

Вінницький національний технічний університет

Факультет машинобудування та транспорту

Кафедра галузевого машинобудування

Пояснювальна записка

до магістерської кваліфікаційної роботи

на тему: ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВІДНОВЛЕННЯ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ
НАПРЯМНОГО КОЛЕСА ТАНКА Т-72

Виконав: студент 2 курсу, групи 13В-18м
спеціальності 132 – «Матеріалознавство»

(шифр назва спеціальності)

Довгань О.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник д.т.н. проф. Савуляк В.І.
(прізвище та ініціали)

Вінниця - 2019 р.

Вінницький національний технічний університет
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет машинобудування та транспорту

Кафедра галузевого машинобудування

Освітньо-кваліфікаційний рівень «магістр»

Спеціальність 132 – «Матеріалознавство»

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

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

« ___ » _____ 2019 р.

З А В Д А Н Н Я

НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Довганю Олегу Віталійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Підвищення якості відновлення робочих поверхонь напрямного колеса танка Т-72.

керівник роботи Савуляк Валерій Іванович, д. т. н., проф. каф. ГМ,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ВНТУ від « 2 » жовтня 2019 року № 254

2. Строк подання студентом проекту (роботи): 10-12. 2019 року

3. Вихідні дані до роботи:

Річна програма відновлення деталей N=2000 шт.;

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Вступ; Розділ 1. Сучасний стан наукової проблеми і шляхи її вирішення; Розділ 2 Обладнання, матеріали, методики та результати дослідження.; Розділ 3. Технологічні засади підвищення якості відновлення напрямного колеса танка Т-72; Розділ 4. Розрахунок економічної ефективності інноваційного рішення; Розділ 5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях; Загальні висновки; Список використаних джерел; Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

1. Робоче креслення деталі; 2. Ремонтне креслення деталі; 3. Технологічний процес відновлення напрямного колеса танка Т72. 4. Результати дослідження мікроструктури та зносостійкості наплавлених покриттів.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Спеціальна частина	Савуляк В.І. д.т.н., проф., каф. ГМ	2.10.19	
Економіка виробництва	Лесько О.Й., д.е.н., проф., завідувач кафедри ЕПВМ	2.10.19	
Охорона праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях	Віщтак І.В., доцент кафедри БЖД та ПБ	2.10.19	

7. Дата видачі завдання « 02 » жовтня 2019 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)	02.10.19	
2	Виконання спеціальної частини МКР. Перший рубіжний контроль виконання МКР	10.10.19	
3	Виконання спеціальної частини МКР. Другий рубіжний контроль виконання МКР	20.11.19	
4	Виконання розділу «Економіка виробництва»	30.11.19	
5	Виконання розділу «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях»	5.12.19	
6	Попередній захист МКР	10.12.19	
7	Нормоконтроль МКР	12.12.19	
8	Опонування МКР	14.12.19	
9	Захист МКР	18.12.19	

Студент

(підпис)

Довгань О.В.

Керівник проекту

(підпис)

Савуляк В.І.

РЕФЕРАТ

Магістерська кваліфікаційна робота складається із вступу, 5 розділів і висновків. Загальний обсяг роботи 91 стор., у тому числі 18 рис., 31 табл., 61 літературних джерел.

Головною метою цієї кваліфікаційної роботи є підвищення якості відновлення робочих поверхонь напрямного колеса танка Т-72.

Об'єкт дослідження – процеси структуроутворення наплавлених покриттів при додаванні органічних волокон в наплавлений шар.

Предметом магістерської кваліфікаційної роботи є підвищення зносостійкості та ударної міцності нанесених покриттів на робочі поверхні напрямного колеса танка Т-72.

Робота складається з п'яти частин :

1. Сучасний стан наукової проблеми і шляхи її вирішення.
2. Обладнання, матеріали, методики та результати дослідження.
3. Технологічні засади підвищення якості відновлення робочих поверхонь напрямного колеса танка Т-72.
4. Розрахунок економічної ефективності інноваційного рішення.
5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

ABSTRACT

The master's qualification work consists of an introduction, 5 sections and conclusions. The total volume of work is 91 pages, including 18 figures, 31 tables, 61 literary sources.

The subject of the master's qualification work is the conditions and mechanism of the processes of structure formation when adding organic fibers to the deposited layer.

The object of study is the process of structure formation when organic fibers are added to a deposited layer.

The main purpose of this qualification is to improve the quality of the working surfaces of the T-72 guide wheel.

The work consists of five parts:

1. The current state of the scientific problem and ways to solve it;
2. Equipment materials and methods of research;
3. Technological principles for improving the quality of restoration of a long shaft with keyways;
4. Occupational health and safety;
5. Calculation of economic efficiency of innovative solution.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1. СУЧАСНИЙ СТАН НАУКОВОЇ ПРОБЛЕМИ І ШЛЯХИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ	11
1.1 Особливості формування та структури наплавлених покриттів, з легуванням органічними матеріалами	11
2. ОБЛАДНАННЯ, МАТЕРІАЛИ, МЕТОДИКИ ТА РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	22
2.1 Матеріали на які наносяться покриття.....	22
2.2 Методика проведення експерименту.	24
2.3 Дослідження мікроструктури наплавлених шарів.....	28
2.4 Висновки до розділу 2.....	33
3. РОЗРОБКА ТА ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВІДНОВЛЕННЯ НАПРЯМНОГО КОЛЕСА ТАНКА Т-72.....	34
3.1 Призначення вузла, деталей.....	34
3.2 Матеріал деталі та його властивості.....	35
3.3 Якісна характеристика технологічності.....	37
3.4 Кількісна характеристика технологічності.....	38
3.5 Дефектування деталі	40
3.6 Вибір та обґрунтування технології розбирання-складання під час ремонту із заміною зношених деталей.....	41
3.7 Вибір та технічне обґрунтування методів та матеріалів для відновлення деталі	43
3.8 Визначення кількості переходів та операцій відновлення поверхонь.....	44
3.9 Формування маршруту відновлення деталі методом наплавлення.....	45
3.10 Розрахунок припусків на механічну обробку для поверхні 1	48
3.11 Розрахунок ремонтних розмірів для встановлення втулки.....	50
3.12 Термічна обробка	51
3.13 Розрахунок та призначення режимів нанесення покриття.....	51
3.14 Вибір та обґрунтування обладнання, джерел живлення.....	51
3.15 Вибір матеріалу для наплавлення та їх підготовка	52

3.16 Нормування операцій.....	53
4 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ІННОВАЦІЙНОГО РІШЕННЯ.....	54
4.1 Прогнозування витрат на виконання конструкторської технологічної роботи.....	54
4.2 Прогнозування комерційних ефектів від реалізації результатів розробки....	60
4.3 Розрахунок ефективності вкладених інвестицій та періоду їх окупності.....	63
4.4 Висновки до економічної частини.....	66
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	67
5.1 Аналіз умов праці.....	67
5.2 Виробнича санітарія.....	68
5.3 Техніка безпеки.....	74
5.4. Пожежна безпека.....	75
5.5 Безпека в надзвичайних ситуаціях.....	77
ВИСНОВКИ.....	83
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	84
ДОДАТКИ.....	91

ВСТУП

Актуальність теми. Сучасний розвиток машинобудівної (в тому числі і військової) галузі неможливий без покращення триботехнічних властивостей робочих поверхонь деталей машин. Напрядне колесо танка Т 72, 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 танка Т-72. 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 танка Т-72.
- 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 танка Т-72 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-8М. Визначення твердості відбувалося на приладі Роквела алмазним конусом. Графічна частина виконана в програмі Компас – 3Д.

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 танка Т-72. 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.

Апробація результатів дослідження. Основні положення та результати виконаних досліджень в магістерській кваліфікаційній роботі доповідались та обговорювались на Вузівських конференціях а саме: «XLVI Науково-технічна конференція факультету машинобудування та транспорту (2017)», «XLVI Науково-технічна конференція факультету машинобудування та транспорту (2019)», «Всеукраїнська науково-практична Інтернет-конференція студентів, аспірантів та молодих науковців «МОЛОДЬ В НАУЦІ: ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРОБЛЕМИ, ПЕРСПЕКТИВИ-2019».

Публікації. Основний зміст наукової праці було опубліковано в 4 тезах збірника праць наукових конференцій.

1. Савуляк В.І. Електрична ерозія підшипників електромеханічних установок [Електронний ресурс] / Савуляк В.І., Довгань О.В. // Тези доповідей XLVI Науково технічної конференції факультету машинобудування та транспорту. – Вінниця : ВНТУ. – 2017. – Режим доступу :

<https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fmt/all-fmt-2017/paper/view/3253/2574>

2. Бакалець Д.В. Підвищення ефективності наплавлення покриттів великої товщини [Електронний ресурс] / Бакалець Д.В., Довгань О.В. // Тези доповідей XLVI Науково технічної конференції факультету машинобудування та транспорту. – Вінниця : ВНТУ. – 2019. – Режим доступу :

<https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fmt/all-fmt-2019/paper/view/3253/2574>

3.Бакалець Д.В. Конструкція електродотримача для ручного дугового зварювання.[Електронний ресурс] / Бакалець Д.В., Довгань О.В. //Тези доповідей V-ої міжнародної інтернет-конференції “Проблеми довговічності матеріалів, покриттів та конструкцій” – Вінниця : ВНТУ. – 2017. – Режим доступу:

https://conference.vntu.edu.ua/pdmpk/2017/tezy_tpz-2017.

4.Савуляк В.І. Використання органічних ниток при наплавленні низьковуглецевим дротом.[Електронний ресурс] / Савуляк В.І., Довгань О.В. // Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи (МН-2020) ” – Вінниця : ВНТУ. – 2019.

1 СУЧАСНИЙ СТАН НАУКОВОЇ 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 Савуляк 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 ледьбуритна, 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 зростає від 35 НРС на поверхні до 46 НРС 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 своїй роботі Тихонович В.І. 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].

Як описує Степанов у своїй статті, 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.

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

Не можливо сказати і те, що модифікатори позитивно впливають на властивості металу шва, навіть якщо вводиться невелика кількість. Зокрема, Гладкий П.В. і Мікаєлян Г.С. наводять дані про позитивний вплив порошкових сплавів на зносостійкість металу шва [10].

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, Карабасов Ю.А. [11].

В роботі [12] Єромін Є.Н. представив процес електрошлакового зварювання з введенням наноструктурованих компонентів в зварювальну ванну шляхом плавлення додаткового трубчастого електрода на нікелевої основі, внутрішня порожнина якого була заповнена нанопорошками карбонітрида титану. В результаті зерно подрібнюється в структурі зони термічного впливу і підвищує властивості металу шва [12].

Позитивний вплив нанокарбідів титану на формування структури і властивостей зварного шва з низьколегованих високоміцних сталей є і в роботах Походня І.К., Головка В.В., Єрмоленко Д.Ю. Наночастки були введені за допомогою порошкового дроту в зварювальну ванну, яка була підключена безпосередньо до зварювального кола [13].

В роботі Паршина С.Г. представлений спосіб механізованого зварювання в середовищі захисних газів плавиться з композитним покриттям, що містить частинки нанопорошків. Поверхнева обробка дроту проводилася в електролітах з нанопорошків міді. Дана технологія покращує властивості дуги, підвищує продуктивність процесу зварювання і властивості зварних з'єднань [14].

У роботі Соколова З.В. розглянув можливості введення нанорозмірних частинок карбіду вольфраму в метал, наплавлений за допомогою дугових і електрошлакових процесів. Виявляється, що подрібнення конструктивних елементів з металу шва може бути досягнуто шляхом введення вогнетривких частинок в зварювальні матеріали або безпосередньо в зварювальну ванну. У процесі зварювання карбіду вольфраму переходять в наплавлений метал, що не розчиняючись в розплаві зварювальної ванни призводить до його модифікації [15].

У роботі автора Лободи П.І. вказується, що наявність достатньої кількості неметалевих включень в зварювальної ванні, розмір яких можна порівняти з зародками кристалізованого металу, сприяє хорошему формуванню дрібнозернистої первинної структури зварного шва і поліпшенню його механічних властивостей. [16].

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 [17].

У роботі Радченко М.В. представлені дослідження структурно-фазового стану системно-зміцнюючих покриттів Ni-Cr-B-Fe, модифіковані нанодисперсному частинками Al_2O_3 , отриманими плазмовим напиленням. В результаті комплексних досліджень було виявлено, що введення нанодисперсного порошкового модифікатора складу Al_2O_3 в порошковий дріт ПС-12НВК-01 призводить до наступних змін структурного і фазового стану металу шва

а) утворення нових фаз затвердіння карбіду і боріда в карбідній підсистемі;
б) подрібнення компонентів і ускладнення звареної конструкції, зокрема зниження залишкових напружень. Це сприяє підвищенню зносостійкості металу шва [18].

У своїй роботі Соколов Г.М., Зорін І.В., Артем'єв А.А., Литвиненко-АРКОВ В.Б., Дубцов Ю.Н. проаналізовано і розглянуто використання наночасток при модифікації зварних з'єднань великих конструкцій. Вони запропонували

модельний модифікує Наноконплекс, що містить нанодисперсні порошкові добавки тугоплавких сполук. Унікальність отриманих фізико-хімічних властивостей заснована на тому факті, що в частинках нанопорошку число атомів на поверхні відповідає їх об'ємному числу, що значно збільшує внесок поверхневої енергії в загальний енергетичний баланс. [19].

В роботі І.А. Рябцева, І.А. Кондратьєва Н.Ф. Газдір показали, що використання сировинних матеріалів, що містять ультрадисперсні карбіди, сприяє подрібненню структури металу шва і більш рівномірному розподілу в ньому легуючих елементів. І метал має більш високу тепло- і зносостійкість при терті металу по металу [20].

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[21].

Одним із способів підвищення зносостійкості металу при різних видах зношення є шліфування структурних складових наплавленого металу. Такі зміни у металі спричиняють речовини, які називаються модифікаторами. Вони впливають на умови кристалізації та розмір первинної структури металу [22].

Такі зміни у металі можуть викликати і звичайні легувальні компоненти, але модифікатори відрізняються тим, що такі зміни викликають при введенні у відносно малих пропорціях [23].

В роботі [24] представлено вплив нанорозмірних частинок карбіду вольфраму та нікелю на структуру та властивості металу, що наплавлявся. Вони були включені до складу покриття електродів, що використовуються для осадження. Ці частинки частково плавляться на межі високотемпературної дуги і потрапляють у зварну ванну, і як результат, отриманий метал виявляв кращу в'язкість і твердість.

В роботі [25] Досліджено вплив наночастинок карбонітриду титану при електрошакотовому зварюванні. Цей порошок поміщали в середину трубчастого

електрода, який подавали як додатковий електрод у зону зварного шва. Це спричинило подрібнення зерна в структурі та покращення швів.

В роботі [26] наночастинки вводилися в зону зварювання при нанесенні покриття на плавкий електрод в середовищі захисного газу. Частинок наносили на електрод за допомогою електролітів з нанопорошків міді. Спостерігалось поліпшення зварювальних властивостей, в той час як при зварюванні покращувались властивості дуги і покращувались зварювальні характеристики.

В роботі [27] способи введення нанопорошку карбіду W_2C порівнювались з модифікацією поверхні, що відбувається в кожному з них, але з різними показниками. Найбільш ефективним методом було розміщення гранул в тонкому поверхневому шарі електродного покриття.

І. А. Павлов досліджував оптимізацію параметрів електроконтактного наплавлення порошкових матеріалів. Для досягнення високої міцності зчеплення покриття на підкладці, коли для електричного контакту використовується порошкова суміш з 50% PD-1C + 50% FG-800, процес повинен проводитися, коли сила на електродах $P = 5,53 \text{ Н / см}^2$, поверхнева швидкість $V = 0,18 \text{ м / хв}$. Напряга холостого ходу трансформатора може бути збільшена до 3,5...4,05В.[28]

Анат Е.А. запропонував метод особливості наплавлення стрічковим електродом під шаром флюсу. Ефективність нанесення широкого покриття стрічковим електродом досягається шляхом профілювання стрічкового електрода.[29]

Вангелі А.В. досліджував вплив природи складових сердечника при застосуванні порошкової стрічки ПЛ-АН-101. Оболонка для порошкового покриття складалася з двох сталевих смуг розміром 0,4 x 24 мм і 0,4 x 22 мм, з'єднаних блокуючими сполуками. Крім параметрів режиму зварювання, тип шихти (сердечника) дуже впливає на зварювальні та технологічні властивості порошкової зв'язки, формування наплавленого шару, його хімічну однорідність і, отже, на його робочі характеристики.

Було виявлено, що зміст 1,0% нанодисперсного модифікатора Al_2O_3 в композиційному порошку PS-12NVK-01 є оптимальним для підвищення стійкості

до зношування і, як наслідок, до збільшення коефіцієнта зносостійкості в 2,2 рази. [30]

В роботі [31] було виявлено, що в поверхневих шарах при терті ковзання може відбуватися як пряме $\gamma \rightarrow \alpha$, так і зворотнє $\alpha \rightarrow \gamma$ мартенситне перетворення. Аустеніт, утворений перетворенням $\alpha \rightarrow \gamma$, відрізняється спадковістю дефектів у вихідному мартенситі і збільшенням вмісту легуючих елементів.

В роботі [32] представлений метод зварювання, в якому мікрогранули нікелю з нанодисперсними частинками карбїду вольфраму вводяться в покриття промислових зварювальних електродів. При зварюванні таких електродів мікрозерна покриттів, які частково плавляться на границі високотемпературної зони дуги, потрапляють в зварювальну ванну. В результаті метал зварного шва модифікується, підвищується ударостійкість і твердість зварювальних елементів.

Вплив наночастинок карбїду ніобію на структуру і властивості зварних швів з нікелевого сплаву методом електронно-променевого зварювання вивчено в роботі [33]. Легування металу шва наночастинами карбїду 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.

Введення в розплав нанодисперсних металевих і неметалевих порошків, властивості яких істотно відрізняються від властивостей макро- і мікропорошків одного і того ж хімічного складу, сприяє модифікації металу і викликає перерозподіл шкідливих домішок між межами і обсягом зерен. Розмір зерен при цьому зменшується, що призводить до збільшення межі текучості і міцності, збільшення пластичності сталі і зниження коефіцієнта тертя [34].

У зварювальних процесах температура в області джерела тепла перевищує температуру плавлення багатьох тугоплавких нанодисперсних з'єднань, що призводить до їх дисоціації і подальшого розчинення продуктів в розплаві ванни зварювання. У зв'язку з цим при дослідженні впливу нанодисперсних добавок на властивості металів особливу увагу було приділено монокарбїду WC, який має

високу термічну стабільність, високим модулем пружності і більш низьким коефіцієнтом теплового розширення в порівнянні з карбідами інших металів[35].

Для підвищення їх ефективності уперше [36] було запропоновано вводити в зварювальну ванну модифікатори в суміші з охолоджувальним порошком, близьким за складом до зварюваного металу.

Рибалка А.А. досліджував наплавлені поверхні стрічковим електродом з механічною передачею електродного металу під флюсом. Для цієї мети перспективно використовувати апарат для примусової механічної передачі електродного металу. Пропонований пристрій дозволяє домогтися керованого масообміну електродного металу за рахунок зворотно-поступального руху торця стрічки, яке отримується завдяки ексцентричному механізму збудження коливань стрічкового електрода в шарнірних з'єднаннях верхньої і нижньої направляючих.[37]

Е.Жук аналізував гранулометричний склад порошку електродів для наплавлення антифрикційних матеріалів. Результати розрахунку показують, що частинки розміром 5 мкм при вмісті їх всього до 1% мас. (мінімальне), мають досить значною поверхнею, яка становить до 25% від площі всіх частинок. За результатами виконаних розрахунків сумарна поверхню частинок 100 г порошку становить 4167 см²/ 100 г.[38]

Лупинов. Є.В. досліджував підвищення стійкості інструменту за рахунок наплавлення ріжучих поверхонь. Збільшення стійкості ріжучого інструменту на 20% в цеху досягли за рахунок наплавлення ріжучої поверхні наплавочних електродів «ІТРДІR650Кb» з основним покриттям. При високій твердості наплавлений метал має високу міцність і тріщиностійкість.[39]

Логвінов Ю.В. вперше представив теоретичні основи захисту від шкідливих речовин при наплавленні в процесі зміцнення металургійних машин. представлені деякі теоретичні основи по управлінню якістю воздуха, створення способів і засобів локалізації та нейтралізації шкідливих речовин при наплавленні в процесі зміцнення металургійних машин. Дано практичне рішення питань по відновленню екосистеми. при наплавленні пропонуються спеціально розроблені замкнута

система фільтрації і пристосування.[40]

Проведені дослідження Стогнія Ю.Д впливу хімічного складу сталі на мікроструктуру і механічні властивості сталі дозволили виявити оптимальні співвідношення елементів для підвищення пластичності.[41]

Ткаченко І.Ф. встановив, що стійкість легованого аустеніту до розпаду в дифузійної області визначається значеннями величин: коефіцієнта граничної самодифузії заліза і різницею хімічних потенціалів заліза в α - і γ -фази.[42]

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). [43]

Дослідивши літературу можна дійти висновку, що використання висовуглецевих матеріалів, з кожним роком стає біль 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.

ВІНТУ Матеріалознавство

2 ОБЛАДНАННЯ МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИКИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Обладнання та матеріали для наплавлення

При виконанні досліду було використано базове обладнання для наплавлення. Установа УД-209м (рис.2.1) на якій відбувалось наплавлення, для захисту наплавленого шару використовує захисний газ CO₂, живлення відбувається від зварювального випрамляча ВДУ-506УЗ, який має жорсткі та спадні характеристики.



Рисунок 2.1 – Наплавчальна 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[44]. Наплавлення зразка відбувалось по спіралі.

В якості зразка для проведення експеримента було використано вал діаметром 30мм виконаний зі сталі 40х.

Матеріалом для наплавлення було використано низькувуглецевий дріт Св-08Г2С(рис2.2) діаметром 1,2мм, який являється чудовим розхідним матеріалом для зварювання. При його використанні отримують вироби з ідеальним рівним швом. Розшифровується дріт досить просто[45]:

- 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

Додатковими матеріалами для отримання результатів дослідження було використано органічний матеріал - а саме нитка з льону (рис.2.3), а також порошки карбіду хрому, та карбіду бору.



Рисунок. 2.3 – Органічна нитка

2.2 Методика проведення експерименту

Згідно задач, які були поставлені, експеримент проводився у 3 етапи:

1. Наплавлення низьковуглецевим дротом Св-08Г2С проводилось на поверхні попередньо підготовленої до відновлення(рис.2.4), режими були порашовані згідно методичних вказівок[46] які наведені в таблиці 2.1. 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 карбїду хрому та бору	100	30	18	17

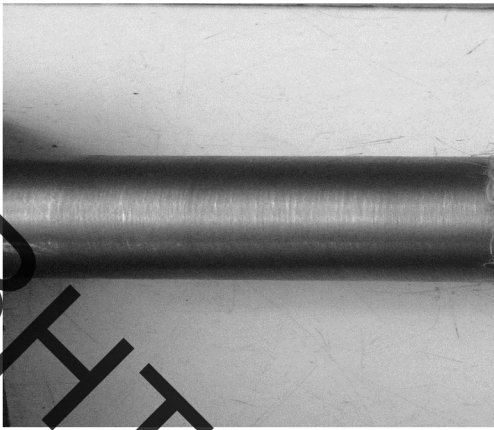
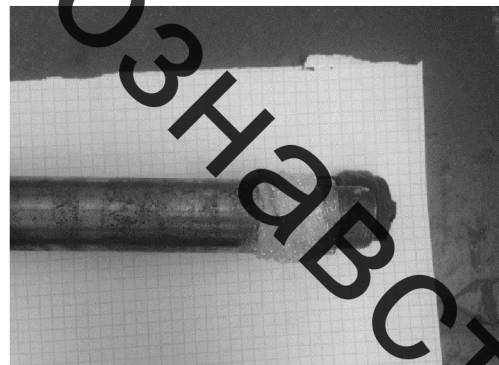


Рисунок.2.4 – Зразок до та після нанесення покриття

2. Додавання органічних волокон у зону плавлення дроту та заготовки проводилось у другому досліді. На деталь було накручено нитку (льон) рис (2.5 а). Для досліду було використано 1,44г нитки, або 1,9м. Але як відомо при загорянні дуги утворюється велика температура, тому щоб уникнути вигорання нитки її було промашено силікатним клеєм, який після просушування у пічці (рис.2.5 б) при температурі 250⁰С протягом 3 годин утворює покриття, що не дозволяє матеріалу вигоріти і утворює необхідний шар покриття.



а)



б)

Рисунок 2.5 – Спосіб накручування нитки(а) та зразок після просушування(б)

Після наплавлення (рис 2.6) було проведено контрольні заміри твердості, яка становила 45-47 HRC.

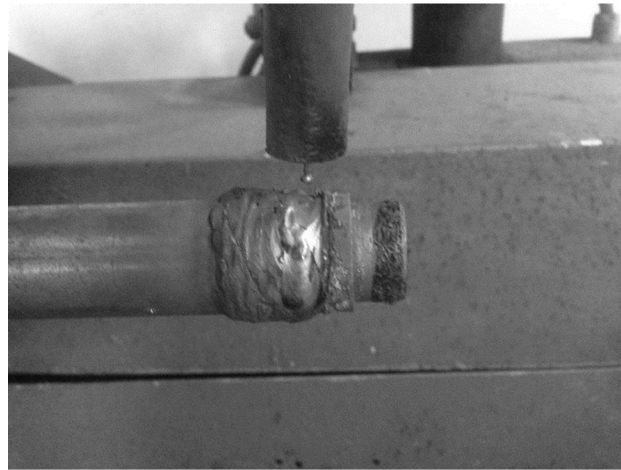


Рисунок 2.6 – Заготовка після наплавлення

3. В експерименті №3 наплавлення велося з комбiнуванням додавання у зону плавлення органічних матеріалів додатково легувальних порошків. Важливою технологічною особливістю є приготування порошкової суміші для введення у зварювальну ванну. Для досліду було використано порошки карбiду бору та карбiду хрому. Розрахунок кількості порошків, які вводились, було виконано згідно рекомендацій, наведених у роботі [45]. Для досліду було використано відповідно $B_4C - 1г$, $Cr_4C_3 - 1г$. Щоб порошки закріпити на поверхні валу, була повторена процедура експерименту 2 (промащування та просушування) (рис 2.7).



Рисунок. 2.7 – Заготовка після просушування

Після наплавлення (рис 2.8), заміри твердості показали, що вона становила 53-56 HRC.



Рисунок 2.8 – Зразок після наплавлення

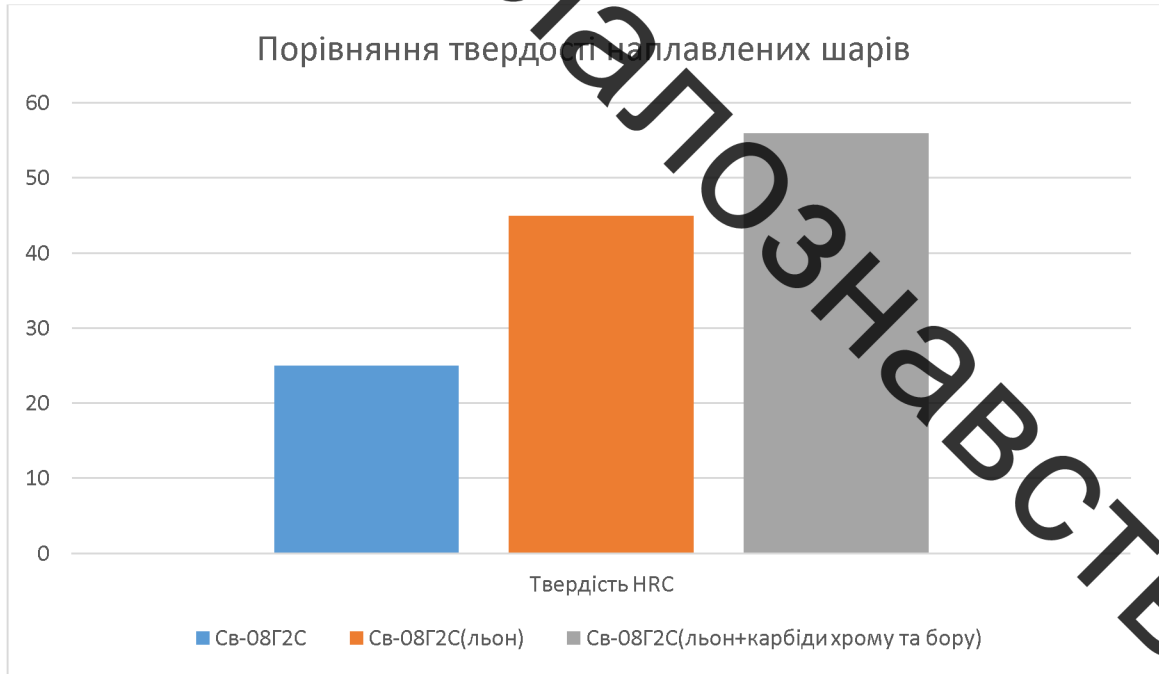


Рисунок 2.9 – Діаграма порівняння твердості наплавлених шарів

2.3 Дослідження мікроструктури наплавлених шарів

Після проведення експериментів зразки були підготовлені для дослідження мікроструктури. Мікроскопічний аналіз металів та сплавів полягає в дослідженні мікроструктури та дефектів наплавленого покриття за допомогою оптичного чи електронного мікроскопа. Мікроаналіз показує формування структури наплавленої поверхні.[46] Також на мікрошліфі спостерігається зона сплавлення основного металу з металом розхідного матеріалу. Щоб виявити основну структуру, шліф піддають травленню. Оскільки метали непрозорі, шліфи з них можна вивчати тільки у відбитому світлі за допомогою металографічного мікроскопа. Після дії реактивів при травленні метал по границях зерен розчиняється краще, як наслідок проявляється структура металу. Освітлення на границях зерен розсіюється, тому границі зерен під мікроскопом темні; промені від рівної площини зерен відбиваються, і кожне зерно на шліфі показується світлим, при цьому часто спостерігається різне забарвлення зерен. Мікроскопічний аналіз складається з наступних етапів:

- Виготовлення шліфів.
- Травлення шліфів.
- Дослідження мікроструктури металів та сплавів.

Так як при вимірах твердості твердість першого зразка досить низька, для дослідження мікроструктури було взято другий та третій зразок. Приладом слугував мікроскоп МИМ – 8М (рис.2.10). Фіксація результатів проводилась за допомогою цифрової фото-відео камери.



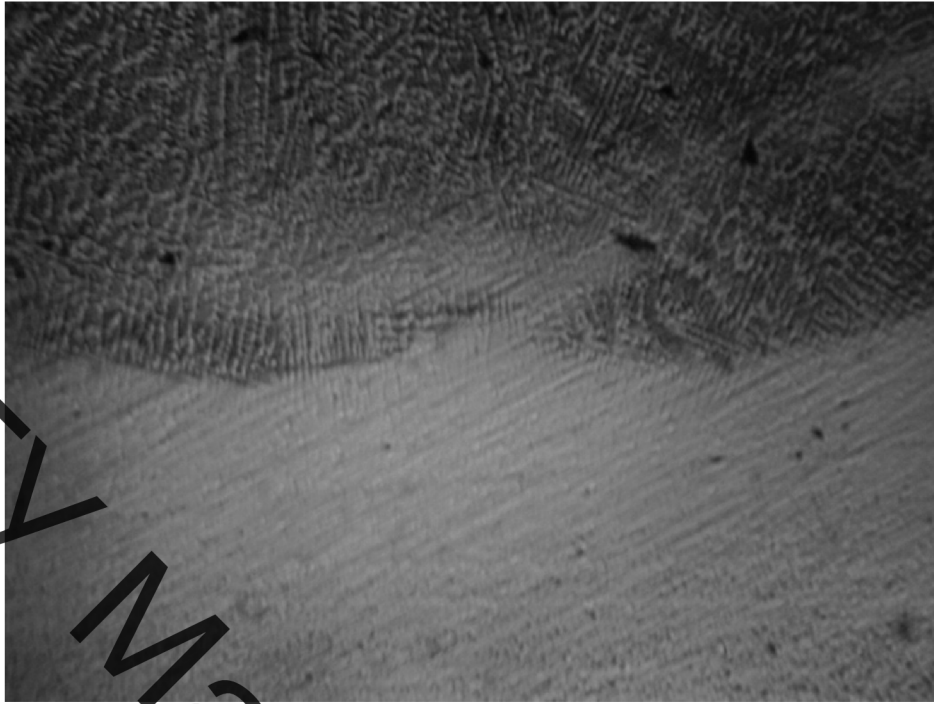
Рисунок. 2.10 – Оптичний мікроскоп МИМ-8М

Як показано на фото (рис. 2.11 а,б,в) дослідження структури відбувалося з зони наплавленого шару до зони основного металу.



а)

Рисунок 2.11 – структура наплавленого шару



б)

Рисунок 2.11 – структура перехідної зони



в)

Рисунок 2.11 – структура основного металу

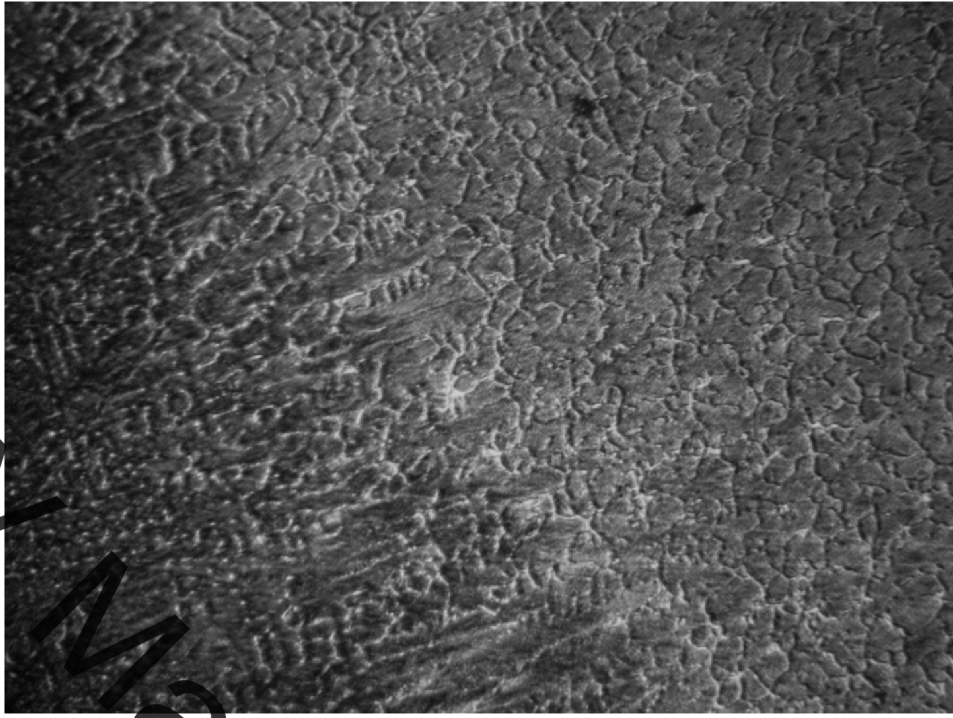
Можна сказати, що зразок №2 має в наплавленому шарі евтектоїдну сталь, її перлітна структура зерен має пластинки цементиту та фериту. Цементит тонший та світліший. Але на перехідній зоні досить добре видно як структура переходить у ферито-перлітну, якою і являється основний метал.

Дослідження зразка н № 3 відбувалось за такою ж методикою як і зразок № 2 (рис.2.12 а,б,в).



a)

Рисунок 2.12 – Структура наплавленого шару третього зразка



б)

Рисунок 2.12– перехідна зона



в)

Рисунок 2.12 – основний метал

При дослідженні зразка номер 3, 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. Не мало важливим показником є те, що основний метал отримав досить дрібну структуру, а отже температура вплинула на нього.

2.4 Висновки до розділу 2

1. Додавання у наплавлений шар органічних матеріалів позитивно впливає на зносостійкість, так як збільшує його твердість за рахунок вуглецю який утворюється після розчинення нитки. Цей спосіб дозволяє в 2 рази збільшити твердість ніж після наплавлення дротом Св-08Г2С.

2. Комбінування процесу додавання органічних волокон з порошками в зону відновлення деталі, дозволяє збільшити твердість в 2,5 рази, що викликане впливом карбіду бору, та карбіду хрому.

3. Дослідження мікроструктурного аналізу показали, що наплавлений шар має перлітну структуру, яка переходить до основного металу в ферито-перлітну. Другий зразок в свою чергу має зернисту структуру перліту, зумовлену впливом легуючих елементів.

3 РОЗРОБКА ТА ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВІДНОВЛЕННЯ НАПРЯМНОГО КОЛЕСА ТАНКА Т-72

3.1 Призначення вузла, деталей

Колесо призначене для регулювання натягу гусениці, усуненню надлишкового провисання вільної гілки гусениці. В процесі роботи провисання гусениці поступово збільшується із за зносу з'єднувальних пальців, вушок ланок і зірочок. Велике провисання гусениці приведе до її розгойдуванню під час руху танка і ще більшому зносу шарнірів. За своєю формою, конструкцією і технологічних ознаках деталь відноситься до класу «колесо направляюче» (рис.3.1).

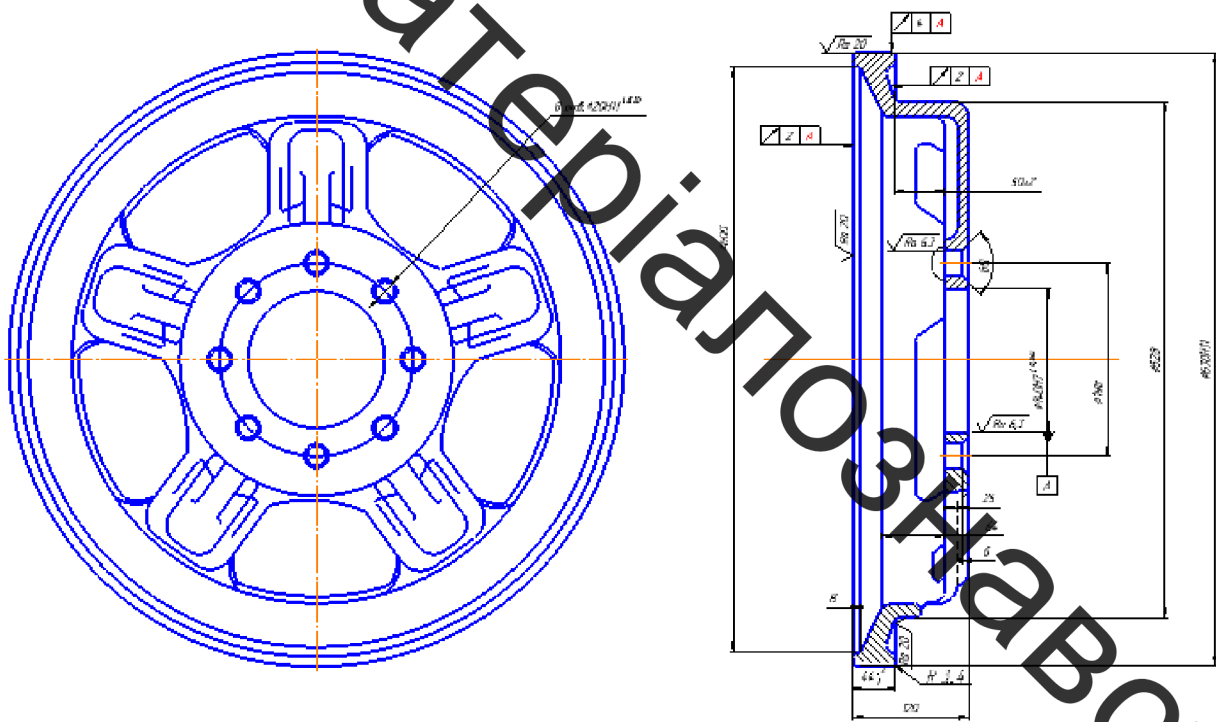


Рисунок 3.1 – Колесо напрямне

Розглянемо всі поверхні колеса і їх призначення, використовуючи рисунки 3.1 та 3.2.[47]

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.

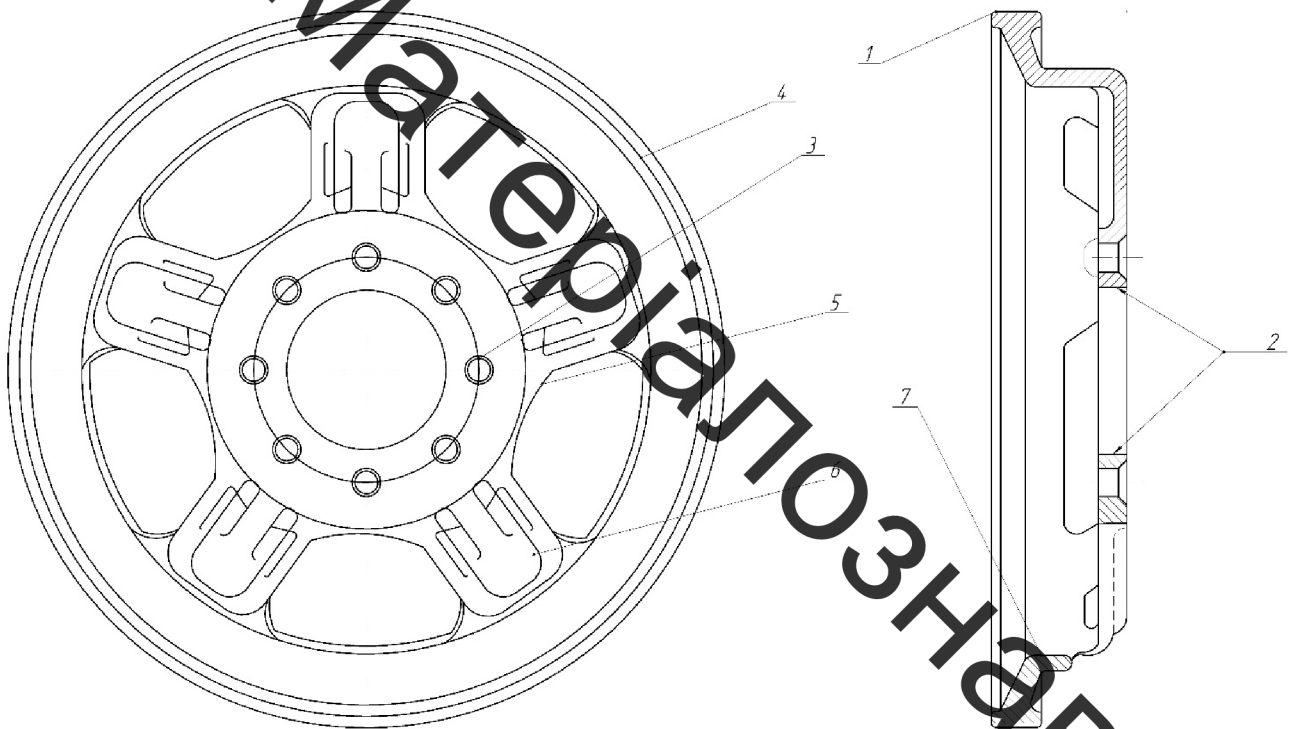


Рисунок 3.2 – Ескіз з вказаними номерами поверхонь

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 40X 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 40X ГОСТ 2590-88

Вміст елементів в %						
Вуглець, С	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 40X

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 40X 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 40X після відпуску НВ=248. При наплавленні сталі вуглецевий еквівалент використовують як показник здатності до наплавлення і якості наплавленого шару:

$$C_e = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Si}{24} + \frac{Ni}{40} + \frac{Cr}{5} + \frac{Mo}{4} + \frac{V}{14}; \quad (3.1)$$

Обрахуємо вуглецевий еквівалент для матеріалу Сталь 40Х:

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

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.[49]

3.4 Кількісна характеристика технологічності

Кількісний аналіз технологічності конструкції деталі в роботі необхідно провести за показниками: коефіцієнт уніфікації, коефіцієнт точності, коефіцієнт шорсткості [49].

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) *		
$\Sigma_{\text{пар.}} = 7$	$\Sigma_{\text{пар.}} = 7$	$\Sigma_{\text{пар.}} = 1$	$\Sigma_{\text{пар.}} = 3$
$\Sigma_{\text{уніф.}} = 2$	$\Sigma_{\text{уніф.}} = 3$	$\Sigma_{\text{уніф.}} = 1$	$\Sigma_{\text{уніф.}} = 3$

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 оброблених 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:

$$K_v = \frac{1}{\sum_{sp}} = \frac{1}{13,91} = 0,071, \quad (3.5)$$

де \sum_{sp} – середня шорсткість поверхні, мкм;

$$\sum_{sp} = \frac{\sum_{i} \sum_{i} n_i}{\sum_{i} n_i} = \frac{292,2}{21} = 13,91 \quad (3.6)$$

де \sum_{i} – шорсткість оброблених 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.

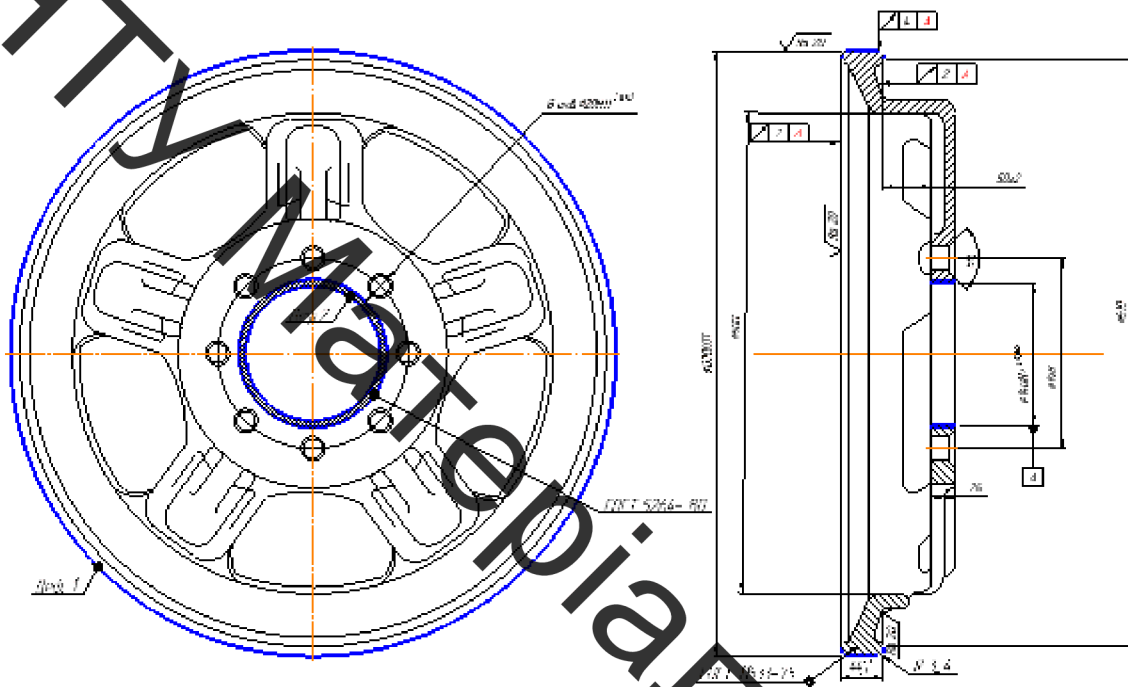


Рисунок 3.3 – Ремонтне креслення колеса

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 окисних 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 танка Т – 72 (рис.3.4) Розробимо схему складання – розбирання трансмісії танка з послідуочим ремонтом та відновленням зношених деталей та поверхонь (рисунок. 3.5).

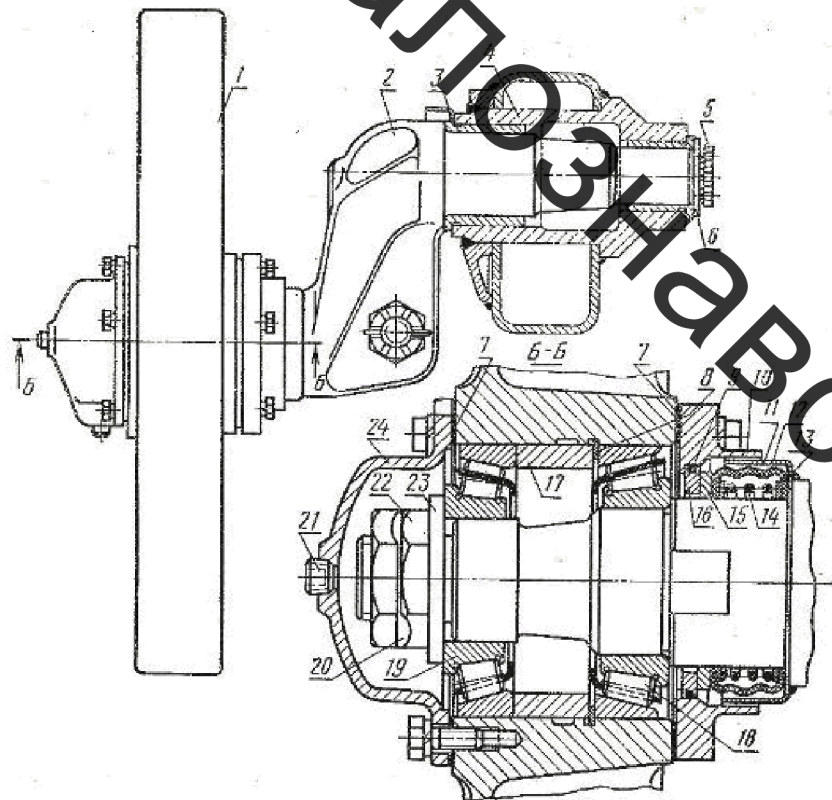


Рисунок 3.4 – Трансмісія танка Т-72

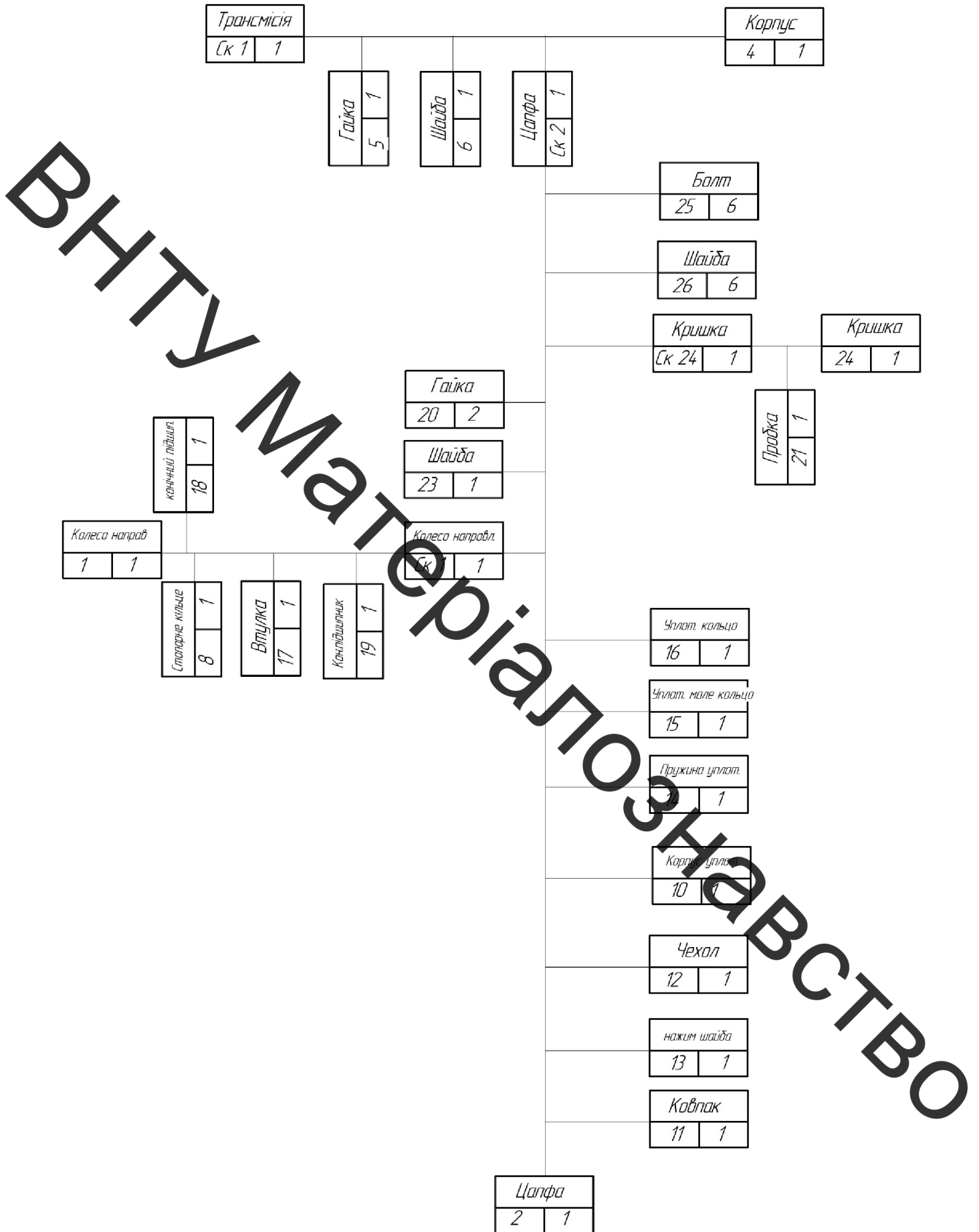


Рисунок 3.5 - Схема складання-розбирання трансмісії танка

3.7 Вибір та технічне обґрунтування методів та матеріалів для відновлення деталі.

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.[50].

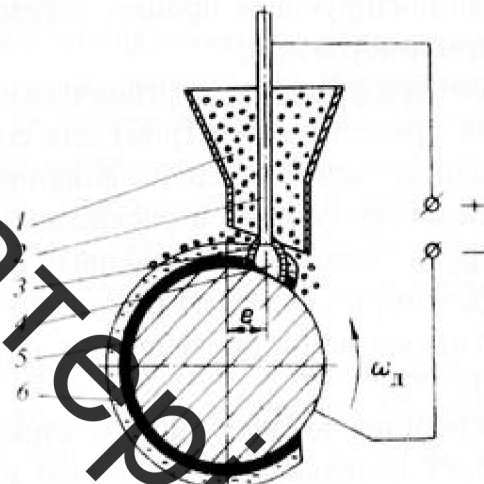


Рисунок 3.6 – Схема електродугового наплавлення під шаром флюсу:

- 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 наплавленої деталі.

Електрод повинен складати кут з нормаллю до поверхні 6...80. 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 перемішується. 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, згорання 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

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.

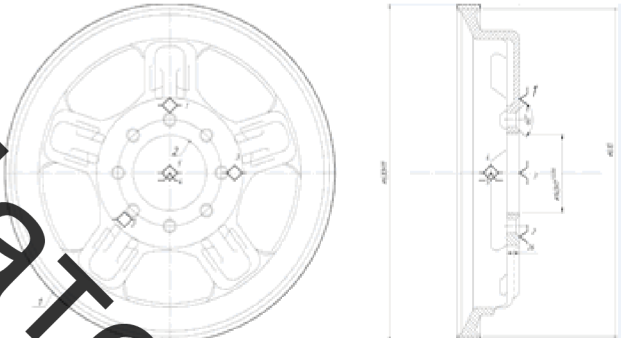
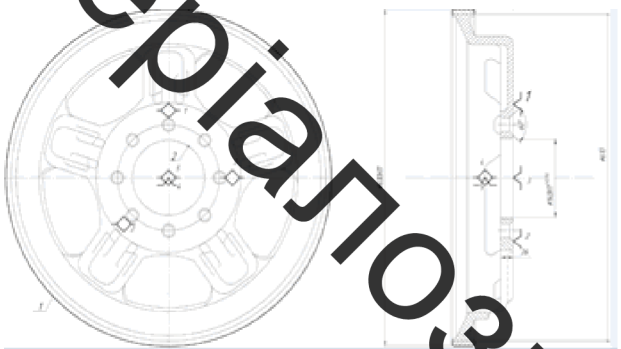
3.9. Формування маршруту відновлення деталі методом наплавлення

В таблиці 3.6 наведено маршрут технологічного процесу відновлення колеса прямого танка Т-72

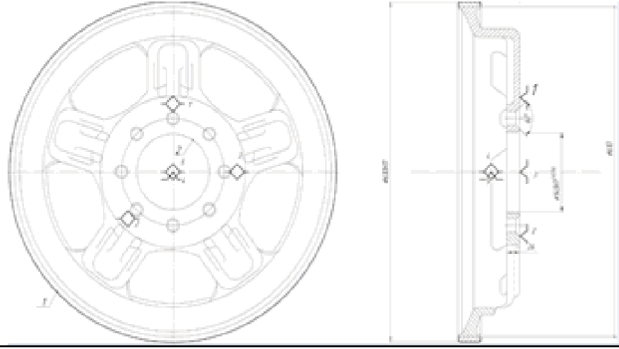
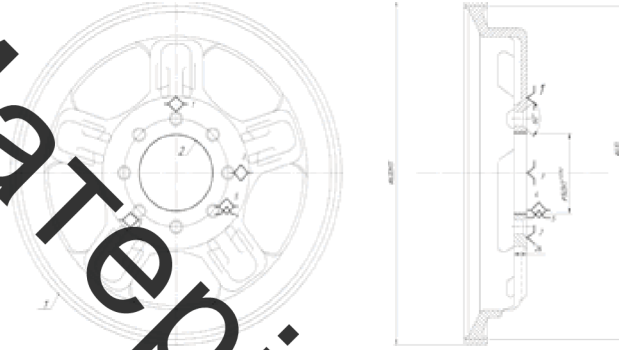
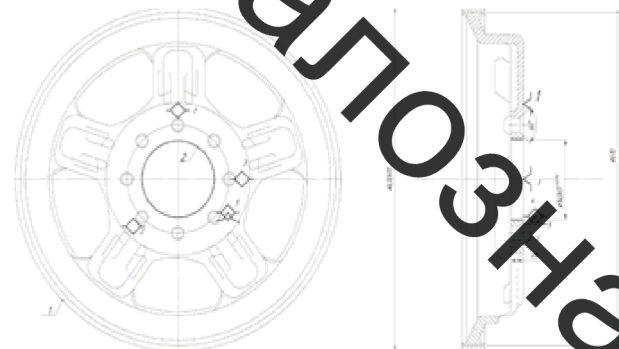
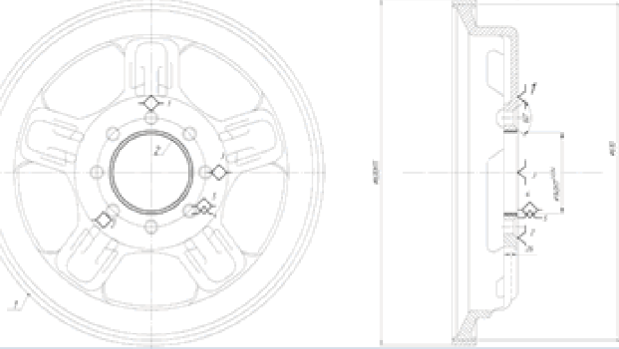
Таблиця 3.6 – Маршрут обробки

№ 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 -рі 550°C з подальшим охолодженням на повітрі; 3. Зняти деталь.		Під висувним столом СДО-7.30.7/6/12

Продовження таблиці 3.6

1	2	3	4
030	<p>Токарна:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Установити та закріпити деталь; 2. Точити поверхню 1 до $\text{Ø}630^{+0,94}$; 3. Точити поверхню: 1 до $\text{Ø}630$; 4. Зняти деталь 		Токарний верстак 16К40П.
035	<p>Розточна:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Установити та закріпити деталь; 2. Розточити поверхню 2 до $\text{Ø}148$; 3. Зняти деталь. 		Розточний верстак СК.АА64.5131
040	<p>Слюсарна:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Нагріти заготовку до температури 100С 2. Встановити ремонтну втулку 3. Обварити втулку 4. Зняти деталь. 		Газовий паливник Зварювальний апарат ММА - 250А.
045	<p>Розточна:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Установити та закріпити деталь; 2. Розточити поверхню 2 до $\text{Ø}140$; 3. Зняти деталь. 		Розточний верстак СК.АА64.5131

Продовження таблиці 3.6

1	2	3	4
050	Термічна: 1. Установити деталь. 2. Гартувати поверхню 1 при $t_{\text{пр}} 850^{\circ}\text{C}$ 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 $\varnothing 630\text{H}11(+0,30)$

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

Проведення розрахунку припусків [51,52] 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 діаметра $\varnothing 630H11^{(+0,13)}$	Елементи припуску, мкм				Розрахункові величини		Допуск на виконувани розміри, мкм	Прийняті (округлені) розміри заготовки по переходах, мм		Граничний припуск, мкм	
	Rz	h	Δ_{Σ}	ε	припуск $2Z_i$, мкм	мінімального діаметра, мм		найбільші	Найменші	$2Z_{max}$	$2Z_{min}$
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 [51,53].

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 [51,53].

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 [51,53].

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 [51,53].

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 [54].

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 – Розрахнок режимів наплавлення поверхні 1.

Проводиться за методикою вказаною в джерелі [55].

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	0,79 м/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.[56]

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. [57]

Твердість низькоуглецевого 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 [58]:

Таблиця 3.13 – Нормування операцій

№ операції	T ₀ , хв	T _{доп} , хв	T _{опер} , хв	T _{відп} , хв	T _{п-з} , хв	Кількість деталей	T _{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 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ІННОВАЦІЙНОГО РІШЕННЯ

4.1 Прогнозування витрат на виконання конструкторської технологічної роботи

Розраховуємо основну заробітну плату кожного із розробників чи дослідників за формулами , якщо вони працюють в наукових установах бюджетної сфери, та заносимо дані до таблиці 4.1 .[59]

Таблиця 4.1 Основна заробітна плата розробників

Найменування посади виконавця	Місячний посадовий оклад, грн.	Оплата за робочий день, грн.	Число днів роботи	Витрати на оплату праці, грн.	Примітка
1. Керівник проекту	7500,00	375,00	5	1875,00	
2. Інженер-технолог	6000,00	300,00	10	3000,00	
3. Технік	4173,00	201,00	5	1005,00	
Всього				5880,00	

Мінімальна погодинна ставка робітника 1-го розряду з 01.01.2019 року встановлена на рівні 25,13 грн/годину.

Величина чинних тарифних коефіцієнтів робітників відповідних розрядів для бюджетної сфери наведена в таблиці 5.2.

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

Розряд	1	2	3	4	5	6	7	8
K_i	1,00	1,09	1,18	1,27	1,36	1,45	1,54	1,64
Мінімальна погодинна ставка	25,13	27,39	29,65	31,91	34,17	36,43	38,70	41,21

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

Таблиця 4.3 – Основна заробітна плата робітників

Найменування робіт	Трудомісткість н.-годин	Розряд роботи	Погодинна тарифна ставка, грн.	Величина оплати, грн.	Прим.
1. Мийна	0,12	1	25,13	3,01	
2. Дефектувальна	0,1	4	31,91	3,19	
3. Токарна	0,8	4	31,91	25,52	
4. Наплавлювальна	0,06	4	31,91	1,91	
5. Термічна	0,2	5	34,17	6,83	
6. Токарна	0,08	4	31,91	2,55	
7. Розточна	0,1	4	31,91	3,19	
8. Слюсарна	0,06	4	31,91	1,91	
9. Розточна	0,42	5	34,17	14,35	
10. Термічна	0,18	5	34,17	6,15	
11. Контрольна	1,61	5	34,17	55	
Всього:				123,61	

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

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

Найменування робіт	Основна заробітна плата, грн	Додаткова заробітна плата, грн
Розробники:		
1. Керівник проекту	1875,00	187,5
2. Інженер-технолог	3000,00	300,0
3. Технік	1005,00	100,5
Робітники:		
1. Мийна	3,01	0,30
2. Дефектувальна	3,19	0,319
3. Токарна	25,52	2,55
4. Наплавлювальна	1,91	0,19
5. Термічна	6,83	0,68
6. Токарна	2,55	0,25
7. Розточна	3,19	0,319
8. Слюсарна	1,91	0,19
9. Розточна	14,35	1,43
10. Термічна	6,15	0,61
11. Контрольна	5,5	5,5

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

$$H_{зп} = (Z_o + Z_p + Z_d) \cdot \frac{\beta}{100} \quad (4.1)$$

де Z_o – основна заробітна плата розробників, грн.;

Z_p – основна заробітна плата робітників, грн.;

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

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

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

$$H_{\text{зп}} = (5880 + 123,61 + 600,38) \cdot 0,22 = 1452,8 \text{ грн.}$$

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

Таблиця 4.5 – Амортизація обладнання, комп'ютерів та приміщень

Найменування обладнання, приміщень тощо	Балансова вартість, грн.	Норма амортизації, %	Термін використання, міс.	Величина амортизаційних відрахувань, грн.	Примітка
Переобладнання старого приміщення	208600	10	1	17,38	
Наплавлювальна головка	600	10	1	0,05	
Силкові приводи	2800	10	1	0,23	
Комп'ютер та інтерфейс	4000	10	1	0,33	
Всього				17,99	

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

Таблиця 4.6 – Витрати на матеріали

Найменування матеріалу, марка, тип, сорт	Ціна за 1 кг, грн.	Витрачено, кг	Вартість витраченого матеріалу, грн.	Прим.
1 Флюс	323	0,5	161,5	
2 Електродний дріт Св-08Г2С	50	0,75	37,5	
3 Органічні матеріали	200	0,1	20	
4 АМ-15, мийний засіб	34	0,2	6,8	
5 Ганчір'я	8,00	0,1	0,8	
		Всього	226,6	

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

Таблиця 4.8 – Витрати на електроенергію

Найменування операції	Найменування обладнання	Встановлена потужність, кВт	Тривалість операції, год.	Витрати, кВт	Сума, грн.
Мийна	ОМ-4610	0,5	0,12	0,072	0,15
Дефектувальна	Лінійка, штангенциркуль	0,1	0,1	0,02	0,04
Токарна	Токарний верстат 16К40П	5,6	0,06	0,33	1,35
Наплавлювальна	Установка для електро дугового наплавлювання під шаром флюсу А409	23	0,2	4,6	9,38
Термічна	Піч з висувним подом СДО-7.30.7/6 И2	2,4	0,08	0,19	0,39
Токарна	Токарний верстат 16К40П	5,6	0,42	1,26	2,57
Розточна	Розточний верстат СК.АА64.5131	5	0,18	4,14	8,45
Слюсарна	Газовий паливний Зварювальний апарат ММА -250А.	3	0,08	0,24	0,49
Розточна	Розточний верстат СК.АА64.5131	5	0,2	0,47	0,84
Термічна	Піч з висувним подом СДО-7.30.7/6 И2	2,4	0,15	0,43	0,86
Контрольна	Лінійка, штангенциркуль	0,1	0,42	1,30	2,64
Всього					29,99

Інші витрати $V_{ін}$ охоплюють: витрати на управління організацією, оплата службових відряджень, витрати на утримання, ремонт та експлуатацію основних засобів, витрати на опалення, освітлення, водопостачання, охорону праці тощо [60].

Інші витрати I_v можна прийняти як (100...300)% від суми основної заробітної плати розробників та робітників, які виконували дану роботу, тобто:

$$V_{ін} = (1..3) \cdot (3_o + 3_p). \quad (4.2)$$

$$B_{ін} = 5880 + 123,61 = 6003,61 \text{ грн.}$$

Підсумовуємо всі попередні витрати та визначаємо їх загальну суму. Всі дані заносимо до таблиці 5.9.

Таблиця 4.9 – Витрати

Статі витрат	Сума, грн.
Основна заробітна плата розробників	5880
Основна заробітна плата робітників	123,61
Додаткова заробітна плата	600,38
Нарахування на заробітну плату	1452,8
Амортизація обладнання, комп'ютерів та приміщень	17,99
Витрати на матеріали	266,6
Витрати на силову електроенергію	29,99
Інші витрати	6003,61
Всього	14374,98

4.2 Прогнозування комерційних ефектів від реалізації результатів розробки

Собівартість відновлення напрямного колеса Т-72 розраховуємо за формулою:

$$S_e = Z_p + Z_o + H_{zn} + M + B_e + B_{ін}, \quad (4.3)$$

де Z_p – основна заробітна плата робітників, $Z_p = 123,61$ грн.;

Z_o – додаткова заробітна плата робітників, $Z_o = 600,38$ грн.;

H_{zn} – нарахування на заробітну плату, $H_{zn} = 1452,8$ грн.;

M – витрати на матеріали на одиницю продукції, $M = 266,6$ грн.;

B_e – витрати на силову електроенергію, $B_e = 29,99$ грн.;

B_{in} – інші витрати, $B_{in} = 6003,61$ грн.

$$S_B = 123,61 + 600,38 + 1452,8 + 266,6 + 29,99 + 6003,61 = 8476,99 \text{ грн.}$$

Розраховуємо ціну реалізації відновлення колеса напрямного танка Т-72 за формулою:

$$C_p = S_e \cdot \left(1 + \frac{P}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{w}{100}\right), \quad (4.4)$$

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

w – ставка додатку на додану вартість, 20% .

$$C_p = 8476,99 \cdot (1 + 0,5) \cdot (1 + 0,2) = 15258,58 \text{ грн.}$$

Приймаємо ціну реалізації 15500 грн.

Величина чистого прибутку, який отримає виробник протягом одного року, розраховуємо за формулою 5.5:

$$\Pi = \left\{ \left[C_p - \frac{(C_p - M) \cdot f}{100} - S_e - \frac{q \cdot S_e}{100} \right] \cdot \left[1 - \frac{h}{100} \right] \right\} \cdot N \quad (4.5)$$

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

h – ставка податку на прибуток, $h = 17\%$;

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

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

$$\Pi = \left\{ \left[15500 - \frac{(15500 - 266,6) \cdot 20}{100} - 8476,99 - \frac{5 \cdot 8476,99}{100} \right] \cdot \left[1 - \frac{17}{100} \right] \right\} \cdot 2000$$

$$= 1496000 \text{ грн.}$$

Визначаємо величину чистого дисконтованого доходу від застосування модернізованого технологічного процесу, якщо планується протягом 3-х років відновлювати робочі поверхні напрямного колеса танка Т-72.

В розробку інноваційного технологічного процесу підприємство однократно вклало 14374,98 грн. інвестицій..

Планується 1496000 грн. річного прибутку від реалізації продукції.

Норма дисконту складає 0,2.

Проведемо розрахунок за формулою:

$$NVP = \sum_{i=1}^n \frac{\Pi_t}{(1+d)^t} - K, \quad (4.6)$$

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

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

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

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

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

$$NVP = \frac{1496000}{(1+0.2)^1} + \frac{1496000}{(1+0.2)^2} + \frac{1496000}{(1+0.2)^3} - 14374,98 = 3136919 \text{ грн.}$$

Термін окупності розраховуємо за формулою 5.7:

$$T_{ок} = \frac{K}{\Pi}, \quad (4.7)$$

$$T_{ок} = \frac{14374,98}{1496000} = 0,0096 \text{ років}$$

4.3 Розрахунок ефективності вкладених інвестицій та періоду їх окупності

Загальні витрати ZB на виконання та впровадження результатів НДДКР (або теперішня вартість інвестицій PV) дорівнює 15500,00 грн. Результати вкладених у наукову розробку інвестицій виявляються у першому році.

Ці результати виявляються у тому, що у кожному наступному році підприємство отримує чистого прибутку 7303767 грн. відносно базового року.

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

$$E_{абс} = \frac{ПП}{PV}, \quad (4.8)$$

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

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

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

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

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

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

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

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

$$ПП = \frac{3136919}{(1 + 0.2)^1} + \frac{3136919}{(1 + 0.2)^2} + \frac{3136919}{(1 + 0.2)^3} = 6607860 \text{ грн.}$$

$$E_{абс} = 6607860 - 15500 = 6592360 \text{ грн.}$$

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

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

$$E_B = T_{ж} \sqrt[1 + \frac{E_{абс}}{PV}]{1} - 1 \quad (4.10)$$

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

PV – теперішня вартість інвестицій $PV = 3B$, грн;

$T_{ж}$ – життєвий цикл наукової розробки, роки.

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

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

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

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

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

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

$$\tau_{\text{мін}} = 0,2 + 0,05 = 0,25.$$

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

$$E_e = \sqrt[3]{1 + \frac{6592360}{16500}} - 1 = 7,5$$

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

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

$$T_{\text{ок}} = \frac{1}{E_B}, \quad (4.12)$$

$$T_{\text{ок}} = \frac{1}{7,5} = 0,13 \text{ роки.}$$

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

4.4 Висновки до економічної частини

На основі проведеного попереднього техніко-економічного аналізу можна зробити висновок, що дана інноваційна розробка є перспективною для впровадження у виробництво як з технічної так і з економічної точки зору. Використання модернізованого технологічного процесу на підприємстві дозволить отримати позитивний економічний ефект. Впровадження модернізованого технологічного процесу потребує від інвестора 14374 грн. капітальних вкладень. Прибуток за рік виробника складе 1469000 грн. Термін окупності 0,13 року. Наведене інноваційне рішення у вигляді модернізації технологічного процесу виготовлення деталей доцільне для впровадження підприємством.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Аналіз умов праці

На ділянці відновлення робочих поверхонь напрямного колеса танка Т-72 діють шкідливі і небезпечні фактори фізичної, психофізіологічної груп (ГОСТ 12.0.003-74) [61].

Фізичні небезпечні і шкідливі виробничі фактори: рухомі машини і механізми, рухомі частини виробничого обладнання, вироби які переміщуються - заготовки, матеріали; підвищена температура поверхонь обладнання і матеріалів; підвищена або понижена температура повітря робочої зони; підвищений рівень шуму та вібрації на робочому місці; підвищена або понижена вологість повітря; відсутність достатньої кількості природного світла; недостатнє освітлення робочої зони; гострі кромки, заусенці і шорсткість на поверхнях заготовок, інструментів, обладнання.

Хімічні шкідливі і небезпечні виробничі фактори, що проникають в організм людини через органи дихання, шкіряні покриви та слизисту оболонку: токсичні; подразнюючі.

Психофізіологічні небезпечні і шкідливі виробничі фактори: а) фізичні перевантаження: статичні; динамічні; б) нервово-психічні перевантаження; - монотонність праці.

Заходи по техніці безпеки.

Безпека технологічних процесів залежить від виробничого обладнання, матеріалів, які використовуються і технологічних операцій. На підвищення безпеки технологічних операцій впливають гігієнічні умови праці виробничого приміщення, раціональне освітлення робочого місця, шумовий мікроклімат, загазованість і запыленість повітряного середовища та ін. фактори.

Безпека виробничого обладнання забезпечується правильним вибором принципу дії, кінематичних схем, конструкторських рішень, параметрів робочих процесів, використання засобів механізації та автоматизації, дотримання екологічних вимог з внесеннями спеціальних вимог в технічну документацію.

Для забезпечення безпеки повинні передбачатись пристрої, які включають можливість попадання робітників в небезпечну зону дії обладнання. Конструктивні частини обладнання повинні виключати можливість їх випадкового пошкодження, що викличе небезпеку. Використання нових матеріалів, які не пройшли перевірку на гігієнічність, вибухопожежонебезпеку не допускається. Обладнання не повинно служити джерелом виділення в робочу зону шкідливих речовин вище ГДК. Обладнання повинно укомплектовуватись датчиками сигналізації про порушення норм режиму роботи, а в окремих випадках датчиками аварійної зупинки. Органи керування повинні забезпечувати надійність пуску і шкідливої зупинки, зусилля, які до них прикладаються повинні бути невеликими.

5.2 Виробнича санітарія

5.2.1. Мікроклімат, норми за ГОСТ 12.1.005-88

Інтенсивність теплового випромінювання, не повинна перевищувати 100 Вт/м при опроміненні не більше 25% поверхні тіла.

Оптимальні і допустимі показники температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень повинні відповідати значенням вказаним в таблиці 5.1.

Вміст шкідливих речовин в повітрі робочої зони, окисів металу та випарів ЗОР, не повинен перевищувати граничне допустимих концентрацій (ГДК), які використовуються при проектуванні виробничих приміщень (будівель), обладнання, технологічних процесів, вентиляції, для контролю за якістю виробничого осередку і вміст шкідливих речовин в повітрі робочої зони підлягає періодичному контролю, для запобігання можливості перевищення граничне допустимих концентрацій.

В наслідок роботи інструменту та обладнання при більшості операцій механічної обробки виникає виробничий пил, який може викликати професійні захворювання. Крім захворювань запиленість викликає підвищення зношування поверхонь тертя. Головним засобом боротьби з пилом та шкідливими речовинами

є вентиляція. В нашому цеху використовуємо природну та механічну вентиляцію. При природній вентиляції повітрообмін проходить за рахунок різниці температур повітря в приміщенні і зовні, а також в результаті дії швидкості повітря. В якості природної вентиляції використовуємо неорганізовану вентиляцію, при якій поступання і видалення повітря проходить через нещільності і пори зовнішніх огорожень, через вікна. В якості механічної використовуємо приточно-витяжну вентиляцію, яка забезпечує видалення шкідливих речовин і подачу в цех чистого повітря.

Перепад температури повітря по висоті робочої зони при всіх категоріях робіт допускається до 3°C.

Таблиця 5.1 – Показники мікроклімату

Період робіт	Категорія робіт	Температура, °С				Відносна вологість %		Швидкість руху повітря, м/хв			
		допуст.				оптим.	допуст.	оптим.	допуст.		
		в.м.	н.м.	в.м.	н.м.					На робочих місцях	
		оптим.		не постійні		не постійні					
Холодний	Пб	17-19	21	23	15	13	40-60	75	0,2	0,4	
Теплий	Пб	20-22	27	29	16	15	40-60	70	0,3	0,2-0,5	

5.2.2. Освітленість (СНіП II-4-79)

Виробничі приміщення промислових підприємств по задачах зорових робіт відносяться до першої групи приміщень, в яких відбувається розпізнавані об'єктів зорової роботи при фіксованому напрямку лінії зору працюючих і робочу поверхню.

Характеристика зорових робіт - високої точності (розміри об'єкт розпізнавання 0,3-0,5 мм);

- розряд зорових робіт - II;

- під розряд зорових робіт - в;
- контраст об'єкта розпізнавання з фоном - середній;
- фон - середній.

Природне освітлення (KEO_{II} , e_n^{III} , %);

при боковому освітленні $e_n^{III} = 2,5\%$.

Суміщене освітлення - при боковому освітленні, $e_n^{III} = 1,5\%$.

$$e_n^{IV} = e_n^{III} \cdot m \cdot c,$$

де e_n^{III} – значення коеф. природного освітлення в III поясі світлового клімату;

m – коефіцієнт світлового клімату;

c – коефіцієнт сонячності клімату.

Природне освітлення: $e_n^{IV} = 2,5 \cdot 0,9 \cdot 0,75 = 1,68\%$.

При виконанні робіт Пв розряду слід приймати систему комбінованого освітлення $E=2000$ лк.

Освітлення робочої поверхні, що здійснюється світильниками загального освітлення в системі комбінованого повинно складати 10% від тієї, що нормується для комбінованого освітлення при тих джерелах світла, що використовується для місцевого освітлення (лампи розжарювання).

При цьому найменші і найбільші значення освітленості від світла загального освітлення в системі комбінованого приймаємо для люмінесцентних ламп:

- найбільша 500 лм;
- найменша 150 лм.

Для загального освітлення в системі комбінованого слід передбачити газорозрядні лампи, незалежно від типу джерела світла місцевого освітлення.

Для загального освітлення слід приймати мінімальну нерівномірність освітленості в зоні розташування робочих місць, при цьому відношення максимальної освітленості до мінімальної не повинна перевищувати для робіт II

розряду при люмінесцентних лампах – 1,5.

Освітлення проходів і дільниць, де роботи не виконуються повинно складати - 25% освітлення, що створюється світильниками загального освітлення на робочому місці, але не менше 75 лк.

Показник засліпленості для світильників загального освітлення в приміщеннях не повинен перевищувати - 20.

Аварійне освітлення передбачається якщо відключення робочого освітлення може викликати:

- порушення норм обслуговування обладнання;
- тривале порушення технологічного процесу;
- порушення роботи установок вентиляції і кондиціонування повітря для виробничих приміщень.

Розрахунок загального освітлення цеху.

Для розрахунку загального рівномірного освітлення при горизонтальній робочій поверхні основним є метод світлового потоку, що враховує світловий потік, відбитий від стелі і стін.

У даному механічному цеху застосовуємо люмінесцентне освітлення.

Для освітлення застосовуємо люмінесцентні ртутні лампи низького пуску (ГОСТ 6725-74) з номінальним світловим потоком $\Phi_d = 3740$.

Визначимо необхідну кількість світильників

$$N = \frac{E \cdot S \cdot z \cdot k}{\Phi \cdot \eta \cdot n} \text{ [шт.]}, \quad (5.1)$$

де E - номінальна мінімальна освітленість. E = 200 лк;

k - коефіцієнт запасу, k = 1,5;

S - площа підлоги, S = 20·13,5=270 м²;

z - коефіцієнт нерівномірності освітлення, z = 1,1;

Φ_d - номінальний світловий потік лампи;

η - коефіцієнт використання світлового потоку ламп. η залежить від кривої КПД

і кривої розподілення сили світла світильника, коефіцієнту відбиття стелі $\rho_{\text{п}}$ і стін $\rho_{\text{с}}$, висоти підвішення світильників H_p , і показника приміщення i .

$$i = \frac{B \cdot A}{n_p \cdot (B + A)}, \quad (5.2)$$

де A і B - відповідно довжина і ширина приміщення, $A = 27$ м, $B = 10$ м.

$$i = \frac{27 \cdot 10}{4 \cdot (27 + 10)} = 1,8.$$

Приймаємо по таблицям $i = 2$; $\eta = 0,49$.

Таким чином, мають всі вихідні дані, визначаємо необхідну кількість світла:

$$N = \frac{200 \cdot 1,5 \cdot 270 \cdot 1,1}{2 \cdot 3740 \cdot 0,49} = 24,3 \text{ (шт.)}.$$

Приймаємо 24 світильники. Враховуючи розміри приміщення, кількість світильників та довжину кожного світильника, розмістимо світильники вздовж приміщення в два ряди.

5.2.3. Виробничий шум. (СНіП-3223-85)

Допустимі рівні звукового тиску в октавних смугах частот, рівні звуку і еквівалентні рівні звуку на робочих місцях в виробничих приміщеннях і на територіях підприємств представленні в таблиці 2.

В якості акустичних засобів захисту від шуму застосовуються:

- звукопоглинаючі обшивки на редукторах приводів - корпус коробки швидкостей;
- звукоізоляція каналів витяжної вентиляції багатошаровими перегородками,
- звукоізолюючі кожухи на клинопасових передачах. Коли ці засоби

виявляються не ефективними, потрібно використовувати засоби індивідуального захисту від шуму: шлеми, беруші.

Таблиця 5.2 – Нормування значень рівнів шуму

Рівень звукового тиску, дБ, в октавних смугах з середньгеометричними частотами, Гц.									Рівні звуку та еквівалентні рівні звуку, дБ(А)
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

5.2.4. Вібрації (ГОСТ 12.1.012-78)

Санітарні норми одночислових показників вібраційного навантаження оператора для довговічності зміни вісім годин приведені в таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 – Категорія вібрації по санітарним нормам і критерії оцінки

Категорія вібрації і критерій оцінки	Характеристика умов праці	Приклад джерел вібрації
3 тип "а" границя зниження продуктивності праці	Тех. вібрація, що впливає на операторів стаціонарних машин і обладнання	Верстати, вентилятори, електрообладнання

Таблиця 5.4 – Санітарні норми одночислових показників вібраційного навантаження на оператора для зміни в 8 год.

Вид вібрації	Категорія вібрації по сан. нормам	Напрямок дії	Нормативні і кореговані частоти і еквівалентні кореговані значення			
			Віброприскорення		Віброшвидкість	
			мс ²	дБ	мс	дБ
локальна	-	X _л Y _л Z _л	2,0	126	2,0	112
загальна	3 тип „а”	Z _з Y _з X _з	0,1	100	0,2	90

Якщо вище наведенні норми не забезпечуються то застосовують методи колективного захисту, що знижують параметри вібрації у напрямку її поширення.

5.3 Техніка безпеки

Електробезпека (ГОСТ 12.1.013-78)

В цехах існує небезпека ураження, так як в механічних цехах експлуатується обладнання, з використанням електричного струму високої напруги. В даному приміщенні наявні такі небезпечні фактори: наявність струмопровідних основ; можливість одночасного дотику людини до металоконструкції які мають з'єднання з землею будівель, технологічних апаратів, допоміжних механізмів з одного боку і до металічних корпусів електрообладнання з іншого.

Електрообладнання живиться від трифазних чотири-провідних мереж з заземленою нейтраллю споживчого трансформатора напругою до 1000 В (380/220В).

Виходячи з вище перелічених факторів і згідно ГОСТ 12Л.013-78, це приміщення можна класифікувати як приміщення особливо небезпечні. Тому для захисту обслуговуючого персоналу згідно ГОСТ 2Л.030-80 вибираємо такі спосіб захисту, як занулення та захисне заземлення.

На випадок обриву нульовий провід повторно заземлюється через кожних 2 метрів та перед вводом в будівлю.

Безпечна експлуатація під'ємнотранспортних засобів

Для забезпечення безпечної експлуатації під'ємнотранспортні машини постачають із засобами захисту включаючи системи дистанційного керування. Для дистанційного керування під'ємнотранспортними машинами застосовують електричні слідкуючи системи (при стаціонарному пульті керування) і радіокерування (при керуванні з різних місць). Інспекція Держнагляду й адміністрація підприємства встановлюють постійний нагляд за станом вантажопід'ємних пристроїв, канатів, ланцюгів, змінних вантажозахоплюючих органів (гаків, вантажопідйомних електромагнітів і т.п.), знімних вантажозахоплюючих пристосувань (стропів, клещей, траверс і т.п.) і тари (контейнерів), доглядом за ними і безпекою експлуатації. Зокрема, правилами Держнагляду передбачається проведення регламентованих, іспитів

вантажопід'ємних машин, що подають із погляду охорони праці в машинобудуванні найбільшу небезпеку серед усіх під'ємнотранспортних машин.

5.4 Пожежна безпека

Згідно ОНТП 24-86 виробництво на даній дільниці відноситься до категорії "Д" яка характеризується наявністю тільки негорючих матеріалів і речовин в холодному стані.

По ступеню вогнестійкості дана дільниця відноситься до II-го ступеню вогнестійкості, в якому приміщення з несучими і огорожуючими конструкціями виконано з природного або штучного матеріалу - бетону чи залізобетону.

Таблиця 5.5 – Мінімальні межі вогнестійкості приміщення згідно СНІП 2.01.02-85

Максимальна границя вогнестійкості / максимальна границя							
Стіни				Колони	Драбину, площадки, балкони	Плити, ін. несучі конструкції	Елементи покриття
Несучі	Самонеучі	Зов. несучі	Внут. несучі				
2/0	1/0	0,25/0	0,25/0	2/0	1/0	0,75/0	0,5/0

При розміщенні в одному будинку технічних приміщень з різною вибухопожежонебезпекою слід передбачити засоби по попередженню вибуху і пожежі. Такі приміщення необхідно відділяти одне від одного, а також від коридорів протипожежними перегородками слідує типів: в будівлі I ступеня вогнестійкості - протипожежними перегородками і перекриттями. Відстань до евакуаційних виходів для категорії приміщення I ступеня вогнестійкості не обмежуються густиною людського потоку в загальному проході. Кількість евакуаційних виходів слід приймати не менше 2. при проектуванні виробничого

приміщення передбачаємо безпечну евакуацію людей на випадок виникнення пожежі у відповідності з СНиП 2.01.02-85: висота від підлоги до низу виступаючих конструкцій повинна бути не менше 2,2 м, висота від підлоги до низу виступаючих частин комунікацій і обладнання в місцях регулярного знаходження людей і на шляхах евакуації - не менше 2 м.

Для запобігання пожеж в цеху необхідно провести ряд заходів безпеки, а саме:
 встановити пожежні сповісники;
 проводити своєчасні профілактичні огляди і випробування обладнання;
 оснащення дільниць засобами пожежегасіння, встановити новий комплект пожежного щита, забезпечити вільний доступ до пожежного інвентаря.

Таблиця 5.6 – Ступінь вогнестійкості, допустиме число поверхів і площа поверху в відсіку згідно СНиП 2.09.02-83

Категорія будівлі або відсіку	Допустиме число поверхів	Ступінь вогнестійкості	Площа поверху		
			однопверхових	Багатопверхових	
				На 2 поверхи	3 і більше
Д	6	1	Не обмежується		

Таблиця 5.7 Відстань від найбільш віддаленого робочого місця до виходу з приміщення

Категорія приміщення	Об'єм приміщення	Ступінь вогнестійкості будівлі	Відстань, (м) при швидкості людського потоку в загальному проході, чол/м		
			До 1	Більше 1 до 3	Більше 3 до 5
Д	Незалежно від об'єму	III	не обмежується		

5.5 Безпека в надзвичайних ситуаціях

5.5.1 Дія іонізуючих випромінювань на людей

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

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

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

дуже багато разів повторюється, то електрони не встигають рекомбінувати; молекулярні зв'язки не відновлюються; виходить з ладу велика кількість клітин; робота органів розладнується; нормальна життєдіяльність організму стає неможливою.

5.5.2 Розрахунок режимів радіаційного захисту

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

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

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

де $t_{\text{п}}=1$ год. – час початку роботи після радіоактивного забруднення;

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

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

$K_{\text{noc}}=12$ – коефіцієнт послаблення радіації виробничим приміщенням.

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

$$p_{\text{гр}} = \frac{D_{\text{дон}} \cdot K_{\text{noc}}}{1,33 \cdot \left(\sqrt[4]{t_k^3} - \sqrt[4]{t_n^3} \right)} = \frac{0,75 \cdot 12}{1,33 \cdot \left(\sqrt[4]{13^3} - \sqrt[4]{1^3} \right)} = 1,15 \text{ мР / год}. \quad (5.7)$$

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

Розрахунок режимів радіаційного захисту проведемо в такій послідовності.

Для кожної зміни визначимо час початку робочої зміни ($t_{\text{п}}$), час кінця робочої зміни ($t_{\text{к}}$), тривалість роботи зміни ($t_{\text{р}}$) та можливу дозу опромінення (D_M).

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

$$\alpha = \frac{D_{\text{доп}} \cdot K_{\text{нос}}}{1,33 \cdot p_{1\text{max}}} = \frac{0,75 \cdot 12}{1,33 \cdot 2} = 3,38. \quad (5.8)$$

Згідно довідникових даних час початку роботи першої скороченої зміни $t_{\text{п}} = 1$ год.

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

Час закінчення роботи зміни

$$t_{\text{к1}} = \left(\frac{D_{\text{доп}} \cdot K_{\text{нос}} + 1,33 \cdot p_{1\text{max}} \cdot \sqrt[4]{t_{\text{п1}}^3}}{1,33 \cdot p_{1\text{max}}} \right)^{\frac{4}{3}} = \left(\frac{0,75 \cdot 12 + 1,33 \cdot 2 \cdot \sqrt[4]{1^3}}{1,33 \cdot 2} \right)^{\frac{4}{3}} = 7,1 \approx 7 \text{ год}. \quad (5.9)$$

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

Можлива доза опромінення зміни (аналогічно (5.6))

$$D_{\text{м1}} = \frac{1,33 \cdot p_{1\text{max}} \cdot (\sqrt[4]{t_{\text{к1}}^3} - \sqrt[4]{t_{\text{п1}}^3})}{K_{\text{носл}}} = \frac{1,33 \cdot 2 \cdot (\sqrt[4]{7^3} - \sqrt[4]{1^3})}{12} = 0,746 \text{ мР}.$$

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

Час закінчення роботи зміни (аналогічно (5.9))

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

Тривалість роботи зміни $t_{p2} = t_{k2} - t_{п2} = 15 - 7 = 8$ год.

Можлива доза опромінення зміни (аналогічно (5.6))

$$D_{м2} = \frac{1,33 \cdot p_{1max} \cdot (\sqrt[4]{t_{k2}^3} - \sqrt[4]{t_{п2}^3})}{K_{носл}} = \frac{1,33 \cdot 2 \cdot (\sqrt[4]{15^3} - \sqrt[4]{7^3})}{12} = 0,75 \text{ мР.}$$

Для 3-ї зміни: $t_{п3} = t_{п2} + t_{p2} = 7 + 8 = 15$ год.

Час закінчення роботи зміни (аналогічно (5.9))

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

Тривалість роботи зміни $t_{p3} = t_{k3} - t_{п3} = 24 - 15 = 9$ год.

Можлива доза опромінення зміни (аналогічно (5.6))

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

Для 4-ї зміни: $t_{п4} = t_{п3} + t_{p3} = 15 + 9 = 24$ год.

Час закінчення роботи зміни (аналогічно (5.10))

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

Тривалість роботи зміни $t_{p4} = t_{к4} - t_{п4} = 34 - 24 = 10$ год.

Можлива доза опромінення зміни (аналогічно (5.6))

$$D_{м4} = \frac{1,33 \cdot p_{1\max} \cdot (\sqrt[4]{t_{к4}^3} - \sqrt[4]{t_{п4}^3})}{K_{\text{носл}}} = \frac{1,33 \cdot 2 \cdot (\sqrt[4]{34^3} - \sqrt[4]{24^3})}{12} = 0,748 \text{ мР}.$$

Для 5-ї зміни: $t_{п5} = t_{п4} + t_{p4} = 24 + 10 = 34$ год.

Час закінчення роботи зміни (аналогічно (5.10))

$$t_{к5} = \left(\frac{D_{\text{дон}} \cdot K_{\text{носл}} + 1,33 \cdot p_{1\max} \cdot \sqrt[4]{t_{п5}^3}}{1,33 \cdot p_{1\max}} \right)^{\frac{4}{3}} = \left(\frac{0,75 \cdot 12 + 1,33 \cdot 2 \cdot \sqrt[4]{34^3}}{1,33 \cdot 2} \right)^{\frac{4}{3}} = 45,37 \approx 45 \text{ год}.$$

Тривалість роботи зміни $t_{p5} = t_{к5} - t_{п5} = 45 - 34 = 11$ год.

Можлива доза опромінення зміни (аналогічно (5.6))

$$D_{м5} = \frac{1,33 \cdot p_{1\max} \cdot (\sqrt[4]{t_{к5}^3} - \sqrt[4]{t_{п5}^3})}{K_{\text{носл}}} = \frac{1,33 \cdot 2 \cdot (\sqrt[4]{45^3} - \sqrt[4]{34^3})}{12} = 0,7494 \text{ мР}.$$

Для 6-ї зміни: $t_{п6} = t_{п5} + t_{p5} = 34 + 11 = 45$ год.

Час закінчення роботи зміни (аналогічно (5.10))

$$t_{к6} = \left(\frac{D_{\text{дон}} \cdot K_{\text{носл}} + 1,33 \cdot p_{1\max} \cdot \sqrt[4]{t_{п6}^3}}{1,33 \cdot p_{1\max}} \right)^{\frac{4}{3}} = \left(\frac{0,75 \cdot 12 + 1,33 \cdot 2 \cdot \sqrt[4]{45^3}}{1,33 \cdot 2} \right)^{\frac{4}{3}} = 56,87 \approx 57 \text{ год}.$$

Тривалість роботи зміни $t_{p6} = t_{к6} - t_{п6} = 57 - 45 = 12$ год.

Можлива доза опромінення зміни (аналогічно (5.6))

$$D_{м6} = \frac{1,33 \cdot P_{1\max} \cdot (\sqrt[4]{t_{к6}^3} - \sqrt[4]{t_{п6}^3})}{K_{\text{посл}}} = \frac{1,33 \cdot 2 \cdot (\sqrt[4]{57^3} - \sqrt[4]{45^3})}{12} = 0,768 \text{ мР}.$$

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

ВІНТУ Матеріалознавство

ВИСНОВКИ

На підставі проведених літературних і експериментальних досліджень при виконанні магістерської кваліфікаційної роботи вирішено завдання – розробка технології підвищення якості відновлення робочих поверхонь напрямного колеса танка Т-72.

У роботі запропоновано метод додавання у наплавлений шар органічних матеріалів (нитку льону). Згідно досліджень, які були проведені в роботі встановлено, що при наплавленні дротом Св-08Г2С з додаванням нитки утворюється досить тверде покриття 45-47HRC. Це в 2 рази вище ніж при наплавленні цього ж дроту без додаткових матеріалів. Мікроструктура, що при цьому утворюється, має в наплавленому шарі евтектоїдну сталь, її перлітна структура зерен має пластинки цементиту та фериту. Цементит тонший та світліший. Але на перехідній зоні досить добре видно як структура переходить у ферито-перлітну, якою і являється основний метал.

Встановлено, що при комбінуванні органічної нитки з порошками карбїду бору та хрому (B_4C , Cr_3C_2) при наплавленні дротом Св-08Г2С утворюється шар який має твердість 55-56 HRC. Це в 2,5 рази перевищує твердість дроту, що використовувався при наплавленні. Мікроструктура при цьому перлітна яка переходить у ферито -перлітну, що зменшує небезпечні напруження розтягу у цій зоні.

Запропоновано нову технологію відновлення та зміцнення робочих поверхонь деталей. При цьому розроблено технологію підвищення зносостійкості та відновлення робочих поверхонь напрямного колеса танка Т-72.

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

Розроблено комплекс заходів щодо покращення умов роботи та охорони праці під час відновлення напрямного колеса танка Т-72.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Зенкин Н. А. Повышение эксплуатационных характеристик композиционных материалов путем оптимизации упрочняющих технологий: монография / Н.А. Зенкин, В.И. Копылов. - К.: Глав. спец. ред. лит. языками нац. меньшинств Украины, 2002. - 272 с

2. Брыков М. Н. Износостойкость сталей и чугунов при абразивном изнашивании / М.Н. Брыков, В.Г. Ефременко, А.В. Ефременко. - Херсон: Гринь Д.С., 2014. - 364 с.

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 високовуглецевих зносостійких покриттів : монографія / В. І. Савуляк, В. Й. Шенфельд — Вінниця: ВНТУ, 2016. – 124 с.

8. Тихонович В. И. Основы повышения износостойкости литых сплавов / В. И. Тихонович Сборник научных трудов. Литые износостойкие материалы. ИПЛ АН УССР, 1978. – 140с

9. Сидоров А. И. Восстановление деталей машин напылением и наплавкой / А.И. Сидоров. - М.: Машиностроение, 1987. - 192 с.

10. Гладкий П.В. Микролегирование и модифицирование износостойкого направленного металла. / П.В. Гладкий, Г.С. Микаелян // Наплавленный металл. Состав, структура, свойства. – К.: ИЭС им. Е.О. Патона, 1992. – С. 33-36.

11. Новые материалы. Под ред. Ю.С. Карabasова – М.: МИСИС, 2002 – 736 с.

12. Еремин Е. Н. Применение наночастиц тугоплавких соединений для повышения качества сварных соединений из жаропрочных сплавов / Е.Н. Еремин // Омский научный вестник. - 2009. – №3. - с. 63-67.

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

14. Паршин С. Г. MIG-сварка стали с применением наноструктурированных электродных материалов / С.Г. Паршин // Сварочное производство. - 2011. -№10. - с. 27-31.

15. Соколов Г. Н. Модифицирование структуры наплавленного металла нанодисперсными карбидами вольфрама / Г.Н. Соколов, П.В. Лысак, А.С. Трошков, П.В. Зорин и др. // Физика и химия обработки материалов. - 2009. - №6. - с.41-47.

16. 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.

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

18. Радченко М.В. Исследование структурно-фазового состояния износостойких наплавов на основе карбида вольфрама, модифицированного нанодисперсными частицами Al_2O_3 / М.В.Радченко, И.И. Ползунова, А.Н. Смирнов, В.Л. Князьков, Э.В. Козлов // ТГАСУ. – 2002. – С. 1-2.

19. Соколов Г. Н. Особенности формирования структуры и свойств наплавленных сплавов под влиянием наночастиц тугоплавких соединений / И. В. Зорин, А. А. Артемьев, В. Б. Литвиненко-Арьков, Ю. Н. Дубцов // Физика и химия обработки материалов. – 2014. – №2 – С.38-47.

20. Влияние ультрадисперсных карбидов в порошковых проволоках на свойства теплоустойчивого наплавленного металла. / И.А. Рябцев, И.А. Кондратьев, Н.Ф. Газдыра [и др.]. / Автоматическая сварка. – 2009. – №6. – С. 13-16.

21. 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.

22. Рябчиков И.В, Панов А.Г., Корниенко А.Э. О качественных характеристиках модификаторов // М. Сталь. – 2007. – №6. – с. 18 – 23

23. Гладкий П.В. Микролегирование и модифицирование износостойкого наплавленного металла. / П.В. Гладкий, Г.С. Микаелян // Наплавленный металл. Состав, структура, свойства. – К.: ИЭС им. Е.О. Патона, 1992. – С. 33-36

23. Соколов Г. Н. Влияние нанодисперсных карбидов WC и никеля на структуру и свойства наплавленного металла / Г.Н. Соколов, А.С. Трошков, В.І. Лысак и др // Сварка и Диагностика. - 2011. – №3 - с. 36-38.

24. Еремин Е. Н. Применение наночастиц тугоплавких соединений для повышения качества сварных соединений из жаропрочных сплавов / Е.Н. Еремин // Омский научный вестник. - 2009. - №3. - с. 63-67.

25. Паршин С. Г. MIG-сварка стали с применением наноструктурированных электродных материалов / С.Г. Паршин // Сварочное производство. - 2011. - №10. - с. 27-31.

26. Соколов Г. Н. Модифицирование структуры наплавленного металла нанодисперсными карбидами вольфрама / Г.Н. Соколов. П.В. Лысак. А.С. Трошков. П.В. Зорин и др. // Физика и химия обработки материалов. - 2009. - №6. - с.41-47

27. Павлов, И. А. Оптимизация параметров режима электроконтактной наплавки порошковыми материалами / И. А. Павлов // Наука – перші кроки : тези доп. ІХ регіон. студент. наук.-техн. конф. (Маріуполь, 20-24 квітня 2015 р.) : в 3 т. / ДВНЗ «ПДТУ». – Маріуполь, 2015. – Т. 1. – С. 291.

28. Анамат, Е. А. Особенности наплавки ленточным электродом под слоем флюса / Е. А. Анамат // Наука – перші кроки : тези доп. ІХ регіон. студент. наук.-техн. конф. (Маріуполь, 20-24 квітня 2015 р.) : в 3 т. / ДВНЗ «ПДТУ». – Маріуполь, 2015. – Т.1. – С. 304–305.

29. Вангельев, А. В. Исследование и разработка технологии наплавки чаши засыпного аппарата доменной печи / А. В. Вангельев // Наука – перші кроки : тези доп. ІХ регіон. студент. наук.-техн. конф. (Маріуполь, 20-24 квітня 2015 р.) : в 3 т. / ДВНЗ «ПДТУ». – Маріуполь, 2015. – Т. 1. – С. 299–300.

30. Зернин Е.А. Способы модифицирования наплавленного металла наноструктурированными порошками для увеличения механических свойств сварных соединений / Е. А. Зернин, А. М. Кузнецов // ННГПУ. – 2000. – С 1-

31. Жук, Е. Анализ гранулометрического состава порошка электродов для наплавки антифрикционных материалов / Е. Жук // Наука – перші кроки : тези доп. ІХ регіон. студент. наук.-техн. конф. (Маріуполь, 20-24 квітня 2015 р.) : в 3 т. / ДВНЗ «ПДТУ». – Маріуполь, 2015. – Т. 1. – С. 298.

32. Курлов А. С., Гусев А. И. Фазовые равновесия в системе W-C и карбиды вольфрама. Успехи химии. – 2006. – т.75. – №7. – С.687-700.

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

34. Вайнерман А. Е., Беляев Н. В. Аргонодуговая наплавка порошков на основе карбида вольфрама на сталь для получения износостойких покрытий. Вопросы материаловедения. –2002. – №2. с. 43-46.

35. Комшуков В. П., Черепанов А. Н., Протопопов Е. В. Модифицирование металла нанопорошковыми инокуляторами в кристаллизаторе сортовой машины непрерывного литья заготовок. Теоретическое обоснование. // Изв. ВУЗов. Черная металлургия. – 2008. – №8. с. 10-11.

36. Гушин Д. А., Гребенчук В. Г., Гребенчук И. В. Анализ и поиск перспективных направлений комплексного модифицирования металла сварных швов при автоматической сварке под флюсом мостовых металлоконструкций // Научные труды ОАО ЦНИИС. – Выпуск №261. – С.18-25.

37. Рыбалка, А. А. Исследование наплавки под флюсом ленточным электродом с механическим переносом электродного металла / А. А. Рыбалка // Наука – перші кроки : тези доп. IX регіон. студент. наук.-техн. конф. (Маріуполь, 20-24 квітня 2015 р.) : в 3 т. / ДВНЗ «ПДТУ». – Маріуполь, 2015. – Т. 1. – С. 311

39. Лупинов, Е. В. Повышение стойкости инструмента за счет наплавки режущей поверхности при производстве накладок / Е. В. Лупинов // Наука – перші кроки : тези доп. XIII регіон. студент. наук.-техн. конф. (Маріуполь, 22-26 квітня 2019 р.) : в 4 т. / ДВНЗ «ПДТУ». – Маріуполь, 2019. – Т. 1. – С. 134–135.

40. Логвинов Ю. В. Теоретические основы защиты от вредных веществ при наплавке в процессе упрочнения металлургических машин / Ю. В. Логвинов // Захист металургійних машин від поломок: зб. наукових праць / ПДТУ. - Маріуполь, 2010. - Вип. 12. - С. 47-49.

41. Стогний, Ю. Д. Исследование особенностей получения стали с заданным уровнем механических свойств / Ю. Д. Стогний, А. П. Стовпченко, Ю. Н. Грищенко // Вісник Приазовського державного технічного університету : зб. наук. праць / ПДТУ. – Маріуполь, 2010. – Вип. 21. – С. 10–13. – (Серія : Технічні науки).

42. Ткаченко, И. Ф. О природе влияния легирующих элементов на кинетику распада переохлажденного аустенита / И. Ф. Ткаченко, К. И. Ткаченко // Вісник Приазовського державного технічного університету : зб. наук. праць / ПДТУ. – Маріуполь, 2003. – Вип. 13. – С. 123–126.

43. 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.

44.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.

45. Інтернет ресурс: <https://evmaster.net/svarochnaya-provoloka-sv08g2s>

46.Інтернет ресурс: <https://svyatik.org/ua/view.php?id=194>

47. 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./

48.Горбацевич А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроение [Учебное пособие для машиностроительных спец. вузов]. Изд. 4-е перероб. и доп./ А. Ф. Горбацевич, В.А. Шкрет – М.: Вып. Школа, 1983г.

48.Барановский Ю.В. Режимы резания металлов / Ю. В. Барановского. -М.: Машиностроение, 1972. - 407 с.

49.Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Наплавлення і напилювання» студентами спеціальності 132 – «Матеріалознавство» / Укладач О. П. Шиліна. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 34 с.

50. Інтернет ресурс: <https://helpiks.org/4-113627.html>

51.Дебіро О.В. Основи технології машинобудування. Частина 2 : практикум/ Дерібо О. В., Дусанюк Ж. П., Сухоруков С. І. — Вінниця : ВНТУ, 2015. — 116 с.

52. Інтернет ресурс: <https://studfile.net/preview/5471219/>

53.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.

54. Афтандіянц Є.Г., Зазимко О.В., Лонатько К.Г. Матеріалознавство: Підручник / Є.Г. Афтандіянц, О.В. Зазимко, К.Г. Лопатько. - Херсон: Олді-плюс, Київ: Видавництво Ліра-К, 2013. - 612 с.

55. 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»

56. Машиностроение. Энциклопедия / Ред. совет: К. В. Фролов (пред.) и др.-М.: Машиностроение. Оборудование для сварки. Т. IV-6/ В. К. Лебедев, С. И. Кучук-Яценко, А. И. Четверо и др.; Под ред. Б. Е. Патона. 1999. - 496 с, ил.

57. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т./ Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1985. - 496 с.

58. Справочник технолога-машиностроителя. В двух томах. Изд. 3-е переработ. Том 1. Под ред. А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985.

59. Кавецький В.В. Економічне обґрунтування інноваційних рішень в машинобудуванні : навчальний посібник / В. В. Кавецький, В. О. Козловський – Вінниця: ВНТУ, 2015. – 100 с.

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

61. Атаманчук П.С., Мендерецький В.В., Панчук О.П. Практикум з безпеки життєдіяльності та охорони праці: Навчально-метод. посібник – Кам'янець-Подільський: ВОП Сисин О. В. , 2007 . -140 с

ВНТУ Матеріалознавство

ДОДАТКИ

Додаток А

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ГМ
д.т.н.,акад. _____ Л.К. Поліщук
«__» _____ 2019 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ
на магістерську кваліфікаційну роботу
ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВІДНОВЛЕННЯ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ
КОЛЕСА НА ПРЯМНОГО ТАНКА Т-72
08 – 27. МКР.01.00.000 ТЗ

Керівник: д.т.н. проф.каф. ГМ
_____ В.І. Савуляк
Виконав: ст.гр. 13В-18м
_____ О.В.Довгань

Вінниця 2019

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 № 254 від «02» жовтня 2019 року.

1 Назва та об'єкт проектування

Назва: Підвищення якості відновлення робочих поверхонь колеса напрямного танка Т-72

Умовне позначення: 08-27.МКР.001.00.000 ТЗ

Деталь « Напрямне колесо танка Т-72 » 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 якості точності механічної обробки відповідають параметрам шорсткості. Вони можуть бути забезпечені на верстатах.

2 Мета, завдання, призначення та джерела розробки

Розробка технологічного процесу проводиться на основі завдання на магістерську кваліфікаційну роботу згідно наказу ректора ВНТУ №254 від 02.10.19 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 танка Т-72, проведення необхідних розрахунків оптимальних режимів обробки та модернізації відновлення.

Мета і завдання досліджень. підвищення якості відновлення робочих поверхонь колеса напрямного танка Т-72 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 танка Т-72.
- 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 комплекту документів “Єдина система конструкторської та технічної документації”;
- загальні правила розробки технологічних процесів і вибір засобів технологічного оснащення ГОСТ 14.301-83;
- ДЕСТ 14.305-93 – Правила вибору технологічної оснастки;
- технічна література довідникові видання.

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

2. Гайдамак О. Л. Вузли та деталі ремонтного виробництва автотракторної техніки. – Навчальний посібник / О.Л. Гайдамак, В.І. Савуляк – Вінниця: УНІВЕРСУМ. 2005. – 92 с.

3. Горбацевич А.Ф. Курсовое проєктирование по технологии машиностроения / А.Ф. Горбацевич, В.А. Шкред. – Минск: Выш. школа, 1983. – 243 с.

4. Козловський В. О. Техніко-економічні обґрунтування та економічні розрахунки в дипломних проєктах і роботах. Навчальний посібник. / В. О. Козловський - Вінниця: ВДТУ, 2003. – 75 с.

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

6. 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.

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

8. 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.

9. Шиліна О.П. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Напрявлення і напилювання» студентами напряму підготовки 6.050504 – Зварювання / Уклад. О.П. Шиліна. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 34 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 танка Т-72 – 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:

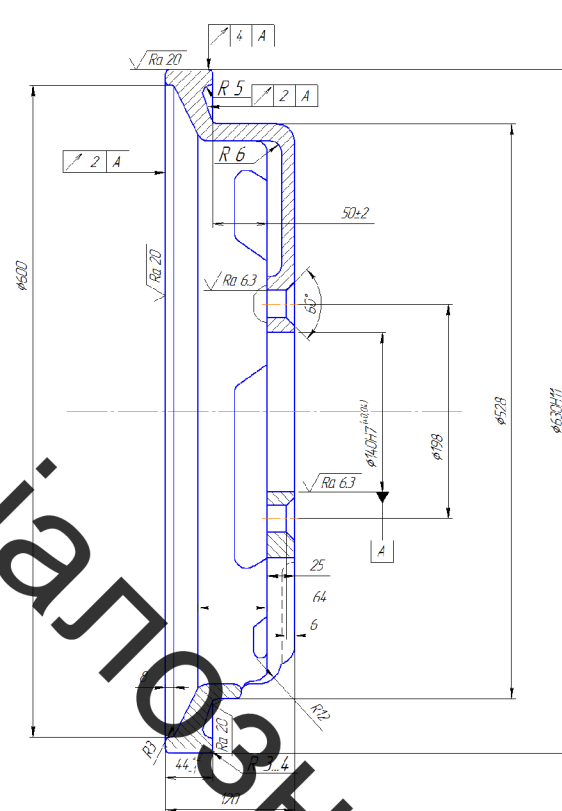
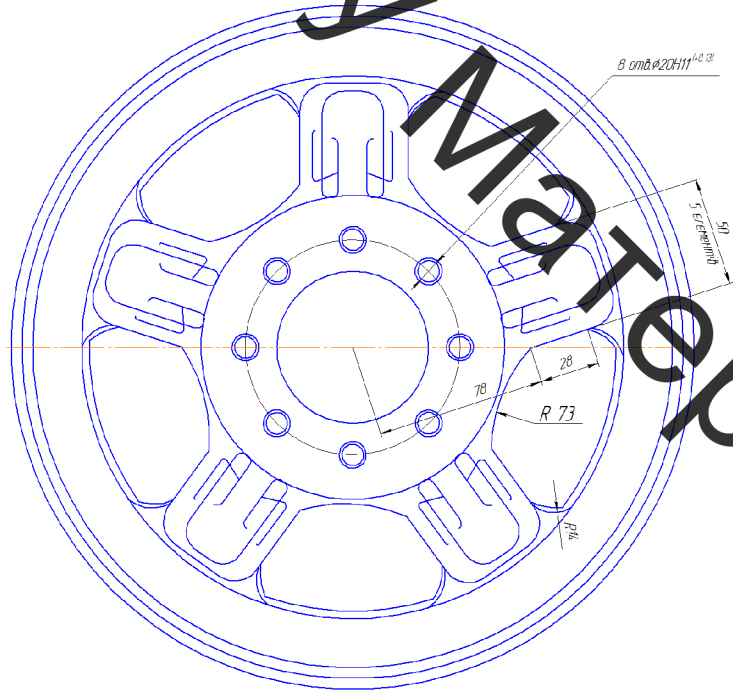
- техніко-економічне обґрунтування технологічного процесу відновлення колеса напрямного танка Т-72;
- розробка основної проектної задачі;
- технологічне проектування технологічного процесу;
- економічна ефективність розробок
- охорона праці, навколишнього середовища та ЦО;

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 9327-9

08-27. МКР.001.01001



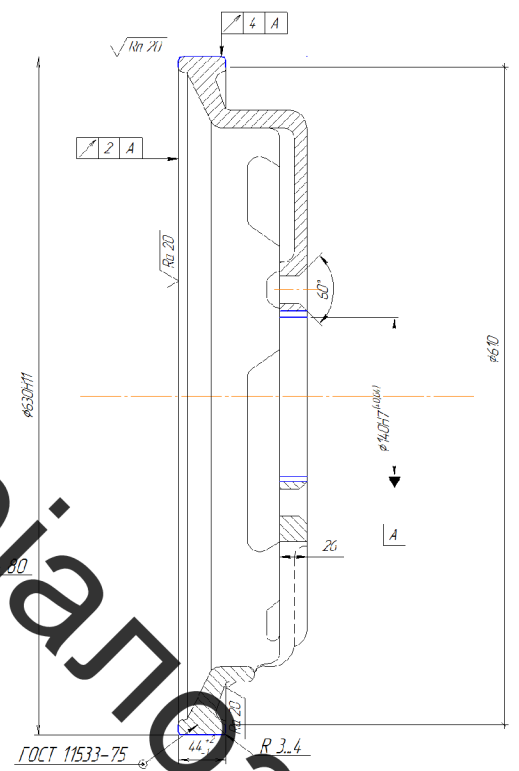
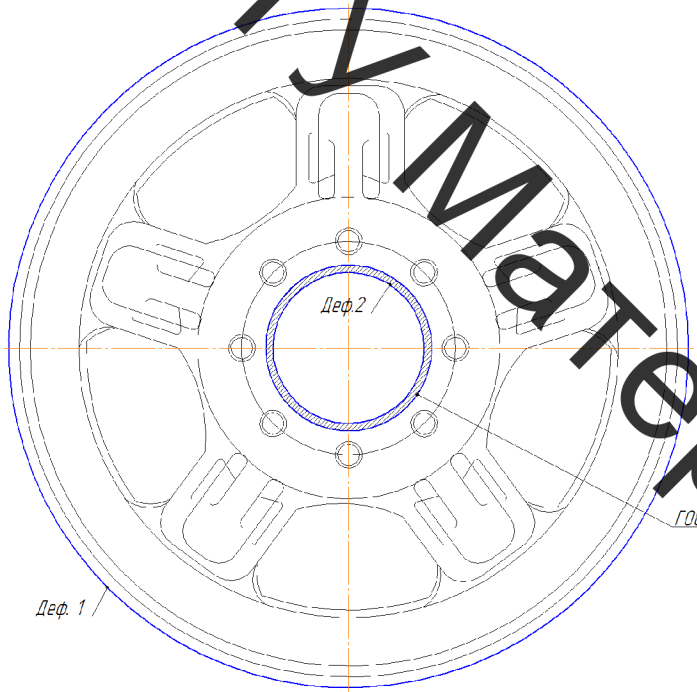
- 1. 45-55 HRC
- 2. Матеріал замічник - сталь 40ХС ГОСТ 2590-88
- 3. H14, h14, IT7
- 4. Невказані радіуси 2.5

08-27. МКР.001.01001		Лист	Колесна	Колесна
Колесо напрямне		11	11	11
Сталь 40ХС ГОСТ 2590-88		13В-18М	1	1
Котировка		Фигурка А1		

ВНТКУМатеріалознавство

08-27. МКР.001.001Р

√ Ra 25



Лист 1 з 1
Стр. 1 з 1

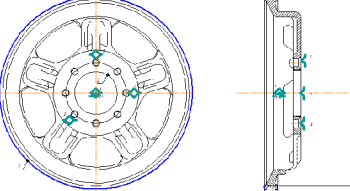
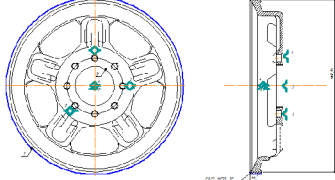
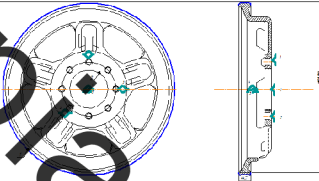
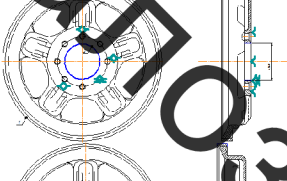

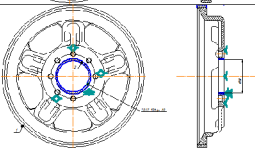
Лист 1 з 1
Стр. 1 з 1

Наименование № префекты	Классификация поверхности		Основной способ изготовления деталей	Допустимый способ изготовления деталей
	Средняя шероховатость	Максимальная шероховатость		
Знак овала по заданному диаметру до размера менее $\phi 630$ мм	0,58	0,91	Автоматическое изготовление на станках по ГОСТ 11533-75	После шлифовки до заданного диаметра по ГОСТ 11533-75
Знак выпуклости или впадины по заданному диаметру	0,42	0,70	Автоматическое изготовление на станках по ГОСТ 11533-75	После шлифовки до размера $\phi 630 \pm 2$

Классификация по шероховатости поверхности (Ra) и по форме (R) и (F) указана в соответствии с требованиями ГОСТ 11533-75. Размеры по заданному диаметру менее $\phi 630$ мм по партии до партии менее 4×10^4. Точностный маршрут указывается на отдельном листе.

Технічні вимоги.
1. 4,5-5,5 HRC
2. Матеріал заміник - сталь 40ХС ГОСТ 1045-87
3. Шліфування $IT14$

08-27. МКР.001.001Р				Дат.	Маса	Маса
Висл.	Висл.	Висл.	Висл.	Висл.	Висл.	Висл.
Колесо напрямне ремонтне креслення				Лист	12	
Сталь 40ХС ГОСТ 4543-71				Лист	13В-18М	
Класифікація				Висл.	11	

№	Назва операції та зміст переходу	Ескіз обробки та схема установки	Обладнання
005	Монтажна 1. Встановити та закріпити деталь 2. Чистити деталь розчином АМ-Б		Струменева камерна машина ОМ-4610
010	Дефектаційна Провести дефектацію деталі		Стіл для контролю
015	Точарна 1. Встановити та закріпити деталь 2. Точити поверхню 1 до $\phi 610$ мм 3. Зняти деталь		1. Точарний верстат моделі 16К40П.
020	Наплавлявальна 1. Встановити та закріпити деталь 2. Наплавити поверхню 1 до $\phi 632,69$ 3. Зняти деталь		1. Установка для електродугового наплавлення під шаром флюсу А409
025	Термічна 1. Встановити деталь 2. Віджук поверхню 1 при $t = 500^\circ\text{C}$ 3. Зняти деталь.		Піч з всушнім подом СД0 - 7.30.7/6 И2
030	Точарна 1. Встановити та закріпити деталь 2. Точити поверхню 1 до $\phi 630,94$ мм параледе 3. Точити поверхню 1 до $\phi 630$ чистоде 4. Зняти деталь.		Точарний верстат моделі 16К40П.
035	Разточна 1. Установити та закріпити деталь 2. Разточити поверхню 2 до $\phi 148$ 3. Зняти деталь		Разточний верстат СК.АА64.5131
040	Сварна 1. Нагріти заготовку до температури 100°C 2. Встановити ремонтну втулку 3. Обварити втулку 4. Зняти деталь.		Газовий палик Зварювальний апарат ММА - 250А
045	Разточна 1. Установити та закріпити деталь 2. Разточити поверхню 2 до $\phi 140$ 3. Зняти деталь.		Разточний верстат СК.АА64.5131
050	Термічна 1. Встановити деталь 2. Віджукати поверхню 1 при температурі 650°C з наступним охолодженням в настилі 3. Зняти деталь		Піч з всушнім подом СД0 - 7.30.7/6 И2
055	Контрольна 1. Встановити деталь 2. Виконати контрольні заміри поверхні 1 та 2 згідно ремонтного креслення 3. Зняти деталь		Контрольний стіл

08-27. МКР. 001.01.00 П/1

Лист 1 з 1
Стор. №
Дет. №

08-27. МКР. 001.01.00 П/1

Маршрут обробки

№	Пункт	Год.	Дат.
1	1		
2	2		
3	3		
4	4		
5	5		
6	6		
7	7		
8	8		
9	9		
10	10		

138 - 18м

Форм. А1