенфельд В. Й.

(прізвище, ініціали)

Ознайомлені з повним звітом подібності, який був згенерований системою Turnitin щодо роботи.

Автор роботи

(підпис)

Чернюк К. Р.

(прізвище, ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Шенфельд В. Й.

(прізвище, ініціали)