

**Вінницький національний технічний університет**  
**Факультет машинобудування та транспорту**  
**Кафедра галузевого машинобудування**

# **Магістерська кваліфікаційна робота**

**на тему:**

**ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВІДНОВЛЕННЯ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ КОЛЕСА  
ПРИВОДУ ТРАНСМІСІЇ ТАНКА Т-62**

**Виконав: ст. гр. 13В-18М Криворучко В.О.**  
**Керівник: к.т.н., доц. Бакалець Д.В.**

**Вінниця ВНТУ – 2019**

**Мета роботи:** Підвищення якості відновлених поверхонь колеса приводу трансмісії танка Т-62 шляхом наплавлення покриттів з гартівними структурами

**Об'єкт дослідження** – процес отримання гартівних структур при наплавленні.

**Предмет дослідження** – механізм впливу інтенсивного охолодження та легування вуглецем в процесі наплавлення на утворення гартівних структур .

**Завдання:**

- Провести якісний аналіз наукових джерел щодо розв'язання проблеми створення ефективних покриттів з гартівними структурами;
- Дослідити можливість отримання гартівних структур шляхом наплавлення з супутнім інтенсивним охолодженням;
- Дослідити можливість збільшення твердості за рахунок додавання легуючих елементів в рідину для охолодження та провести дослідження структури та властивостей отриманих наплавлених покриттів;
- Розробити технологічний процес наплавлення для підвищення якості відновлення робочих поверхонь колеса приводу трансмісії танка Т-62.
- Провести економічне обґрунтування процесу відновлення та розрахувати економічний ефект від запровадження запропонованих технологій
- Розробити комплекс заходів щодо покращення умов роботи та охорони праці під час відновлення робочих поверхонь колеса приводу трансмісії танка Т-62

**Актуальність проблеми.** Сучасні дослідження та виробнича практика показали, що більша частина деталей виходить з ладу і підлягають заміні через незначне зношення робочих поверхонь, що за звичай по вазі не перевищує 1% вихідної маси деталі. Разом з тим 65-75% зношених деталей не мають інших невідправних дефектів і тому придатні для повторного використання після їх відновлення. Тому організація відновлення зношених деталей є не тільки економічно доцільним напрямком розвитку ремонтного виробництва, а й дає технічну можливість покращити експлуатаційні властивості поверхонь після відновлення, що є актуальним у наш час.

**Наукова новизна.** Під час виконання роботи вдалося отримати результати які мають наукову новизну. А саме:

1. Встановлено закономірності впливу охолодження та легування на процес формування наплавленого покриття та зміну його механічних властивостей за рахунок утворення гартівних структур.
2. Доведено можливість зниження напружень та деформацій за рахунок розробленої технології наплавлення зубців зубчастого колеса з пропусками зубців.

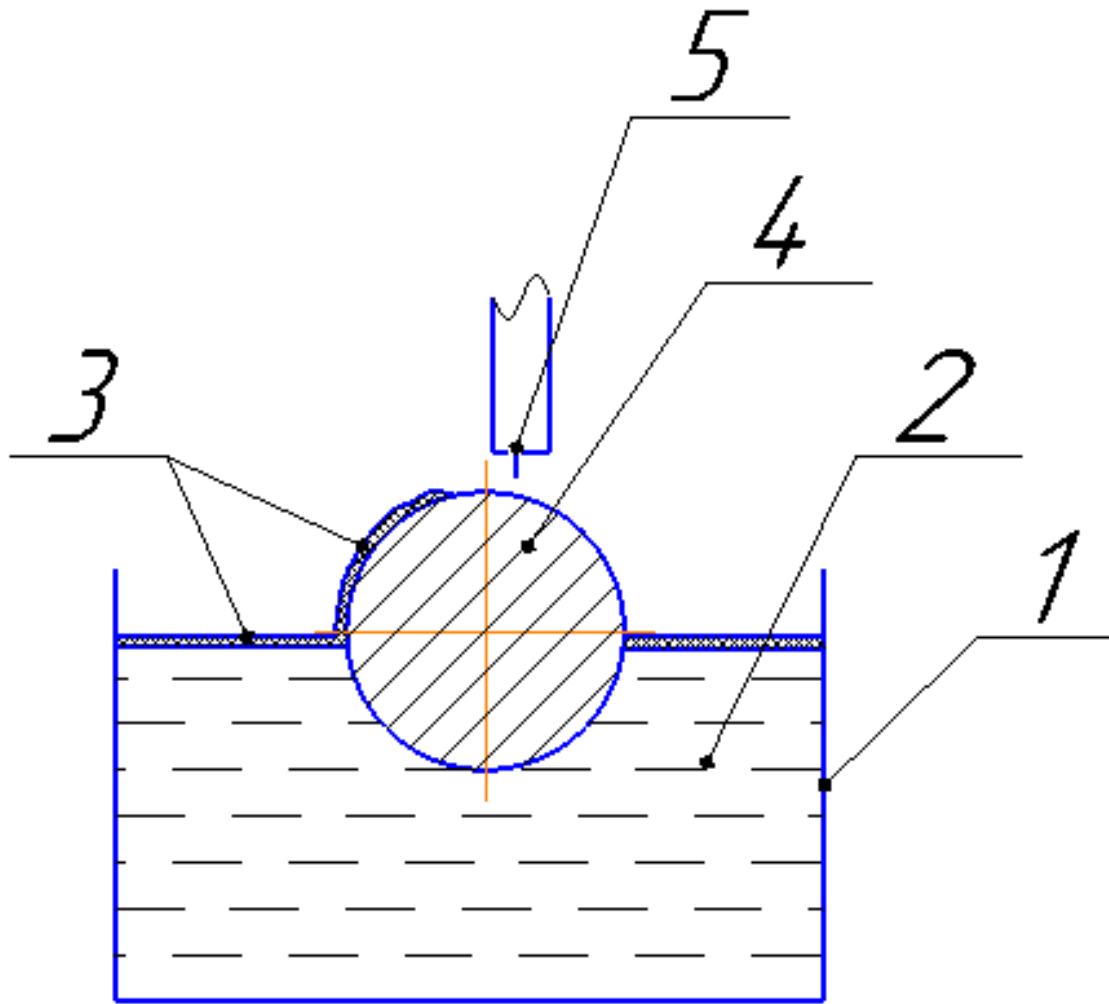


Рисунок 1 – Схема наплавлення з додаванням графіту: 1 – ванна з рідиною; 2 – охолоджувальна рідина; 3 – подрібнений графіт; 4 – деталь що наплавляється; 5 – муштук.

Метою наукової роботи є дослідження процесу утворення гартівних структур у металі при зварюванні з примусовим охолодженням, та вплив додавання графіту на легування наплавленого шару



Рисунок 2 – Дріт марки СВ-08Г2С

Для наплавлення деталі з інтенсивним охолодженням було виготовлено пристосування у вигляді ванни і встановлено на установку УД-209М.



Рисунок 3 – Установка для наплавлення з водяним охолодженням

При наплавці деталі без охолоджувальної рідини, нагрілась до світло червоного кольору що становить 800-900°C наплавлення проводилась дротом СВ-08Г2С.



Рисунок 4– Наплавлення без охолоджувальної рідини



Рисунок 5 – мікро-структура покриття без охолодження



В подальшому ванну наповнили охолоджувальною рідиною та продовжили наплавлення. В результаті процес йшов не стабільно тому були змінені режими наплавки, а саме збільшилась сила струму, та швидкість подачі дроту. Завдяки цьому вдалось отримати якісне наплавлене покриття без перегріву матеріалу деталі



Рисунок 6 – Покриття після наплавлення з охолодженням

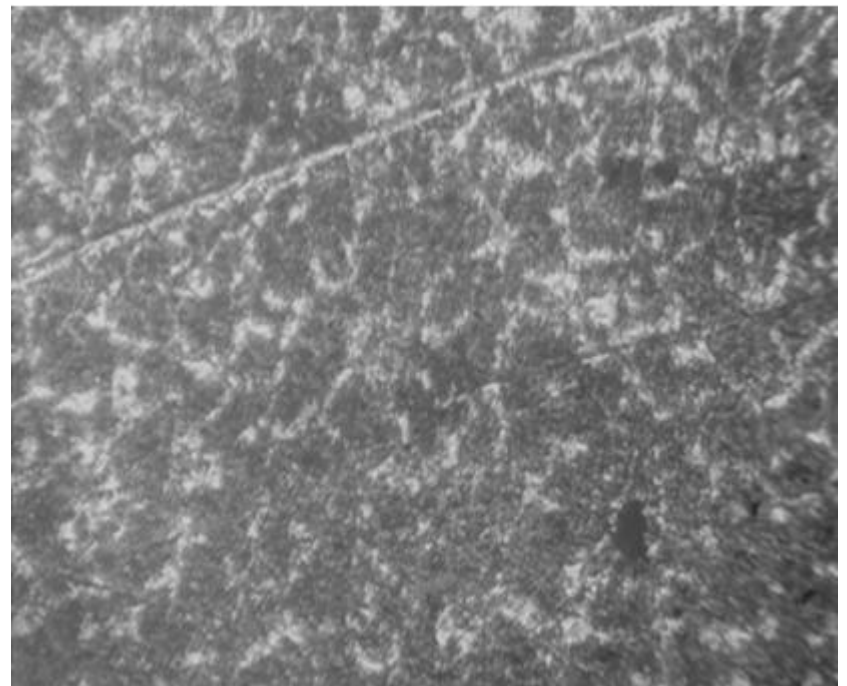


Рисунок 7 –структура наплавленого шару в охолоджувальній рідині.

Для збільшення кількості вуглецю в наплавленому шарі і відповідно збільшення його твердості у зварювальну ванну було вирішено додати його у вигляді подрібненого графіту

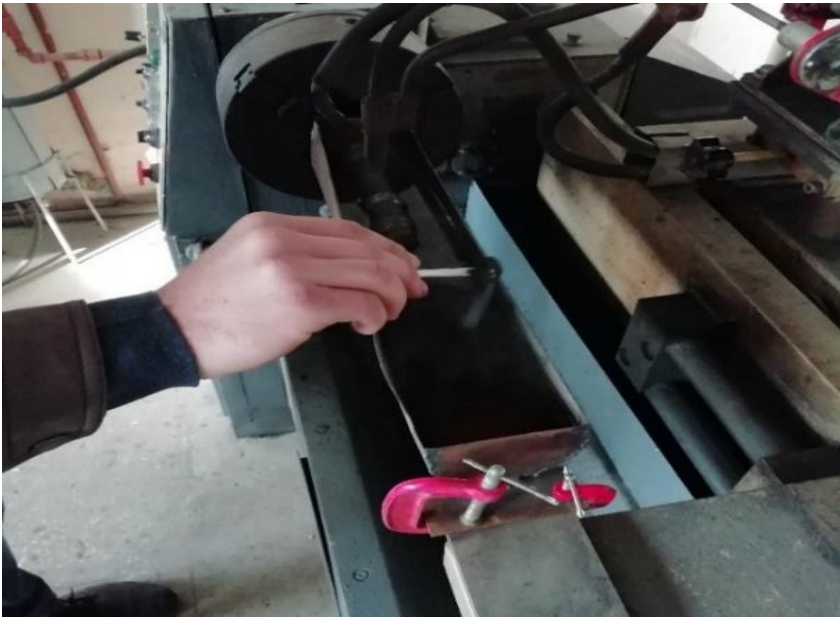


Рисунок 8 – Додавання вуглецю у рідину



Рисунок 9 – структура метелу при додаванні вуглецю у рідину

Наявність графіту який налипав на поверхню деталі що наплавлялась не впливала на стабільність процесу наплавлення. Однак після проходження певного часу вода нагрівалась і з поверхні деталі що контактувала з водою почали виділятися бульбашки пари, що відтісняли графіт від деталі.



У діаграмі показано результати виміру твердості у зразках з різними умовами наплавлення



## Технологічна частина

### Вузол та умови роботи приводного колеса танка Т-64

Зубчасте колесо у вузлі знаходиться у відкритому стані, встановлюється на підшипники кочення. Колесо має 23 зуби. Зубчасте колесо відіграє роль ведучого колеса яке передає оберти від вала до ланцюга, який в свою чергу перетворює оберти зірочки в поступальний рух агрегата. Виготовлена з легованої сталі 40Х .

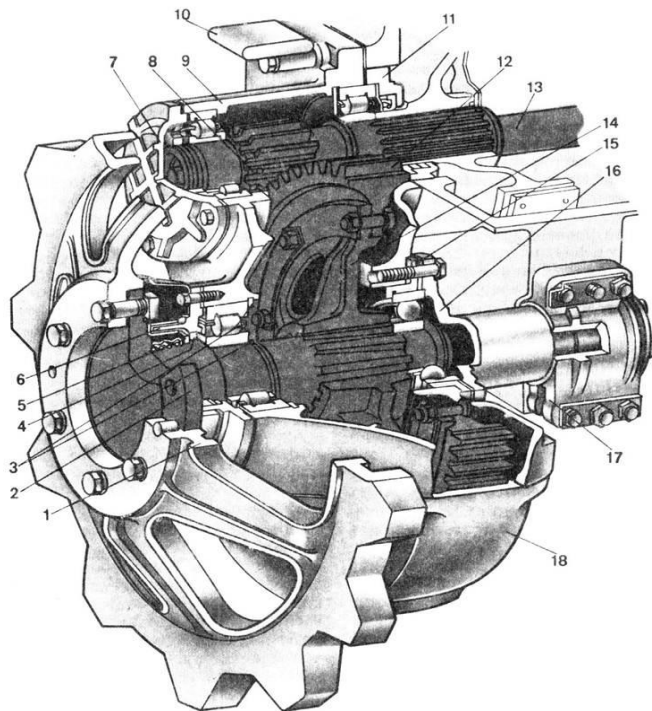


Рисунок 11- Вузол приводу

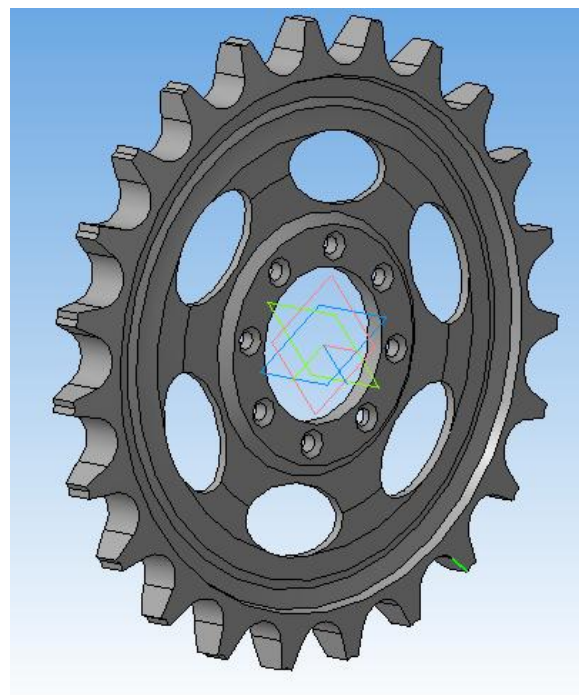
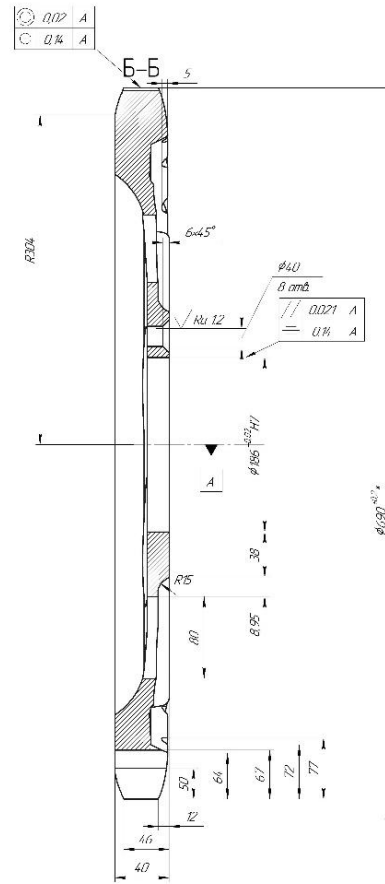
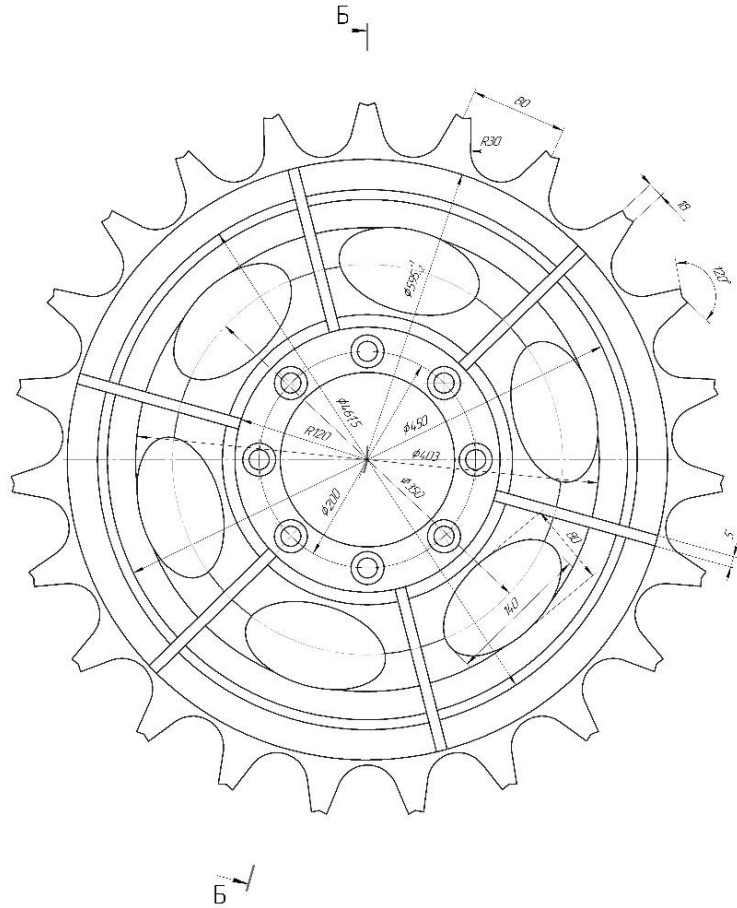


Рисунок 12 - 3Д модель колеса приводу

# Робоче креслення

08-27.МКР.002.00.000

✓ 10/25/1



Модуль	m	В
Кількість зубів	z	23
Площини контур	-	500
Коефіцієнт зміцнення	x	0,25
Ступінь точності за ГОСТ 1643-81	-	0,02
Линійна шліфувальна шліфувальна	W	
Довжина на калібрування за об'єм колеса	F	
нижньої відміли	f	0,1%
Довжина на розійдення діаметр	F	0,1%
Відхилення осового кроку	f	0,1
Вільний діаметр	d	595

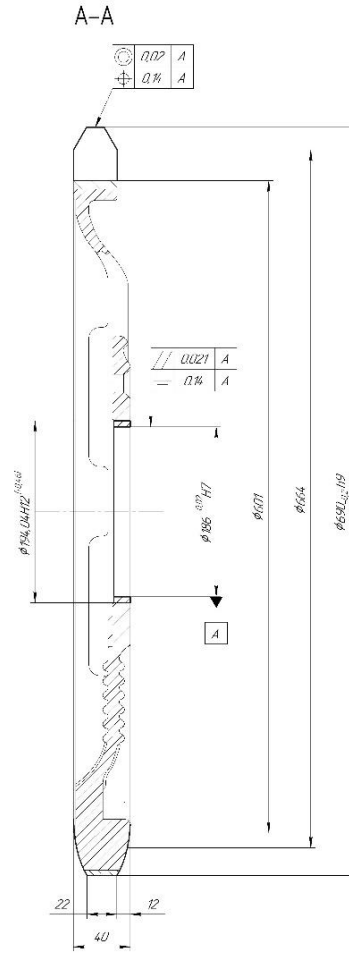
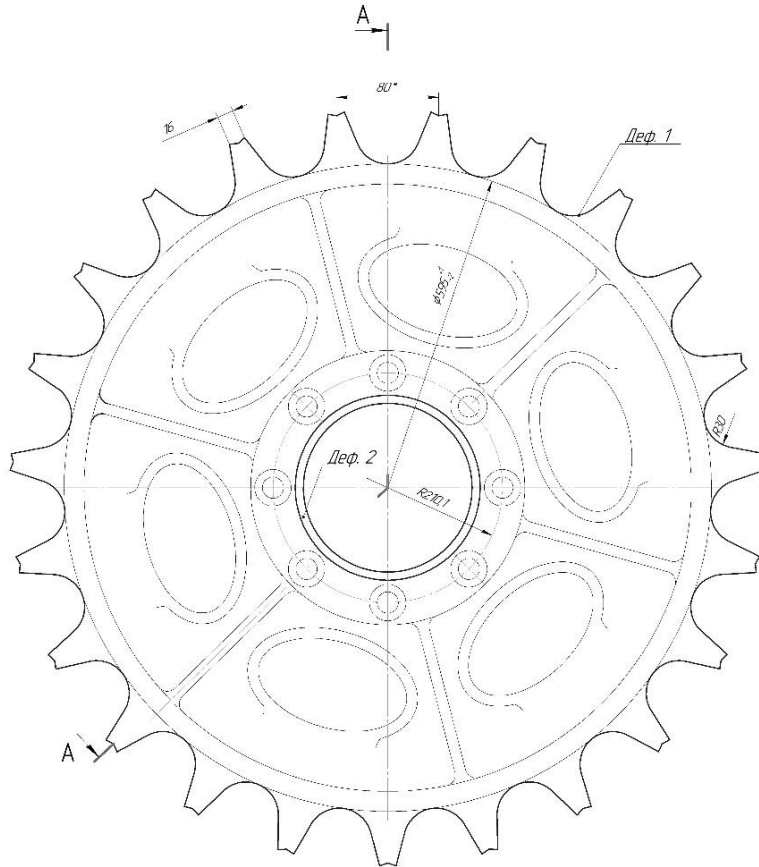
- На робочих поверхнях зубів і шліфувальна твердість >460 НВ. Підприємства на власних підприємств твердість >220 НВ після напалювання без попередньої термообробки.
- Відхилення двох лобів відстаней від осі колеса доводимою допусків не більше 2 мм.
- \* Розміри дані до обробки.
- Шорсткість відхилення поверхонь не більше  $\sqrt[3]{Ra 6,3}$ .
- На фасках радіуси 2,5 мм.

				08-27.МКР.002.00.000		
№ п/п	Вид	Відомості	Лист	Знак	Кількість	Масова
				<b>Ведуче колесо</b>		
				№	№	21
				№	№	1
				Сталь 40Х ГОСТ 1050-88		
				ІННІУ		
				ст.зд. 138-18м		
				Калібри		
				Лист № 1		

# Ремонтні креслення

08-27МКР.002.00.000 Р

√ Ra 12.5/1



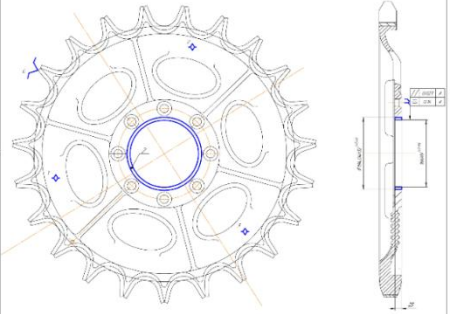
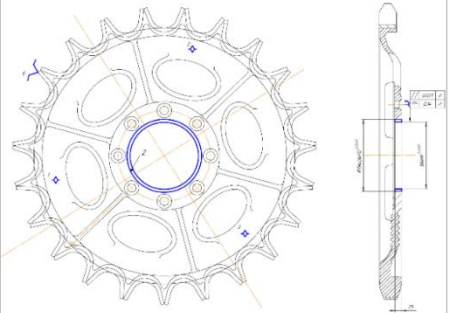
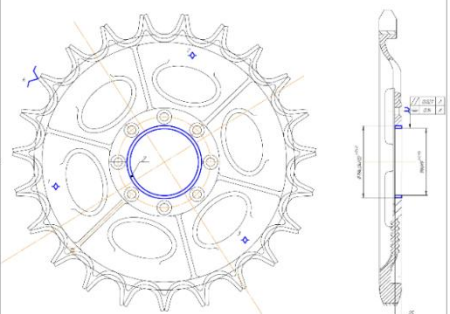
№	Найменування дефекту	Коефіцієнт обертання дефекту		Особливий тип і місце утворення дефекту	Діагностика і методи усунювання дефекту
		Відсоток	кількість		
1	Знос, вилив по ширині до розміру менше 75мм	0,9	10	Нормальні умови експлуатації	Притрати вантажу приблизно 15 тб - 08.25.1387.226-70 в 032 ГОСТ 18750-95
2	Знос по довжині кінця кінця до розміру менше 187 мм	0,9	1	Встановлення ремонтної втулки	Накладко ступень в середній зоні між коліс

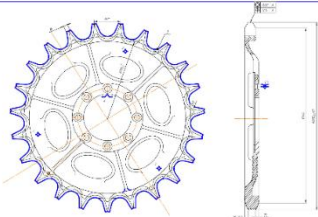
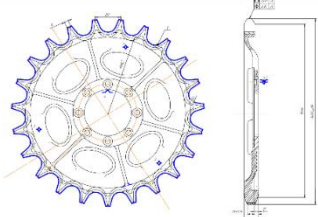
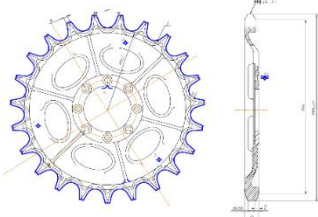
Колесо не призначене на відновлення якщо зуби відриваються, при необхідності протидія якої проводиться через відновлення опори вала по зовнішньому діаметру менше 670 мм по діаметру впадин - менше 583 мм по ширині - по таблиці менше 70 мм. Технічні умови ремонту та вимоги по стану вказані в таблиці технічних умов.

1. На робочих поверхнях зубів і впадин твердість - HRC 17B. Допускається на інших поверхнях твердість - HRC 22B після напівжару без нагрівальної термообробки.
2. Відстань між лоток впадин між колесами впадини і впадини менше 2 мм.
3. \* Розміри для впадин.
4. Спостереження виконані по ГОСТ 10513-75.
5. Не вказані умови 2,5 мм.
6. Шорсткість відновлених поверхонь не більше √ Ra 6.3

08-27МКР.002.00.000 Р					
№	Висота	№ документа	Дата	Лист	Знак
1	1	08-27МКР.002.00.000 Р	2013	1	21
Ведуче колесо (ремонтні креслення)					
Сталь 40Х				ВНТЧ стор. 137-138	
Корекція				Лист 1	

# Маршрутна карта технологічного процесу

№	Назва операції та зміст переходу	Єкзи обробки та схема установки	Обладнання
005	Миття Мити відливе колеса в розчин синтетичних миючих засобів		Струменева камерна машина ОМ-4610
010	Дефектація 1. Заставити деталь. 2. Вибити дефекти деталі забитим штифтом. 3. Виміряти контрольні розміри		Контрольний стіл
015	Роточна 1. Заставити по закріпці деталь у планшайбі. 2. Фрезерувати поверхню 2 заодно креслення. 3. Зняти деталь.		Роточний верстат ОК4664.501
020	Слюсарна 1. Заставити по закріпці деталь. 2. Фрезерувати отвір. 3. Обробити отвір по контуру. 3. Зняти деталь.		Прес РР40 Автомат ПАТОН АШ 115 М2
025	Роточна 1. Заставити по закріпці деталь у планшайбі. 2. Точити поверхню 2 заодно креслення. 3. Зняти деталь.		Роточний верстат ОК4664.501

№	Назва операції та зміст переходу	Єкзи обробки та схема установки	Обладнання
030	Фрезерування 1. Заставити по закріпці деталь. 2. Фрезерувати поверхню 1 в 2 кроки заодно креслення.		Струменева камерна машина ОМ-4610
035	Напівавтоматичне металобиття поверхню 1 до Ш688.5		Автомат ПАТОН АШ 115 М2
040	Фрезерування 1. Заставити по закріпці деталь. 2. Фрезерувати з'їди 1 по контуру за закріпкою по єкзиці. 3. Зняти деталь.		1. Фрезерний верстат з ЧПУ АС-400 ОК
045	Хімічна термічна Голова цементація відновлених зубчасті колеса поміщують в соляну ванну з розчином солі при температурі 210-220 °С і гартують протягом 35 год при температурі 800-820 °С.		Штанга ПЧ
050	Контрольна 1. Заставити деталь. 2. Виміряти контрольні розміри. 3. Зняти деталь.		Контрольний стіл



## Моделювання процесу наплавлення за допомогою програми ANSYS

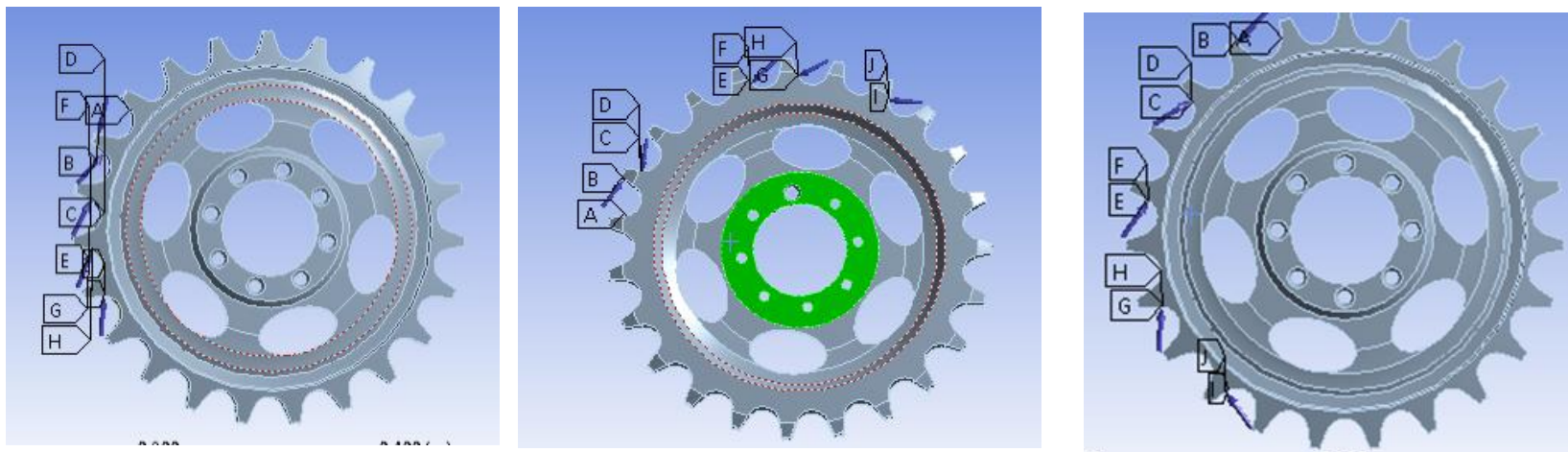
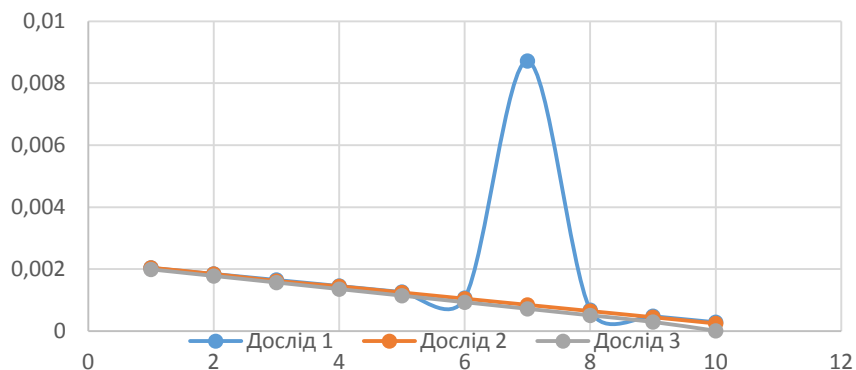


Рисунок 13 –Моделювання процесу відновлення :

а – з послідовним наплавленням зубців; б – наплавка 2-х зубців послідовно з пропуском 2-х; в – наплавленням зубців з пропуском

Коефіцієнт деформацій при наплавці



З графіка можна зробити висновок що самим оптимальна послідовність буде 3 варіант. Тому що деталь мінімально прогривається і виникають мінімальні напруження.

## ВИСНОВКИ

1. При виконанні магістерської кваліфікаційної роботи вирішено важливе науково-технічне завдання – підвищення якості відновлення робочих поверхонь колеса приводу трансмісії шляхом наплавлення з активним охолодженням.
2. Проведеним оглядом літературних джерел та встановлено, що проблема отримання покриттів з гартівними структурами на поверхнях сталевих деталей розв'язана неповністю та потребує додаткових досліджень.
3. Встановлено, що в процесі наплавлення без охолодження температура в зоні термічного впливу, яку вдалось зафіксувати пірометром, досягала 670 °С. У випадку зварювання з охолодженням вона не перевищувала 140 °С.
4. У ході роботи були проведені дослідження, які доводять що отримати гартівні структури можливо без використання високовуглецевих матеріалів з застосуванням прийомів швидкого охолодження та насичення наплавного шару вуглецем шляхом додавання графіту.
5. Розроблено принципово нову схему легування яка полягає у додаванні графіту в ванну з охолоджувальною рідиною який налипає на деталь за рахунок сил поверхневого натягу і розчиняється у зварювальній ванні в процесі наплавлення.
6. За результатами проведених експериментів встановлено що використання інтенсивного охолодження дозволяє підвищити твердість отриманих покриттів до 38 - 40 одиниць за шкалою HRC, не використовуючи високовуглецевих наплавочних дротів.
7. Встановлено що за рахунок насичення наплавного шару вуглецем шляхом додавання графіту в рідину для охолодження твердість отриманих покриттів можна підвищити до 44 одиниць за шкалою HRC.

8. В технологічному розділі зроблено аналіз ходової частини танка Т-62, проведено дефектування колеса приводу трансмісії танка Т-62, обрано та обґрунтовано методи відновлення поверхонь та сформовано маршрут технологічного процесу відновлення деталі, який включає
9. Для відновлення ведучого колеса обрано електрошлакове наплавлення на установці ПАТОН™ АШ 115 М2 завдяки якій можна за один прохід наплавляти товщину металу до 10мм. Проведено необхідні розрахунки режимів технологічних операцій, що забезпечують високу продуктивність відновлення, зменшують трудомісткість та витрату часу. Моделюванням методом кінцевоелементного аналізу обрано оптимальну послідовність наплавки що дозволила зменшити деформації в 3,5 рази.
10. Провели економічне обґрунтування процесу відновлення та розрахувати економічний ефект від запровадження запропонованих технологій.
11. Розробити комплекс заходів щодо покращення умов роботи та охорони праці під час відновлення робочих поверхонь колеса приводу трансмісії танка Т-62.
12. Проведено економічне обґрунтування процесу відновлення та розраховано економічний ефект від запровадження запропонованих технологій складає термін окупності складає близько одного року.
13. Проведено ряд розрахунків приміщення для безпеки та охорони праці при наплавлені. Розроблено комплекс заходів щодо покращення умов роботи та охорони праці під час відновлення робочих поверхонь колеса приводу трансмісії танка Т-62 пов'язані з зменшенням шуму та вібрацій та покращенням вентиляції приміщення.

**Дякую за увагу!**