

My Stamp

Вінницький національний технічний університет

Факультет машинобудування та транспорту

Кафедра галузевого машинобудування

Пояснювальна записка

до магістерської кваліфікаційної роботи

на тему: ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВІДНОВЛЕННЯ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ
КОЛЕСА ПРИВОДУ ТРАНСМІСІЇ ТАНКА Т-62

Виконав: студент 2 курсу, групи 13В-

181
спеціальності 132 –
«Матеріалознавство»

Криворучко В. О.

Керівник доцент Бакалець Д.В.

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

Криворучко Валерію Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Підвищення якості відновлення робочих поверхонь колеса приводу трансмісії танка Т-62

керівник роботи Бакалець Дмитро Віталійович, к. т. н., доц. каф. ГМ,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ВНТУ від «02» жовтня 2019 року № 254

2. Строк подання студентом проекту (роботи): 10.12.2019 року

3. Вихідні дані до роботи:

Річна програма відновлення деталей N=1000
шт.;

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Вступ; Розділ 1. Сучасний стан наукової проблеми і шляхи її вирішення; Розділ 2. Утворення гартівних структур у металі при зварюванні з примусовим охолодженням; Розділ 3. Технологічні засади підвищення якості; 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. Рольне креслення деталі; 2. Ремонтне креслення деталі; 3. Технологічний процес відновлення колеса приводу трансмісії, 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	Бакалець Дмитро Віталійович к.т.н., доцент, каф. ГМ		
Економіка виробництва	Лесько О.Й., д.е.н., проф., завідувач кафедри ЕПВМ		
Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	Віштак І.В. доцент кафедри ХБЖД та ПБ		

7. Дата видачі завдання « 02 » жовтня 2019 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ /п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Формування та затвердження теми магістерської кваліфікаційної роботи (МКР)	02.10.19 р.	
2	Виконання спеціальної частини МКР. Перший рубіжний контроль виконання МКР	10.10.19 р.	
3	Виконання спеціальної частини МКР. Другий рубіжний контроль виконання МКР	20.1.19 р.	
4	Виконання розділу «Економіка виробництва»	30.11.19 р.	
5	Виконання розділу «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях»	5.12.19 р.	
6	Попередній захист МКР	10.12.19 р.	
7	Нормоконтроль МКР	12.12.19 р.	
8	Опонування МКР	14.12.19 р.	
9	Захист МКР	18.12.19 р.	

Студент
Керівник проекту

(підпис)

Криворучко В.О.
Бакалець Д. В.

РЕФЕРАТ

Магістерська кваліфікаційна робота складається із вступу, 5 розділів і загальних висновків. Загальний обсяг роботи 90 стор., у тому числі 19 рис.38 табл., 41 літературних джерел.

Предметом магістерської кваліфікаційної роботи є вплив охолоджувальної рідини на характеристики металу під час наплавлення.

Робота складається з п'яти частин :

1. Сучасний стан наукової проблеми і шляхи її вирішення; 2. Структура та зносостійкість проти абразивного зношування поверхонь, утворення гартівних структур в наплавленому шарі ; 3. Технологічні засади підвищення якості відновлення поверхонь колеса трансмісії танка Т-62; 4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях; 5. Розрахунок економічної ефективності інноваційного рішення.

Об'єкт дослідження – процес стримання гартівних структур при наплавці поверхні зубців колеса трансмісії танка Т-62.

Головною метою цієї кваліфікаційної роботи є підвищення якості відновлення робочих поверхонь колеса приводу трансмісії танка Т-62 за рахунок утворення гартівних структур у наплавленому шарі.

ВНТУ Матеріалознавство

ABSTRACT

5
My Stamp

The master's qualification work consists of an introduction, 5 sections and general conclusions. The total volume of work is 90 pages, including 19 fig.38 tables, 41 literature sources.

The subject of the master's qualification work is the influence of coolant on the characteristics of metal during surfacing.

The work consists of five parts:

1. The current state of the scientific problem and ways to solve it;
2. Structure and wear resistance against abrasive wear of surfaces, formation of hardening structures in the deposited layer;
3. Technological principles of improving the quality of the surface of the T-62 transmission wheel wheel;
4. Occupational health and safety;
5. Calculation of economic efficiency of innovative solution.

The object of the study is the process of obtaining hardening structures when surfacing the teeth of the T-62 transmission wheel.

The main purpose of this qualification work is to improve the quality of restoration of the working surfaces of the drive wheel of the T-62 transmission due to the formation of hardening structures in the deposited layer.

ВНТУ Матеріалознавство

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1. СУЧАСНИЙ СТАН НАУКОВОЇ ПРОБЛЕМИ І ШЛЯХИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ.....	12
1.1 Стан наукової проблеми утворення гартівних структур при наплавленні.....	12
1.2 Огляд сучасних підходів у термообробці.....	14
1.3 Висновки та постановка задач дослідження.....	22
2. УТВОРЕННЯ ГАРТІВНИХ СТРУКТУР У МЕТАЛІ ПРИ ЗВАРЮВАНІ З ПРИМУСОВИМ ОХОЛОДЖЕННЯМ.....	23
2.1 Матеріал деталі, що відновлюється.....	23
2.2 Основні види та характеристики наплавочного матеріалу.....	24
2.3 Вибір режиму нанесення покриття та підготовка матеріалів до експерименту.....	25
2.4 Дослідження утворення гартівних структур у металі при зварюванні з примусовим охолодженням.....	25
2.5 Дослідження мікроструктури та вимірювання твердості наплавленого покриття.....	30
3. ТЕХНОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ.....	36
3.1 Призначення деталі.....	36
3.2 Матеріал деталі й його властивості.....	37
3.3 Якісна характеристика технологічності.....	39
3.4 Кількісна характеристика технологічності.....	39
3.5 Дефектування деталі.....	42
3.6 Розробка плану операцій.....	45
3.7 Розрахунок ремонтних розмірів для встановлення втулки.....	48
3.8 Розрахунок припусків на механічну обробку для поверхні.....	49
3.9 Розрахунок та призначення режимів механічної обробки до нанесення покриття.....	50
3.10 Розрахунок та призначення режимів нанесення покриття.....	51
3.11 Хіміко-термічна обробка.....	52
3.12 Нормування операцій технологічного процесу.....	52
4. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ІННОВАЦІЙНОГО РІШЕННЯ.....	57

4.1 Прогнозування витрат на виконання конструкторської технологічної роботи	57
4.2 Прогнозування комерційних ефектів від реалізації результатів розробки	64
4.3 Розрахунок ефективності вкладених інвестицій та періоду їх окупності.....	66
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	70
5.1 Аналіз умов праці	70
5.2 Виробнича санітарія	70
5.3 Пожежна безпека.....	76
5.4 Безпека в надзвичайних ситуаціях	78
ВИСНОВКИ	84
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРУ.....	86
ДОДАТКИ	90

ВНТУ Матеріалознавство

ВСТУП

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 не виправних 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.

Не виключенням є ведуче колесо танка Т-62 яке виготовлене із сталі 40Х і призначене для перемотування гусениць яка приводить у рух танк. Деталь найчастіше піддається механічному зносу яке спричинене важкими умовами роботи деталі, а саме постійним впливом навколишнього середовища: бруду, абразивних частинок, вологи і т.п.

При розгляді різних варіантів методу відновлення зубців колеса було обрано електрошлакове наплавлення, за допомогою якого можливо наплавити криволінійну поверхню зубців за максимально короткий час, та отримати високу якість підвищення ресурсу при подальшій експлуатації. Для покращення експлуатаційних характеристик отриманих покриттів запропоновано використати супутню термічну обробку яка дозволяє отримувати гартівні структури у металі при наплавленні.

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

Задачі дослідження:

- Провести якісний аналіз наукових джерел щодо розв'язання проблеми створення ефективних покриттів з гартівними структурами;

- Дослідити можливість отримання гартівних структур шляхом наплавлення 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

Об'єкт дослідження – процес отримання гартівних структур при напавленні.

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

Методи дослідження. Для вирішення поставленої задачі використано: дюрOMETричний аналіз з метою визначення твердості напавленого покриття та для оцінки структури використано металографічний аналіз.

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

- Встановлено закономірність впливу охолодження та легування на процес формування напавленого покриття, що покращує його механічні властивості.

Доведено можливість зниження напружень та деформацій за рахунок розробленої поперемінної технології наплавлення зубців зубчастого колеса.

Практичне значення одержаних результатів.

Автором розроблена технологія нанесення покриття та визначено оптимальний режим наплавлення, який забезпечує високу зносостійкість, економічну ефективність, та дозволяє отримати антиабразивне покриття.

Особистий внесок здобувача. Поставлено задачі та сформульовано шляхи їх вирішення. Розглянуто матеріали які найбільш розповсюдженні та актуальні в сучасному ремонтному виробництві і можуть бути використані для вирішення поставлених задач. Запропоновано оптимальну послідовність наплавлення зубців колеса приводу трансмісії танка Т-62. Обрано оптимальний режим нанесення покриття враховуючи товщину наплавленого металу, товщину деталі, матеріалу електрода, рідкотекучості, та кількості проходів. Наплавлені зразки було механічно оброблено та підготовлено до виготовлення шліфів. На установці яка була модифіковано на кафедрі Технології підвищення зносостійкості було проведено наплавлення в охолоджувальній рідині, проведено дюрOMETPичний аналіз методом Роквела, отримані данні опрацьовано. Проведено металографічний аналіз частину зразків. Автор брав участь у всіх роботах в ході проведення експерименту, всі експериментальні данні було опрацьовано, опубліковано та заслухано на "Науково-технічних конференціях факультету машинобудування та транспорту» 2016-2017р.

Апробація результатів наукової роботи. Основні результати наукової роботи та положення доповідалися й обговорювалися на конференціях: «XLV Науково-технічна конференція факультету машинобудування та транспорту» 02-11 березня 2016 року та «Науково-технічна конференція факультету машинобудування та транспорту» 27-28 березня 2017 року, одна з тез була опублікована. За темою наукової роботи було опубліковано 1 патент.

Публікації. За темою наукової роботи було опубліковано 3 тези в збірниках праць наукових конференцій та 1 патент.

1. Савуляк В.І. Підвищення зносостійкості деталей за допомогою електроіскрового легування [Електронний ресурс] / Криворучко В.О.,

Савуляк В.І.// Тези доповідей XLV Науково-технічної конференції факультету машинобудування та транспорту. – Вінниця : ВНТУ. – 2016. – Режим доступу :<https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fmt/all-fmt-2017/paper/view/3227/2548>

2. Савуляк В.І. Підвищення протидії ударно-абразивному зношуванню роликів гусеничних рушіїв [Електронний ресурс] / Савуляк В.І., Криворучко В.О.// Тези доповідей XLV 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/6990>

3. Савуляк В.І. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЕЛЕКТРОІСКРОВОГО ЛЕГУВАННЯ НА ПОВЕРХНЮ [Електронний ресурс] / Криворучко В.О., Савуляк В.І.// Тези доповідей XLV Науково-технічної конференції факультету машинобудування та транспорту. – Вінниця : ВНТУ. – 2016. – Режим доступу : https://conference.vntu.edu.ua/pdmpk/2017/tezy_tpz-2017.pdf

4. Пат. 117021 UA, МПК В23К 9/28. Електродотримач для ручного дугового зварювання [Текст] / Д. В. Закалець, В. О. Криворучко (Україна). - № u 2017 00128 ; заявл. 03.01.2017 ; опубл. 12.06.2017, Бюл. № 11. - 5 с. : кресл.

ВНТУ Матеріали

1. СУЧАСНИЙ СТАН НАУКОВОЇ ПРОБЛЕМИ І ШЛЯХИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ

1.1 Стан наукової проблеми утворення гартівних структур при наплавленні.

На сьогоднішній день одну з важливих ланок промисловості впевнено посіла галузь відновлення та ремонту зношених деталей. Цей процес є менш затратним як по використанню сировини, так і по затратам часу. Як правило відновлена деталь не поступається характеристиками новій деталі, навпаки часто навіть їх перевищує. Ну і час відіграє значну роль при ремонті військової техніки[1].

Гартування – це один з найпростіших та найпоширеніших методі підвищення твердості металу. Який відомий людству ще приблизно з 9 ст до н.е .Є досить багато способів гартування. Який полягає в нагріванні сталі на 30...50 С вище A_{c1} або A_{c2} (рис.1.1) і швидко охолоджують у мастилі або воді[2].

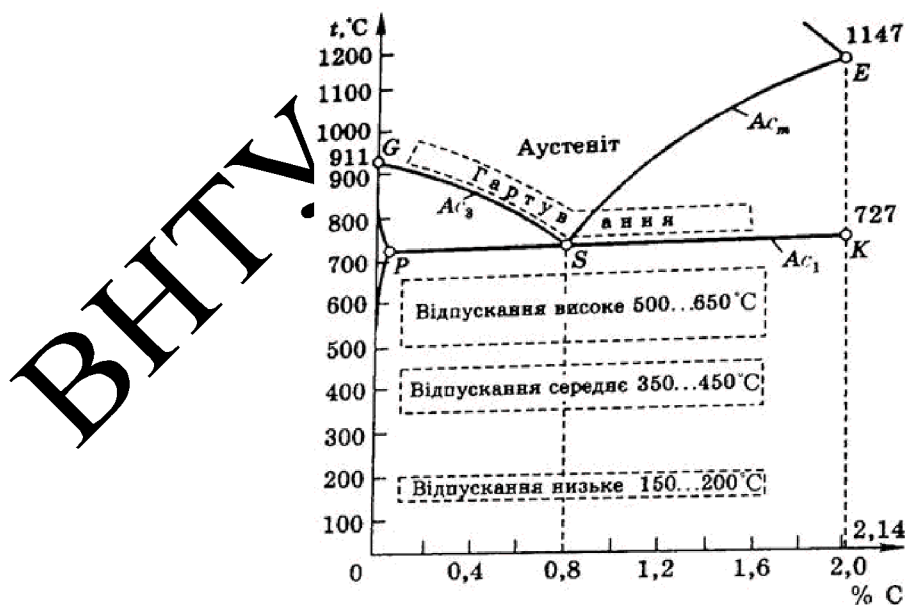


Рисунок 1.1 – графік фазових перетворень сталі

В результаті чого формується мартенситна основа що дозволяє досягти максимального значення по твердості. Для охолодження як було зазначено вище використовується мастило або вода інколи також можливе використання і комбонування цих двох методів . При охолодженні у воді відбувається швидке охолодження деталі що забезпечує швидкий фазовий перехід, і перевагою є при кипінні не виділяє шкідливих речовин та запахів, недоліком , можливе виникнення внутрішніх напружень. При охолодженні у мастилі процес проходить повільніше але достатньо швидкий для гартування деталей не великих габаритних розмірів , недоліком є можливість загорання, виділення шкідливих речовин, неприємний запах. При комбонуванні цих способів спочатку охолоджують у воді до температури 200...300 С. а потім у мастилі. Недоліком вважається те що не можливо контролювати температуру. Деталі із вуглецевих сталей охолоджують у воді , а з легованої у оливі[3].

У роботі досліджено процес відновлення колеса трансмісії танка Т-62, у якому запропоновано проводити наплавку в охолоджувальній рідині що дозволить отримувати в наплавленому шарі гартівним структурам які дозволять покращити фізичні характеристики зубців колеса. При Зварюванні цей процес може негативно впливати на деталі тому що можливе утворення тріщин та великих внутрішніх напружень. Але при наплавленні напруження навпаки виникають менші, за рахунок меншого нагрівання основного металу. Цим питанням займалися в роботі [11].

Для охолодження як було зазначено вище використовується мастило або вода інколи також можливе використання і комбонування цих двох методів . При охолодженні у воді відбувається швидке охолодження деталі що забезпечує швидкий фазовий перехід, і перевагою є при кипінні не виділяє шкідливих речовин та запахів, недоліком , можливе виникнення внутрішніх напружень. При охолодженні у мастилі процес проходить повільніше але достатньо швидкий для гартування деталей не великих габаритних розмірів , недоліком є можливість загорання, виділення шкідливих речовин, неприємний

запах. При компонуванні цих способів спочатку охолоджують у воді до температури 200...300 С. а потім у мастилі. Недоліком вважається те що не можливо контролювати температуру. Деталі із вуглецевих сталей охолоджують у воді , а з легованої у оливi.

Для деяких ударних інструментів використовують гартування з само відпуском. Процес полягає у охолодженні нагрітої деталі з робочої сторони близько 1..2 с. Напилком зачищають робочу кромку , щоб було видно мінливий колір, і витримують на повітрі поки загартована кромка не прогріється до температури відпуску за рахунок внутрішнього тепла. Після цього деталь остаточно охолоджували у рідині.

Момент початку повторного охолодження раніше визначався завдяки великій кваліфікації робітників тому що вони визначали температуру завдяки кольору деталі. На даний час даний процес спростився завдяки розвитку електроніки: пірометри, термопари та багато інших приладів для визначення температури[4].

Якщо не догріти деталь до певної температури гартування не можливе тому що не відбудеться фазово перетворення. При зворотній ситуації деталь може покоробити, при значному перегріві може почати плавитися. Тому потрібно контролювати процес нагріву[5].

1.2 Огляд сучасних підходів у термообробці

У роботі [5] розглянутий процес гартування з нагрівом деталі струмами великої частоти який дозволяє підтримувати температуру деталі довгий час і виконувати з нею різні операції такі як прокат[5].

Автори роботи [6] розробили технологію гартування в якій деталь нагрівається до точки утворення аустеніту , охолоджується до температури вищої точки мартенситу, витримується деякий час (10-90хв.) при цій температурі і охолоджується на повітрі до повного остигання[6].

Також відомий ізотермічний спосіб гартування який був відкритий ще в 1930 р. Бейном в якому охолодження ведеться в нагрітому середовищі до температури 200°C або вище. Завдяки цьому способу можна затримати розпад аустеніту на деякий час, що може призвести в подальшому до розпаду аустеніту до голчастого бейніту який за характеристиками близький до звичайного мартенситу, охолодженого у воді, але з меншими внутрішніми напруженнями, за рахунок того що при такому гартуванні не відбувається різке падіння температур і утворення мартенситної структури, яке спостерігається при звичайному гартуванні[7,8,9].

У всіх вище перерахованих способах гартування є один суттєвий недолік в тому що деталь нагрівається повністю та відводиться на цю операцію досить багато часу що призводить до лишніх високих затрат. У роботі ж запропоновано поєднати гартування деталі з наплавкою, що суттєво зменшить витрати. Та дозволить пришвидшити процес.

У роботі [12] експериментально підтверджена можливість отримання шарів наплавленого металу зі зміною структурою та властивостями при дугового наплавленні по попередньо нанесеній на наплавлювальну поверхню шихти і дії зовнішнього магнітного поля. Що в разі попереднього нанесення на поверхню яка наплавляється матеріалу вуглець, виявлено збільшення концентрації вуглецю від шару до шару. це підтверджується збільшенням частки гартівних структур в наплавленого металу, яка зростає з 15 ... 22 до 25 ... 35% у другому шарі і більше 50% - в третьому[12].

Для покращення властивостей металу у роботі [13, 14] досліджено вплив механічних деформацій на властивості металу, за рахунок яких на поверхні металу утворюється шар наклепу в якому твердість підвищується у декілька раз. Досліджено зносостійкість і мікроструктура наплавленого металу різних типів. Показано, що найкращу зносостійкість має наплавлений метал зі структурою метастабільного аустеніту. Попередній наклеп або наклеп в процесі експлуатації з підвищеними механічними навантаженнями

призводить до розпаду метастабільного аустеніту і збільшення твердості і зносостійкості наплавленого металу[13].

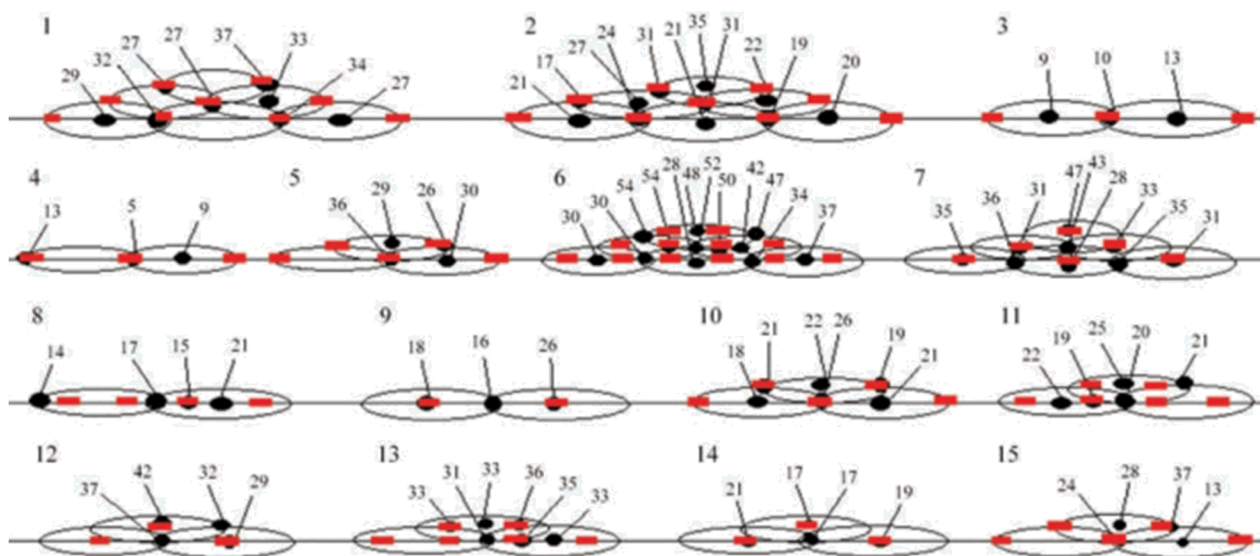


Рисунок 1.1 – твердість HRC по зонам наплавки

Недоліки методу в тому що за рахунок механічних деформації в металі виникає велика кількість напруження та можливе утворення тріщин, можливе також відслоювання поверхнього шару. Потребує точних розрахунків на які впливає велике число змінних факторів[14].

Дослідження по впливу хімічного складу наплавленого шару на зносостійкість були проведені у роботі [15]. Хімічний склад наплавочної проволочки яка використовувалась для експерименту показаний в таблиці 1.1

Таблиця 1.1– Хімічний склад наплавочної проволочки

Тип наплавленого металу	C	Cr	Mn	Ni	Si	Mo	V	Ti	Cu
У7	0,70	—	0,89	—	0,25	—	—	—	—
30Х5Г5	0,27	4,50	5,00	—	0,20	—	—	—	—
10Х10Г10	0,11	11,0	10,0	—	—	—	—	0,8	—
60Х20Г9Н2МД	0,62	20,8	9,00	2,0	0,55	0,5	—	—	0,17
20Х13Г6Н6МФД	0,22	13,0	5,80	6,0	0,60	1,4	0,4	—	0,90
50Г11М	0,50	0,20	11,0	—	0,80	0,3	—	—	—

На міцність металу сильно впливає структуру зварного шва. Мінімальний знос був при наплавці високолегованим дротом 60X20G9H2MD з аустеніто-мартенситною структурою (рис. 2, г) і досить висока твердість NRC 30. Також наплавлений метал 10X10G10 20X13G6H6MFD та 50G11M, що мають метастабільну аустенітну структуру (рис. 2, с, е, е), на зносостійкість до нього кілька поступився. Очевидно, умови випробування на зношування (з відносно низьким навантаженням) не дозволили повною мірою реалізувати можливість наклепів на ці матеріали. Але, зносостійкість металу зварного шва 10X10G10 та 20X13G6N6MFD досить високі і набагато перевершує більш тверді матеріали U7 та 30X5G5. З досліджуваних матеріалів максимальна зносостійкість (10X10G10, 60X20G9H2MD, 20X13G6H6MFD), Та має перевагу тому що не містить дорогих легуючих елементів[15]

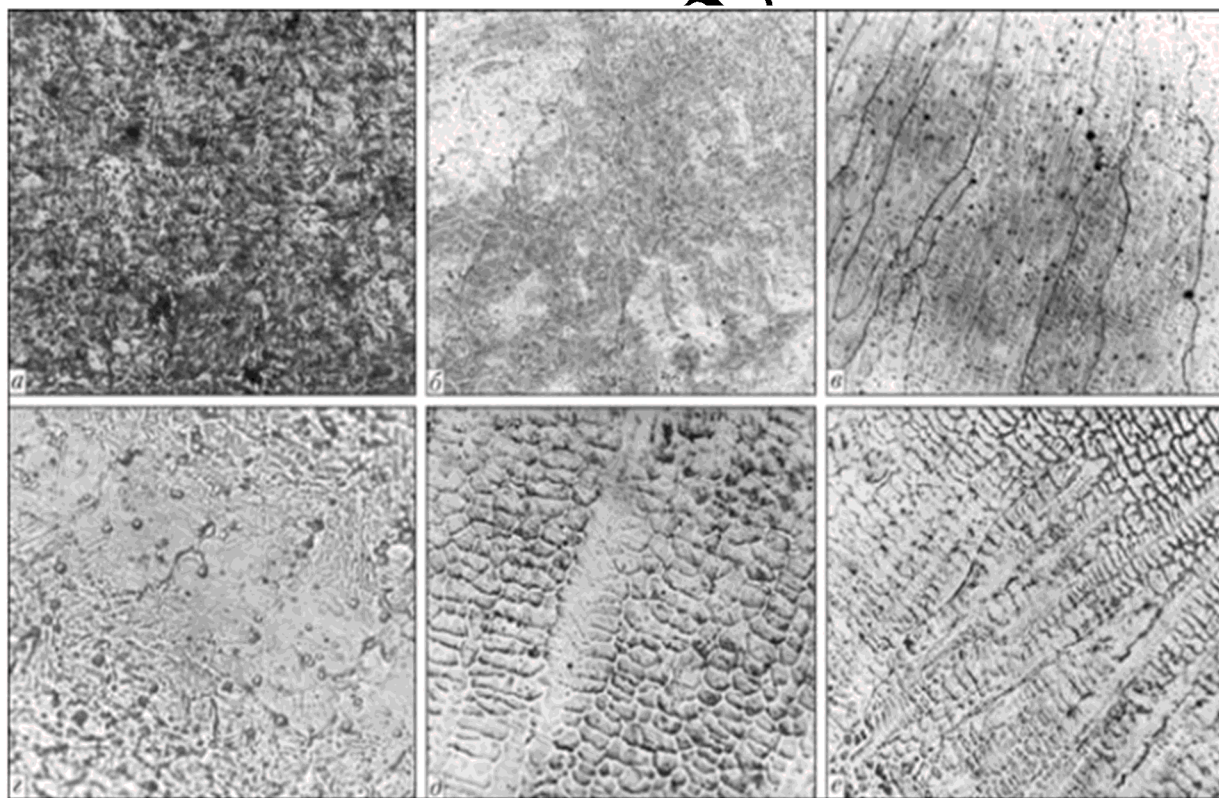


Рисунок 1.2 – Мікроструктура наплавленого шару : а — U7; б — 30X5Г5; в — 10X10Г10; г — 60X20Г9Н2МД; д — 20X13Г6Н6МФД; е — 50Г11М

У роботі [16] досліджено вплив температури на гартування. Мета роботи полягала у вивченні впливу температури нагріву зразків із зазначених сталей для загартування в широкому діапазоні ($850 \div 1175$ °C), для досягнення максимальної зносостійкості в поєднанні з конструктивною міцністю циліндрових втулок. Витримка при температурі нагріву становила 30 хв., охолодження в маслі[16].

В роботі [17] розглянуті та досліджені методи модифікації поверхонь тертя за допомогою поверхневої пластичної деформації. Виконується з метою підвищення стійкості до втоми і підвищення твердості поверхневого шару металу і формування в ньому спрямованих внутрішніх напружень, переважно напруження на стиск, також регульовані купірування мікро-нерівностей на поверхні[17].

У роботі [18] автори досліджують зносостійкість робочих вузлів сільськогосподарських машин, та підвищення їх зносостійкості завдяки електродуговому наплавленню порошковим електродом. Яке досягається завдяки наявності в наплавленому шарі включень карбідів тугоплавких металів (TiC, NbC, TaC, WC, MoC), що підвищує твердість та зносостійкість металу, що в свою чергу збільшує термін безаварійної роботи робочих вузлів техніки [18].

Робота [19] побудована на дослідженні підвищення зносостійкості поверхневого тертя шляхом вибору оптимального режиму поверхневого пластичного деформування з накладанням ультразвукових вібрацій. В роботі описано залежність глибини деформацій від шариків в залежності від величини деталі до об'єму камери. Та експериментально встановлено раціональне співвідношення між масою легуючої речовини до маси металевих шариків. На основі цієї роботи було встановлено методикау призначення режимів процесу обробки, для отримання максимального ефекту[19].

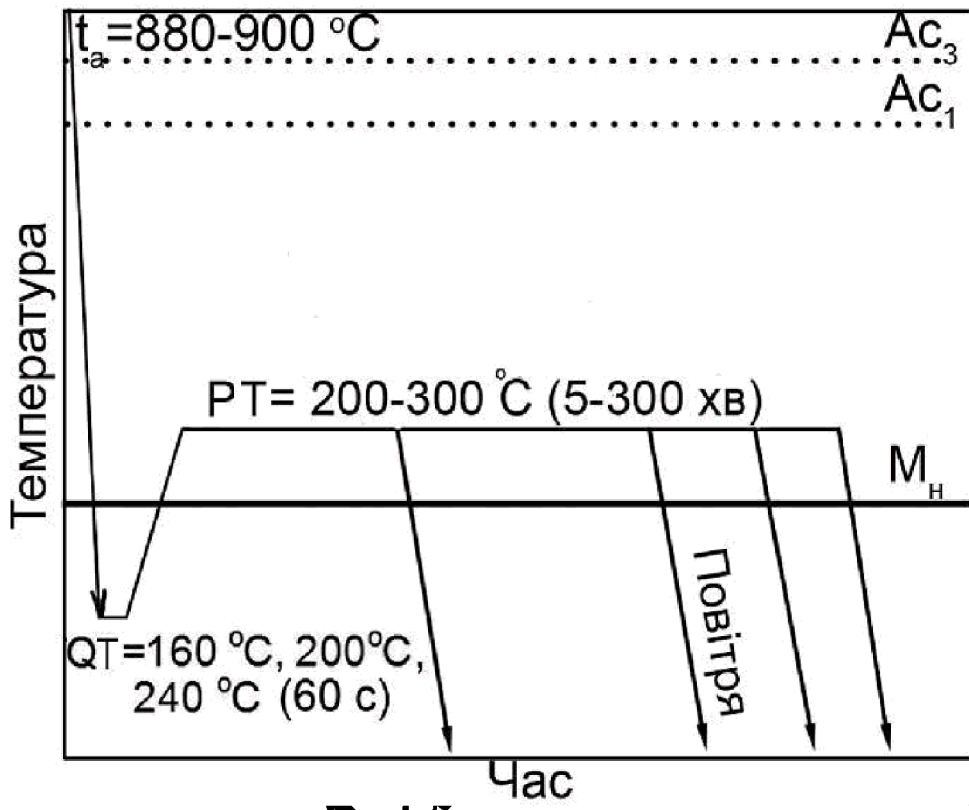
У роботі [20] описаний процес відновлення та підвищення зносостійкості деталі за рахунок напівавтоматичного вібродугового наплавлення. Принцип полягає в розробці методу визначення зон на яких потрібно надати перевагу зміцненню відвалу на основі запропонованого коефіцієнте місцевого зношення , а також в розробці механізму для подачі, який дозволяє реалізувати процес вібродугового наплавлення в напівавтоматичному режимі[20].

У роботі [21] досліджувався підвищення довговічності стрічкових лап культиваторів при їх виробництві та відновленні із застосуванням методу вібраційного зміцнення сормайтового покриття, а також проведення оцінки структури зміцненого шару ріжучого елемента культиваторної лапи для забезпечення подальших досліджень перспективного методу зміцнення деталей ґрунтообробних машин. Відновлення проводилося приварюванням шин зі сталі 45, наплавленням сормайтом та вібраційним зміцненням. Збільшення мікротвердості на поверхні наплавленого сормайтового шару при вібраційному деформуванні зростає в 1,56 рази. Це пояснюється тим, що в результаті навантаження пульсуючим навантаженням відбувається суттєвіше дроблення зерен оброблюваного матеріалу та збільшення їх числа[21].

У роботі [22] досліджено підвищення твердості сталей за рахунок рідинного ціанування і гартування. Ціанування сталі заключається в одночасному насиченню поверхності виробу вуглецем та азотом. Отримана товщина шару даним методом не перевищує 0,5 мм що являється недоліком цього методу[22].

Робота [23] присвячена дослідженням шляхів підвищення механічних властивостей сталей за допомогою термічної обробки за технологією «QUENCHING-AND-PARTITIONING»(Рис.1.3) процес якої закладається в гартуванні сталі в печах-ваннах, тобто в рідкому сплаві солей , або так званому сплаві Вудка , потім переносять в лабораторну піч, кінетику фазово-структурних перетворень в сталях досліджували дилатометричним і

магнітометричним методами. За допомогою такого методу можна досягти твердості (54-58 HRC) по всій площині перетину пальця , метод зберігає високу ударну стійкість та не утворює тріщин[23].



ГВО

Рисунок 1.5 - Схема та режими Q-p-Р обробки

В роботі [24] висвітлені проблеми підвищення зносостійкості деталей які є актуальні в сучасному машинобудуванні. Було проведено аналіз між всіма можливими методами підвищення зносостійкості та зведено їх у таблицю 1.2 в якій вказано на їх позитивні та негативні сторони[24] .

ВНІТУ МС

Таблиця 1.2 – Методи підвищення зносостійкості

1	2
Переваги	
Підвищення твердості	Гартування струмами високої частоти (СВЧ), цементация, азотування, іонне азотування(ІА), ціанування, боридування, термодифузійне хромування, спосіб конденсації при іоному бомбардуванні (КІВ), лазерна обробка (ЛО), поверхневе пластичне деформування (ПЦД), наплавлення, гальванопокриття металізація напиленням
Зниження твердості	ЛО
Відсутність жолоблення	КІВ, ЛО, гальванопокриття
Підвищення жаростійкості	Боридування, силіцизування, алітування
Підвищення зносостійкості	Загартування СВЧ, цементация, азотування, ІА, ціанування, боридування, хромування, КІВ, ЛО, ПЦД, гальванопокриття
Можливе зміцнення в локальних місцях	ЛО
Можливе відновлення зносостійких поверхонь	Наплавлення, гальванопокриття, металізація напиленням, КІВ
Можливість нанесення на зміцнювальну поверхню чистих металів, металокерамічних композицій, тугоплавких сполук, то що	КІВ
Створення на робочій поверхні перехідних шарів певної шорсткості	Комплексні методи
Підвищення втомної міцності	Загартування СВЧ, цементация, азотування, ІА, ціанування, боридування, хромування, хромування, КІВ, ЛО, ПЦД
Зниження шорсткості	ЛО, ПЦД
Недоліки	
Жолоблення	Загартування СВЧ, цементация, азотування, ІА, ціанування, боридування, термодифузійне хромування, наплавлення, гальванопокриття, металізація напиленням
Збільшення шорсткості	Наплавлення, гальванопокриття, металізація напиленням
Зниження втомної міцності	КІВ, ЛО
Неможливість відновлення зношення поверхонь	Загартування СВЧ, цементация, азотування, ІА, ціанування, термодифузійне легування, ЛО
Підвищення екологічна безпека	Цементация, азотування, ціанування, боридування, термодифузійне хромування, наплавлення, гальванопокриття, металізація напиленням

1.3 Висновки та постановка задач дослідження

Розглянуті способи покращення експлуатаційних характеристик покриттів, що описані в розглянутій літературі мають як позитивні сторони так і ряд негативних, а саме: дозволяють наносити зносостійкі покриття невеликої товщини, технології що використовуються для гартування мають досить малу продуктивність; при гартуванні деталей великої площі відбувається низький прогрів поверхні та великі затрати енергії, що викликає значні фінансові затрати.

З огляду на вище сказане метою роботи є підвищення якості відновлених поверхонь колеса приводу трансмісії танка Т-62 шляхом наплавлення покриттів з гартівними структурами.

Для вирішення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

- 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

2. УТВОРЕННЯ ГАРТІВНИХ СТРУКТУР У МЕТАЛІ ПРИ ЗВАРЮВАНІ З ПРИМУСОВИМ ОХОЛОДЖЕННЯМ.

2.1 Матеріал деталі, що відновлюється

Колесо приводу трансмісії танка Т-62 виготовлене з сталі 40Х тому проведення експериментів буде проводитися на зразках з аналогічного матеріалу[23]. Хімічний склад сталі показаний в таблиці 2.1, а механічні властивості в таблиці 2.2

Таблиця 2.1–Хімічний склад сталі 40Х

Вміст елементів в %						
Вуглець, С	Кремній, Si	Марганець, Mn	Хром, Cr	Нікель, Ni	Фосфор, P	Сірка, S
0,36–0,48	0,17–0,37	0,3–0,8	0,8–1,1	0,25	0,04	0,04

Таблиця 2.2 – Механічні властивості сталі 40Х

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

В сталі 40Х є 0,40 відсотка вуглецю і менше півтора відсотка хрому. Цей матеріал відноситься до важко зварювальних. Наплавлення можна здійснювати ручним дуговим методом і електрошлаковим способом, але на початку слід підігріти сталь, а після зробити термічну обробку[18].

2.2 Основні види та характеристики наплавочного матеріалу.

Для наплавлення в середовищі захисних газів використовується дріт марки СВ-08Г2С(рис.2.1.) хімічний склад показаний в таблиці 2.3

Таблиця 2.3 – Хімічний склад проволочки СВ08

Елемент, %	Марка сталі					
	низьковуглецева			легована		
	Св08	Св08А	Св08ГА	Св08ГС	Св08Г2С	Св08ХМ
С не більш	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,06-0,10
Мп	0,35-0,60	0,35-0,60	0,80-1,1	1,40-1,70	1,80-2,10	0,35-0,60
Si не більш	0,03	0,03	0,06	0,60-0,85	0,70-0,95	0,12-0,30
Р	0,040	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030
С	0,040	0,030	0,025	0,025	0,025	0,025
Cr не більш	0,15	0,12	0,10	0,20	0,20	0,9-1,2
Ni не більш	0,30	0,25	0,25	0,25	0,25	0,30
Al не більш	0,01	0,01	-	-	-	-
Сu не більш	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25

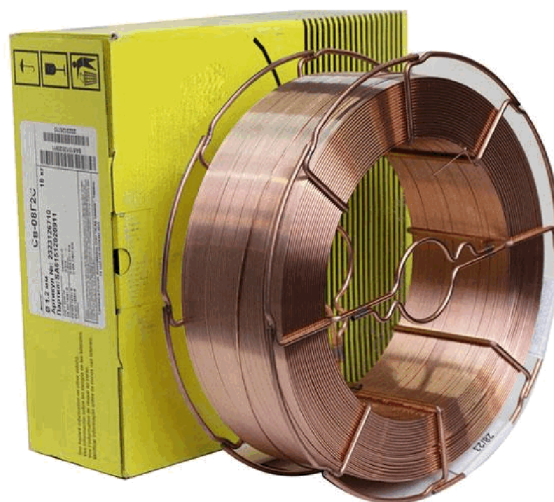


Рисунок 2.1 – Дріт марки СВ-08Г2С

2.3 Вибір режиму нанесення покриття та підготовка матеріалів до експерименту

Зразки які використовувались для експерименту були попередньо очищені від бруду та іржі для покращення якості наплавленого шару. Режими підбирались експериментально підчас наплавлення: $d_{др}=1,2$ мм; $I=140A$; $U=20V$.

2.4 Дослідження утворення гартівних структур у металі при зварюванні з примусовим охолодженням

У роботі проводилось дослідження одного з методів відновлення та підвищення якості колеса приводу трансмісії танка Т-62(Додаток А). Колесо виготовлена з сталі 40Х, для експлуатації необхідно досягти твердості зубців колеса понад 40 HRC. Що можливо при утворенні гартівних структур у наплавленому шарі.

У ході роботи були проведені дослідження, які доводять що при швидкому охолодженні наплавленого металу будуть утворюватися гартівні структури, які зможуть забезпечити достатню твердість для значного терміну використання деталі після відновлення та забезпечити відповідну зносостійкість.

У розплавленому рідкому металі атоми знаходяться в русі їх носить хаотичний характер, але в міру того, як температура металу знижується і наближається до критичної, т. Е. До температури затвердіння, в ньому утворюються так звані центри кристалізації, або зародки кристалізації. Центри кристалізації є надзвичайно дрібні групи атомів, які групуються в геометрично правильному порядку.

Утворені зародки кристалізації дуже нестійкі, і багато хто з них знову розчиняються. Практичними спостереженнями встановлено, що зародки

кристалізації набувають стійкості і починають рости тоді, коли рідкий метал переохолоджується до деякої температури. Крива охолодження чистого металу дає наочне уявлення про те, як протікає процес кристалізації.

Проведенні експериментальні досліджень в яких виконали з використанням установки для наплавлення УД-209М (рис.2.4), в якій використали низьковуглецевий дріт марки Св-08Г2С. Вимірювання температури проводили з використанням пірометра (рис.2.2.)



Рисунок 2.2– Пірометр

Наплавку проводили в звичайних умовах, з використанням водяної ванни, у якій перебувала деталь та з використанням водяної ванни та додавали порошок графіту(рис.2. 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. [16].

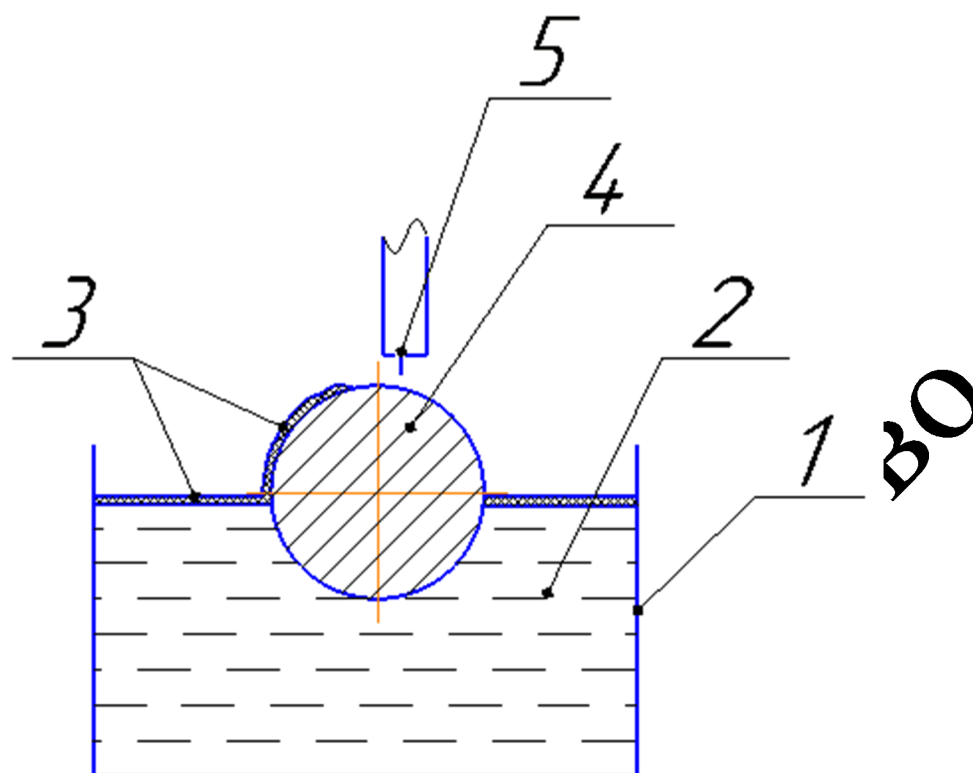


Рисунок 2.3 – Схема наплавлення з додаванням графіту: 1 – ванна з рідиною; 2 – охолоджувальна рідина; 3 – подрібнений графіт; 4 – деталь що наплавляється; 5 – муштук

У охолодженому металі процес кристалізації починає протікати швидше. Після початку інтенсивної кристалізації температура переохолодженого металу піднімається до температури його затвердіння за рахунок виділення прихованої теплоти кристалізації.

Для імітації процесу було виготовлено пристосування для наплавлення деталі під водою і використано наплавлення установку УД-209М.



Рисунок 2.4 – Установка для наплавлення з водним охолодженням

При наплавці деталі без охолоджувальної рідини, нагрілась до світло червоного кольору (рис.2.5) що становить 800-900°C наплавлення проводилась дротом СВ-08Г2С.



Рисунок 2.5– Наплавлення без охолоджувальної рідини

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 (рис 2.6.).



Рисунок 2.6 – Покриття після наплавлення

Для збільшення кількості вуглецю в наплавленому шарі і відповідно збільшення його твердості у зварювальну ванну було вирішено додати його у вигляді подрібненого графіту (рис 2.7).

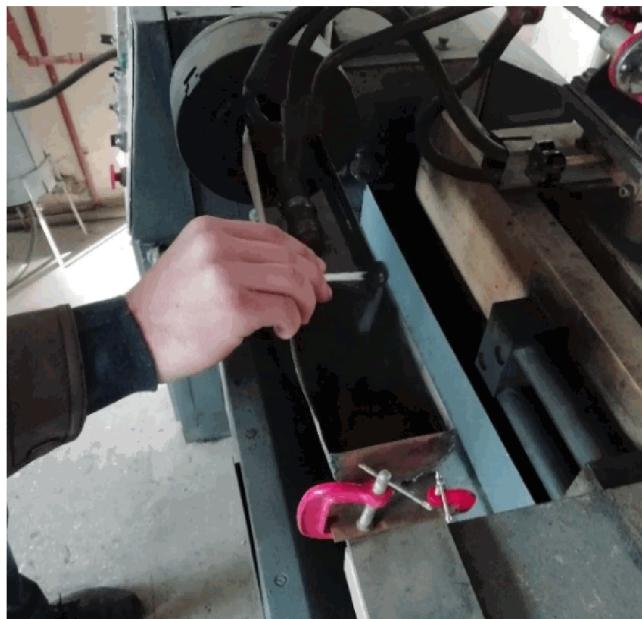


Рисунок 2.7 – Додавання вуглецю у рідину .

Для цього у ванну з водою 1 засипали графіт 3, який покрив рідину тонкою плівкою 3 (див. рис 2.3.) за рахунок того що він легший за воду. В результаті обертання він налипав на деталь 4 і розплавлявся під час наплавлення.

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.

2.5 Дослідження мікроструктури та вимірювання твердості наплавленого покриття

Після наплавлення шару покриття були зроблені зразки для виміру твердості(рис. 2.8) яка вимірювалась за методом Роквела відповідно до ГОСТ 9013-59(рис. 2.9)



Рисунок 2.8 – Зразок для виміру твердості



Рисунок 2.9 – Твердомір ТК-2М

В результаті першого експерименту який відбувався без охолодження отримали твердість наплавленого покриття 3-8 HRC що пояснюється низьким вмістом вуглецю у дроті СВ08-Г2С.

В результаті другого експерименту в якому деталь охолоджувалась водою отримана твердість досягла 36-40 HRC. На нашу думку це пояснюється насиченням наплавленого шару вуглецем з основного металу та підгартування за рахунок водяного охолодження.

Підчас третього експерименту у воду додавався подріблений графіт. Це мало б збільшити кількість вуглецю у наплавленому шарі, однак виміри показали що твердість на початку експерименту становила 40-44 HRC, а після того як температура води піднялась і на поверхні деталі що контактувала з водою почали утворюватися бульбашки пари і відірвати порошок від деталі твердість знизилась до 25-30 HRC (рис 2.10).



Рисунок 2.10 – Графік твердості зразків

З отриманих в ході експерименту зразків виготовлено мікрошліфи для проведення металографічного аналізу. Визначення структури металу проводилась за допомогою мікроскопу МИМ-8М (рис.2.10).



Рисунок 2.11 – Оптичний мікроскоп МИМ-8

Зображення фіксувались за допомогою цифрової камери. В ході досліджень було виявлено, що у більшості зразків переважає дрібнозерниста, рівномірна ферито-перлітна структура (рис. 2.12).

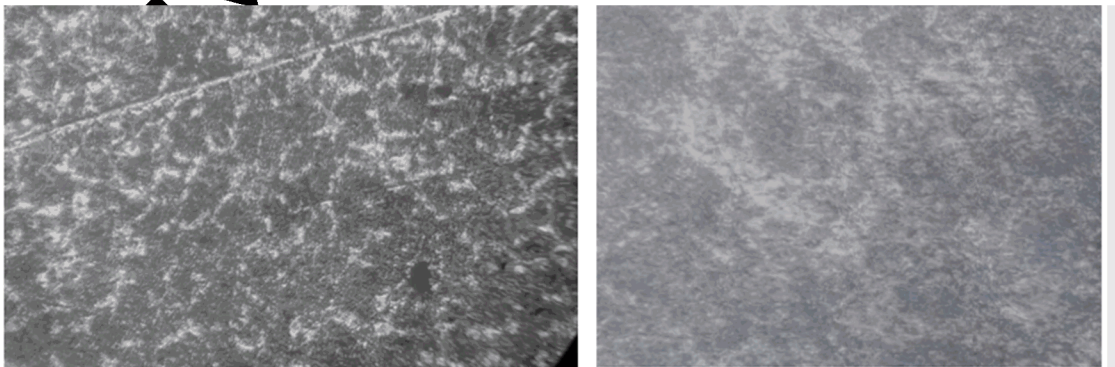


Рисунок 2.12 – Ферито-перлітна структура наплавленого шару в охолоджувальній рідині.

У зразках наплавлених з додаванням графіту частка перліту зросла до 80 - 85%. Це свідчить про те що частина графіту розчинилась у наплавленому металі тим самим підвищивши вуглицевий вміст та твердість покриття (рис.2.13).

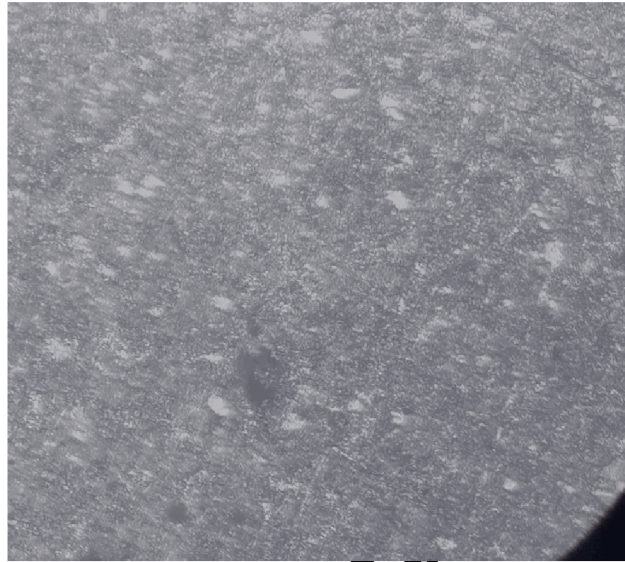


Рисунок 2.13 – мікроструктура наплавленого шару з додаванням графіту.

Висновки до 2 розділу

1. 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.

2. У ході роботи були проведені дослідження, які доводять що отримати гартівні структури можливо без використання високовуглицевих матеріалів з застосуванням прийомів швидкого охолодження та насичення наплавленого шару вуглецем шляхом додавання графіту.

3. 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.

4. 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.

5. 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.

ВНТУ Матеріалознавство

3. ТЕХНОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ

3.1 Призначення деталі

Зубчасте колесо у вузлі знаходиться у відкритому стані, встановлюється на підшипники кочення. Призначене для передачі крутного моменту з валу на ланцюг або гусеницю. Колесо має 23 зуби та діаметр $\varnothing 690$ мм. Зубчасте колесо відіграє роль ведучого колеса яке передає оберти від вала до ланцюга, який в свою чергу перетворює оберти зірочки в поступальний рух агрегату[34].

За своєю формою, конструкцією і технологічними ознаками деталь належить до класу «зірочки».

Ведуче колесо перемотує гусеничну стрічку перетворюючи власний обертальний рух в поступальний рух машини. Креслення деталі зірочки містить всі необхідні відомості про деталь. Розглянемо всі поверхні шестерні та їхнє призначення, використовуючи рисунок 3.1.

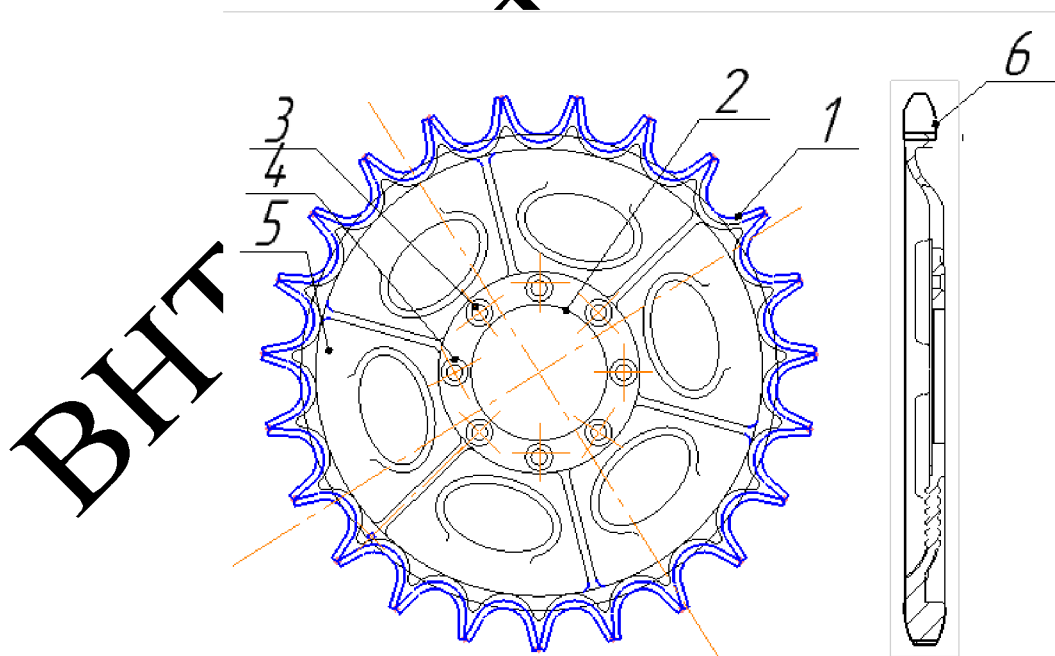


Рисунок 3.1 – Ведуче колесо

3.2 Матеріал деталі і його властивості

Колесо виготовлена з легованої сталі 40Х ГОСТ 4543-71. Сталь 40Х має всі якості для обробки на металорізальних верстатах без труднощів.[3]

Таблиця 3.1–Хімічний склад сталі 40Х

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

Таблиця 3.2 – Механічні властивості сталі 40Х

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

Допустиме радіальне биття поверхні $\varnothing 690h9_{(-0,2)}$, відносно поверхні $\varnothing 186H7$ не більше 0,02 мм, ці вимоги необхідні для точного встановлення колеса на вал і унеможливлення злітання ланцюга.

Допустиме торцеве биття торця шестерні $\varnothing 690$ відносно поверхні $\varnothing 186H7$ не більше 0,25 мм. Ці вимоги необхідні для точного встановлення шестерні при упорі на буртик вала.

Допустимою похибкою співвісності $\varnothing 690 h9_{(-0.2)}$ мм. відносно $\varnothing 186H7$ не повинна перевищувати 0,14. Для запобігання нерівномірного зношування ведучого колеса[35].

Для зручності вимоги і методи їх виконання зведені в таблицю 1.5.

Таблиця 3.3 – Технологічні вимоги та методи їх перевірки

Зміст технологічних вимог	Коли і якими методами можна виконувати ці вимоги	Як і якими засобами можна перевірити виконання технологічних вимог
1	2	3
<p>1. Торцеве биття торця $\varnothing 690h9_{(-0.2)}$ відносно осі А поверхні $\varnothing 186H7$ не більше 0,25 мм.</p>	<p>Чорнове, чистове точіння з наступною обробкою на круглошліфувальному верстаті, після термообробки.</p>	<p>В патроні за допомогою магнітного стояка і індикатора часового типу, розтискної оправки цангового типу.</p>
<p>2. Похибкою співвісності $\varnothing 690h9_{(-0.2)}$ відносно поверхні А $\varnothing 186H7$ не більше 0,14 мм.</p>	<p>Чорнове, чистове точіння з наступною обробкою на круглошліфувальному верстаті, після термообробки.</p>	<p>В патроні за допомогою магнітного стояка і індикатора часового типу, розтискної оправки цангового типу.</p>

3.3 Якісна характеристика технологічності

Деталь «ведуче колесо» виготовляється із сталі 40Х ГОСТ 1050-88 працює в ходовій частині танка Т-62. Аналіз робочого креслення показав, що найбільш точними поверхнями є внутрішня циліндричні поверхні $\varnothing 186H6(-0.02)$, що використовуються для правильної орієнтації деталі у вузлі, а саме місце під посадку. Можливе застосування високопродуктивних методів обробки[37].

Таким чином, поверхні $\varnothing 186H6(-0.02)$, кріпильні отвори $\varnothing 40$ в кількості 8 шт. та торець (лівий), це основні конструкторські бази.

Конструкція деталі є технологічна. Деталь має хороші базові поверхні для виконання більшості операцій механічної обробки. Базування деталі виконується в розтискному кулачковому патроні. Вказані на кресленні деталі якості точності механічної обробки відповідають параметрам шорсткості. Вони можуть бути забезпеченими на верстатах з числовим програмним керуванням[15].

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

Визначати поверхні, які можуть бути використані при базуванні немає необхідності, в якості чорнових може бути $\varnothing 186$. Спеціальних вимог немає і тому додаткові операції не потрібні. Дана деталь має масу 56 кг і виготовляється ливарним методом[25].

3.4 Кількісна характеристика технологічності

Кількісний аналіз технологічності конструкції деталі в роботі необхідно провести за показниками: коефіцієнт уніфікації, коефіцієнт точності, коефіцієнт шорсткості[39].

Коефіцієнт уніфікації:

$$K_{ye} = \frac{Q_{ye}}{Q_e} = 0,9; \quad (3.1)$$

де Q_{ye} – кількість уніфікованих елементів;

Q_e – загальна кількість елементів.

Всі розміри деталі наведено в таблиці 1.6.

Таблиця 3.4 – Розміри деталі «Вал барабана стрічкового конвеєра»

Лінійні розміри	Діаметральні розміри	Кутові розміри	Шорсткість	Різь метрична
40*	$\varnothing 595_{+2}^{-2}$ *	6*45° (8)	Ra 6.3	
28±0,26	R30(46) *		Ra 12.5(25)	
12,3	$\varnothing 690 h9_{(-0.2)}$ *			
253,5*	$\varnothing 186H^{-0.02}$			
26	10(8) *			
16(23) *				
80*				
$\Sigma_{\text{заг.}} = 29$	$\Sigma_{\text{заг.}} = 57$	$\Sigma_{\text{заг.}} = 8$	$\Sigma_{\text{заг.}} = 26$	$\Sigma_{\text{заг.}} = 0$
$\Sigma_{\text{уніф.}} = 26$	$\Sigma_{\text{уніф.}} = 56$	$\Sigma_{\text{уніф.}} = 8$	$\Sigma_{\text{уніф.}} = 25$	$\Sigma_{\text{уніф.}} = 0$

Примітка: позначення «*» мають уніфіковані розміри[35].

Таблиця 3.5 – Визначення коефіцієнта точності обробки

Квалітет (розміри)	Кількість поверхонь	Розрахунок
6($\varnothing 186H6^{-0,02};$)	1	$6 \cdot 1 = 6$
9($\varnothing 690h9_{(-0,2)}$)	1	$690 \cdot 1 = 690$
11(10;6* 45°)	8	$11 \cdot 8 = 88$
12(40; 80; 6; 253,5; 28; 12,3; $\varnothing 595$; R30; 16.)	97	$12 \cdot 97 = 1164$
Σ	107	1948

Таблиця 3.6 – обраховані коефіцієнти

Назва коеіціенту	Результат
Коефіцієнт уніфікації	0,9
Коефіцієнта точності обробки	0,94
Середній квалітет точності поверхні	18,3
Коефіцієнт шорсткості поверхні	0,08
Середня шорсткість поверхні	12,3

Таблиця 3.7 – Коефіцієнт шорсткості поверхні

Шорсткість (розміри)	Кількість поверхонь	Розрахунок
Ra 6.3 ($186H6^{-0,02}$)	1	$6.3 \cdot 1 = 6,3$
Ra 12.5(690, 40; 12,5; 80; 6; 253,5; 28; 12,3; $\varnothing 595$; 16;)	48	$12,5 \cdot 48 = 600$
Сума	49	606,3

$K_y=0,26<0,9$; $K_T=0,14<0,94$; $K_{III}=0,08<0,32$. Отже, деталь за кількісними показниками не є технологічною.

3.5 Дефектування деталі

Дефекти, що розглядаємо у ведучому колесі танка Т-62 відносяться до першої групи пошкоджень (механічний знос) і є поправними. Дефект та 2, які вказані на рисунку 1.4 Дефект 1 розташований на зовнішній зубчастій поверхні (рис 3.2).

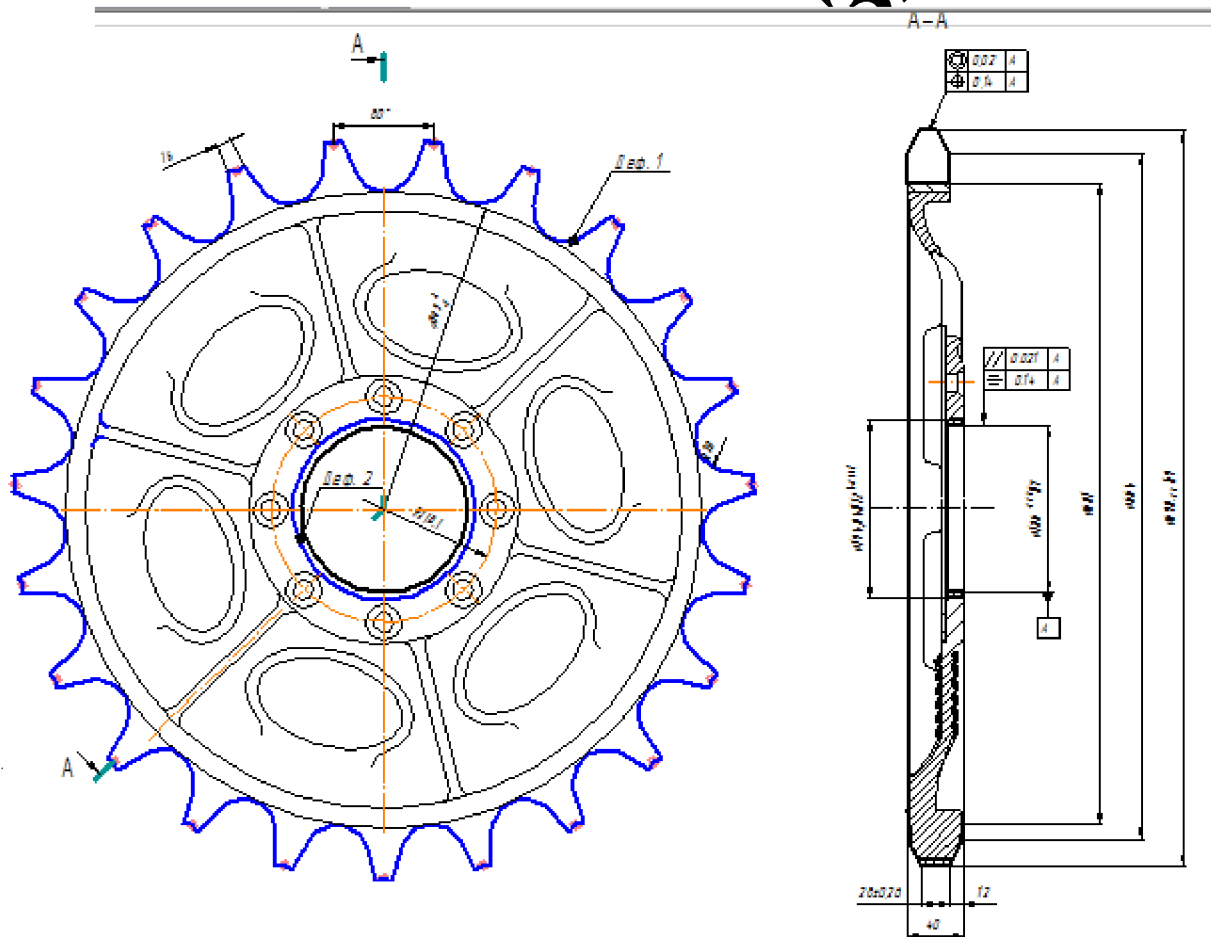


Рисунок 3.2 – Ремонтне креслення ведучого колеса

Таблиця 3.8 – Маршрутний технологічний процес складання трансмісії

Номер операції	Назва операції	Зміст операції (за переходами)
05	Складання шків (ск. 8)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Закріпити шків (дет. 5) у пристрої 2. Установити ущільнювальне кільце (дет. 10) 3. Змастити і встановити підшипник (дет. 9) 4. Протерти і встановити втулку (дет. 12) 5. Змастити і встановити підшипник (дет. 9)
10	Установлення шків (ск. 8)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Закріпити маточину (дет. 11) у пристрої 2. Установити шків (ск. 8) на маточину (дет. 11) 3. Протерти і встановити кільце компенсаційне (дет. 7) 4. Установити кільце стопорне (дет. 3) 5. Установити прокладку (дет. 6)
15	Складання фланця (ск. 4)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Закріпити фланець (дет. 5) у пристрої 2. Установити кришку (дет. 1) 3. Закріпити кришку (дет. 1) гвинтами (дет. 2)
20	Установлення фланця (ск. 4)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Установити фланець (ск. 5) 2. Закріпити фланець (ск. 5) гвинтами (дет. 4)
25	Контрольна	<ol style="list-style-type: none"> 1. Перевірити легкість обертання шків 2. Перевірити биття поверхні А відносно поверхні Б

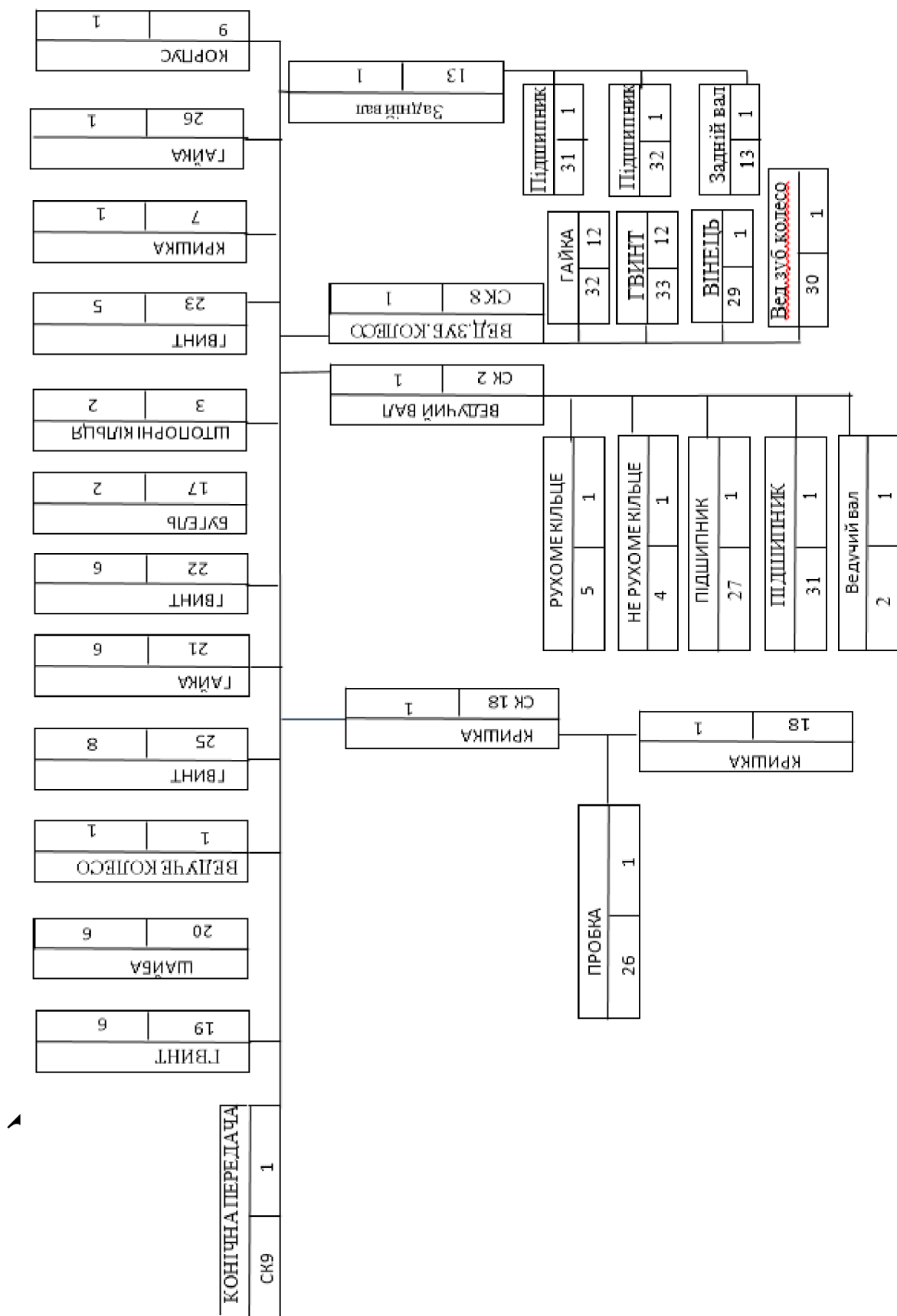
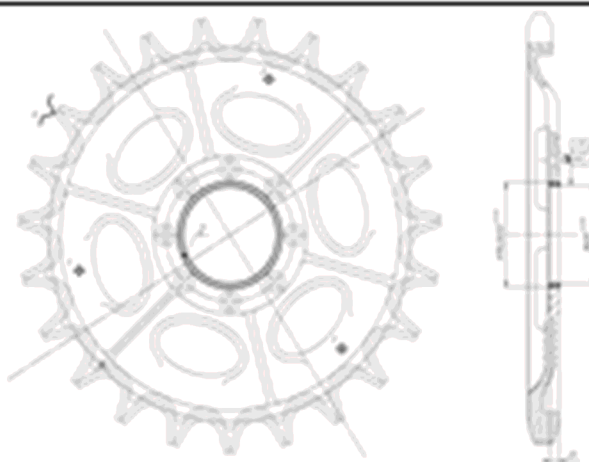


Рисунок 3.3 – Маршрутний технологічний процес розбирання трансмісії.

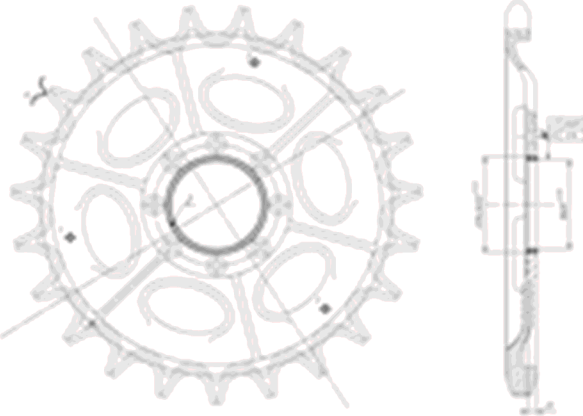
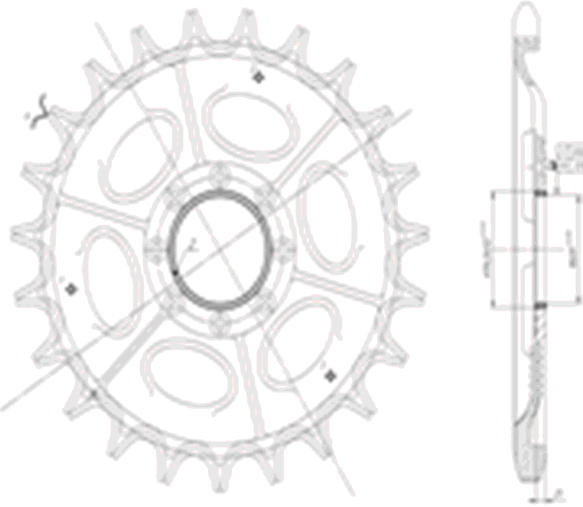
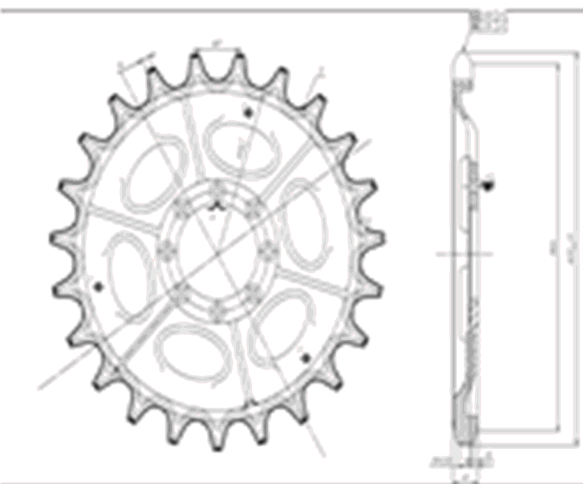
3.6 Розробка плану операцій

Маршрут плану операції наведений в таблиці 3.9

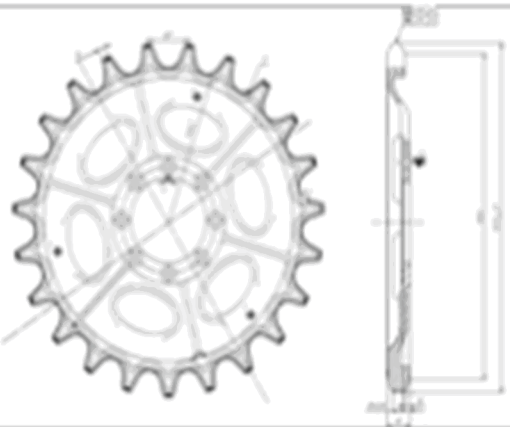
Таблиця 3.9 – Маршрут обробки

№ Оп.	Найменування операції та зміст переходів	Схема базування	Обладнання
1	2	3	4
005	Мийна: 1. Установити деталь; 2. Мити деталь розчином «МЛ-51»;		Мийна машина М-203
010	Дефектувальна: 1. Установити деталь; 2. Виявити дефекти деталі зовнішнім оглядом; 3. Виконати контрольні проміри		Контрольний стіл, вимірвальний інструмент (плюсарна лінійка, штангенциркуль)
015	Розточна: 1. Установити та закріпити деталь у планшайбі; 2. Точити поверхню 2 до 194,04мм. ; 3. Зняти деталь.		Розточний верстат СК.АА64.513 1

Продовження таблиці 3.9

020	<p>Слюсарна:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Установити та закріпити деталь; 2. Запресувати втулку; 3. Обварити втулку по контуру. 3. Зняти деталь. 		Прес ТДМ-401
025	<p>Розточна:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Установити та закріпити деталь у планшайбі; 2. Точити поверхню 2 до 186мм.; 3. Зняти деталь. 		Розточний верстат СК.АА64.513 1
030	<p>Фрезерування:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Установити та закріпити деталь; 2. Фрезерувати поверхню 1 до 670мм.; 3. Зняти деталь. 		Фрезерний верстат з ЧПУ AG-400 CNC

Продовження таблиці 3.9

040	<p>Фрезерування:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Установити та закріпити деталь; 2. Фрезерувати поверхні згідно креслення. 		<p>Фрезерний верстат з ЧПУ AG-400 CNC</p>
045	<p>Хіміко-термічна. Цементация відновлюваних в соляну ванну з розплавом солі при температурі 210-220 °С і гартують протягом 35 год.</p>		<p>в шахтній печі</p>
050	<p>Контрольна:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Установити деталь; 2. Виконати контрольні проміри поверхонь 1-6 згідно ремонтного креслення 3. Зняти деталь. 		<p>Контрольний стіл, інструмент для вимірювання (штатгенциркуль)</p>

3.7 Розрахунок ремонтних розмірів для встановлення втулки

Розрахунки проводяться за методикою описаною в довіднику [6].

Для обробки посадочного місця ведучого колеса танка Т-62 обираємо вертикальний токарний верстат СК.АА64.5131 з наступними характеристиками: Обираємо різець розточний з матеріалу – ВК8.

Для закріплення різця обираємо оправку розточну $D = 100$ мм, $L = 73$ мм, з хвостовиком 7:24 К50 по MAS403.

Обчислення поправочного коефіцієнта:

Таблиця 3.10 – Ремонтні розміри та параметри для встановлення втулки

Назва операції	Результат обчислення
Для внутрішніх поверхонь ремонтний розмір по діаметру отвору (мм).	194,04
Кількість встановлюваних ремонтних розмірів	8
Поправочного коефіцієнт:	0,24
Швидкість різання (м/хв)	17,2
Крутний момент [Н × м]	1328
Осьова сила [Н]	20498
Частоти обертання заготовки [об/хв]	36,5
Потужності різання [кВт]	5

3.8 Розрахунок припусків на механічну обробку для поверхні

Таблиця 3.11 – Припуски та граничні розміри. Розрахунковий мінімальний припуск на обробку:

Маршрут обробки поверхні діаметром $\varnothing 690h9_{(-0,2)}$.	Елементи припуску, мкм				Розрахункові величини		Допуск на Виконувани розміри, мкм	Прийняті (округлені) розміри заготовки по переходах, мм		Граничний припуск, мкм	
	Rz	h	$\Delta\Sigma$	ε	припуску $2Z_i$, мкм	мінімального діаметра, мм		найбільші	найменші	$2Z_{max}$	$2Z_{min}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Електрошлакове наплавлення	600		47,2	0	-	690,61	500	691,11	690,61	-	-
Фрезерування:											
чорнове	100	60	11,8	0	650	689,96	250	690,21	689,96	0,9	0,65
чистове	40		9,44	0	160	689,8	200	690	689,8	0,21	0,16

Величина шару металу що наноситься при відновленні деталі методом електрошлакового наплавлення визначається за формулою:

$$h = Z_{max} + Z + t; \tag{3.2}$$

де Z_{max} - максимальний знос, в мм = 20;

Z – припуск на обробку, в мм = 1;

t – шар металу що знімається при попередній механічній обробці, в мм = 0,6.

$$h = 20 + 1 + 0,6 = 21,6 \text{ мм.}$$

3.9 Розрахунок та призначення режимів механічної обробки до нанесення покриття

Операція 035 – Розрахунок режимів фрезерної обробки для поверхонь 3 та 4, $\varnothing 690H9(-0,02)$. до наплавлювання [2,12].

Вибір верстату

Обираємо фрезерний станок з режимами вказаними в таблиці 3.12

ЧПУ AG-400 CNC з столом 630×1600мм

Вибір інструменту. Обираємо циліндричну фрезу по металу IFE4000.

Таблиця 3.12 – Рекомендовані режими різання (HPRE)

Оброблюваний матеріал	Леговані сталі (~ HRC 50)		
Режим різання	Частота обертання п, об/хв.	Подача S мин, мм/хв	Глибина різання t, мм
Діаметр, мм			
10	9,600	3,480	0.60
12	8,000	2,880	0.80
16	6,000	2,160	1.00
20	4,800	1,740	1.00

D

Таблиця 3.13 – Режими фрезерування

Назва режиму	Результати розрахунків
Частота обертання шпинделю [об/хв]	477,7
Дійсна швидкість різання [м/с]	5,1
Хвилина подача [мм/хв]	477,7
Основний час [хв]	0,12

3.10 Розрахунок та призначення режимів нанесення покриття

Рекомендовані режими наведені в таблиці 3.14–3.16.

Таблиця 3.14 – Рекомендації з вибору числа електродів.

Число дровових електродів	Товщина листів, що наплавляються	
	Без поперекових коливань, мм	З поперековими коливаннями, мм
1	40-60	60-150
2	60-100	100-300
3	100-150	150-300

Таблиця 3.15 – Величина зазору , b в мм.

Товщина металу, мм	До 30	До 100	До 150	Від 150 до 500	Понад 500
Зазор у стику, мм	16±2	22±2	25±3	30±3	35±3

Таблиця 3.16 – Розрахунок режиму електрошлакового наплавлення дрововими електродами

Назва режиму	Результати розрахунків
Діаметр електродного дроту [мм]	2,5
Кількість електродних дротів [шт]	5
Силу зварювального струму [А]	1361
Напруга жужільної ванни [В]	74,1
Швидкість подачі дровових електродів [м/год]	64,2
Глибина жужільної ванни [мм]	96
Час витримки в повзуну [с]	1,05

3.11 Хіміко-термічна обробка

Газова цементация відновлюваних шестерень в шахтній печі при температурі 1000 ° С на глибину 07-11 мм протягом 4 ч. Потім зубчасті колеса поміщають в соляну ванну з розплавом солі при температурі 210-220 ° С і гартують протягом 35 год при температурі 800-820 ° С. Загартовані зубчасті колеса промивають, очищають від залишків селітри і окалини. Після всіх операцій контролюють якість обробки, твердість зуба, діаметр посадкового отвору, товщину зуба. Перевіряють відсутність задирок, биття вінця.

3.12 Нормування операцій технологічного процесу

Розрахунки часу нормування проводиться за довідником [17]

Нормування операцій подані в таблиці 3.17

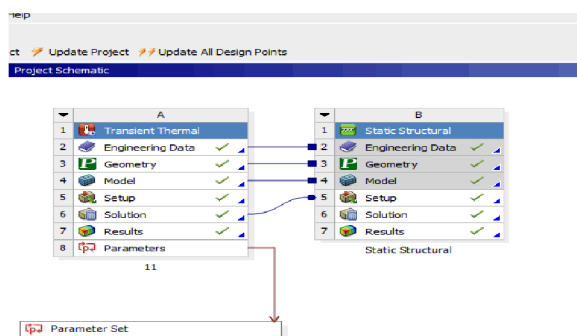
Таблиця 3.17 – Нормування операцій

Номер і назва операції	T_0	$T_{доп}$	$T_{оп}$	$T_{обс}+T_{від}$	$T_{п-з}$	$T_{шт-к}$
005 Мийна	3,7	0,8	2,22	0,10	12	5,11
010 Дефектувальна	3	1,4	4,4	0,4	10	9,7
015 Розточна	4,1	5,4	9,5	0,065	155	9.6
020 Слюсарна	125.5	19	9,5	0,66	41	130.995
025 Розточна	1,5	0,3	2,1	0,19	10,4	4,28
030 Фрезерувальна	0,55	5,4	5,95	0,38	15	6,76
035 Наплавлювальна	1,8	0,3	2,1	0,20	10,4	4,3
040 Фрезерувальна	3,6	0,7	2,33	0,14	12	5,11
045 Хіміко-термічна	2,5	3	5,5	0,35	15	6,25
050 Контрольна	3,2	1,4	4,6	0,3	2	4,911

3.13. Моделювання процесу наплавлення за допомогою ПЗ ANSYS

Під час нанесення покриття важливо забезпечити такі режими, які не будуть призводити до перегріву деталі та одночасно забезпечать якісне сплавлення основного та наплавленого матеріалів. Тому було використане програмне забезпечення ANSYS завдяки якому змодельовано процес наплавки колеса приводу трансмісії танка Т-62 (рис.3.4), з метою вибору оптимальної послідовності наплавлення зубців, та забезпечення мінімального нагріву та короблення деталі.

Першою системою (рис. 3.4, А) є аналіз динамічних теплових процесів у деталі внаслідок дії навантаження у вигляді теплового потоку - Transient Thermal. Другою системою (рис. 3.4, В) є аналіз динамічних процесів напружено-деформованого стану деталі Transient Structural, що спричинений впливом нерівномірного розповсюдження тепла у деталі під час його нагрівання.



Картинка 3.4 – блок-схема програми Ansys

При моделюванні методом кінцевоелементного аналізу було проведено 3 варіанти наплавки(рис.3.5): з послідовним наплавленням зубців (рис 3.5.а); наплавка 2-х зубців послідовно з пропуском 2-х (рис.3.5 б); наплавленням зубців з пропуском(рис 3.5 в).

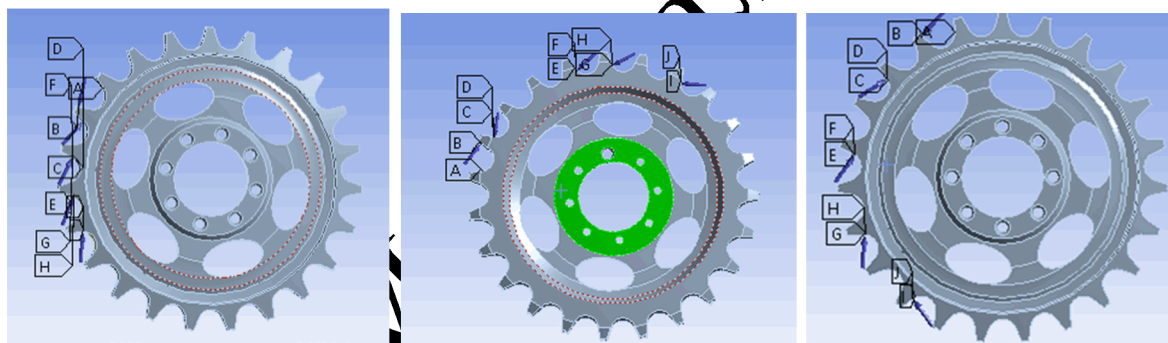
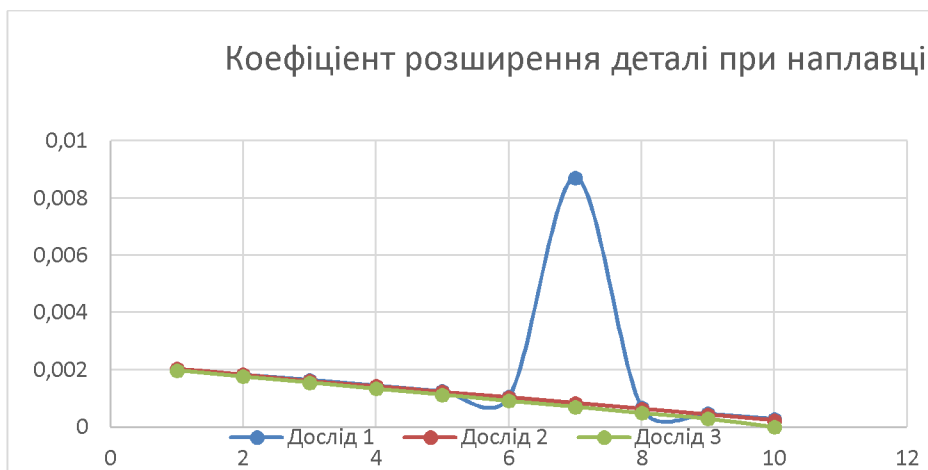


Рисунок 3.5 –Моделювання процесу відновлення :

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

Отримані результати були показані у вигляді графіка для більшої наглядності, в якому показана залежність нагріву деталі до її деформацій (рис.3.6).



Картинка 3.6 – Графік залежності деформацій від температури

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

Висновки до розділу 3

В розділі були вирішено наступні задачі:

- аналіз ходової частини танка Т-62, визначив їхні переваги та недоліки;
- проведено дефектування колеса приводу трансмісії танка Т-62;
- обрано та обґрунтовано методи відновлення поверхонь колеса приводу трансмісії танка Т-62;
- сформовано маршрут технологічного процесу відновлення деталі;
- розраховано кількість переходів на механічну обробку;
- розраховано проміжні припуски і технологічні розміри на механічну обробку;
- розраховано та призначено режими механічної обробки до та після нанесення покриття;

Для відновлення ведучого колеса обрано електрошлакове наплавлення завдяки якому можна за один прохід наплавляти велику товщину металу і проведено необхідні розрахунки, що забезпечать високу продуктивність відновлення, що в свою чергу зменшує трудомісткість та витрату часу.

Для відновлення поверхонь методом наплавлення обрано установку ПАТОН™ АШ 115 М2

Також було проведено моделювання методом кінцевоелементного аналізу завдяки якому було обрано оптимальну послідовність наплавки для зменшення напружень у деталі.

ВНТУ Матеріалознавство

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 5.1 [45, 46] .

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	8000,00	400	5	2000	
2. Інженер-технолог	6500,00	325	10	3250	
3. Технік	4173	201,04	5	1005,2	
Всього				6255,2	

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	34,18	36,44	38,7	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 5.3.

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	25,19	3,02	
2. Дефектувальна	0,1	4	31,91	3,19	
3. Розточна	0,6	4	31,91	19,15	
4. Слюсарна	0,2	5	34,18	6,84	
5. Розточна	0,8	4	31,91	25,53	
6. Фрезерувальна	1	4	31,91	31,91	
7. Напівавлювальна	2	4	31,91	63,82	
8. Хіміко-термічна	4	5	26,30	105,2	
9. Контрольна	0,15	4	31,91	4,79	
Всього:				263,52	

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.

Пороховані 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	2000,00	200
2. Інженер-технолог	3250	325
3. Технік	1005,2	100,5
+Робітники:		
1. Мийна	3,02	0,32
2. Дефектувальна	2,19	0,31
3. Розточна	1,15	0,19
4. Слюсарна	6,84	0,68
5. Розточна	25,53	0,25
6. Фрезерувальна	31,91	0,31
7. Наплавлювальна	63,82	0,63
8. Хіміко-термічна	105,2	1,05
9. Контрольна	4,79	0,48
Сума		629,72

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_0 – 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%.

$$N_{зп} = (6255,2 + 263,52 + 629,72) \cdot 0,22 = 1572,65 \text{ грн.}$$

Розраховуємо амортизацію обладнання, комп’ютерів та приміщень, які використовувались під час даного етапу роботи. 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	
Силові приводи	2800	10	1	0,23	
Комп’ютери та інтерфейси	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.
Флюс	250	0,5	125	
Електродний дріт ПП-3Х2В8	50	0,75	37,5	
3. Лобомід	34	0,2	6,8	
5. Ганчір'я	8,00	0,1	0,8	
		Всього	170,1	

Визначаємо вартість комплектуючих, що були використані під час виконання даного етапу роботи, та заносимо дані до таблиці 5.7.

Таблиця 4.7 – Витрати на комплектуючі

Найменування комплектувальних	Кількість	Ціна за штуку, грн.	Сума, грн.	Примітка
1. Наплавлювальна установка з ЧПК	1	189 000,00	189 000,00	
2. Обертач	1	4499,00	4499,00	
		Всього	193499,00	

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

Таблиця 4.8 – Витрати на електроенергію

Найменування операції	Найменування обладнання	Встановлена потужність, кВт	Тривалість операції, год.	Витрати, кВт	Сума, грн.
Мийна	Лобомід 101	0,5	0,12	0,072	0,15
Дефектувальна	штанген-циркуль	0,2	0,1	0,02	0,04
Токарна	Розточний верстат СК.АА64.5131	23	0,2	4,6	9,38
Наплавлювальна	Установка для наплавлення Апарат ПАТОН™ АШ 115 М2	2,4	0,08	0,19	0,39
Термічна	Індукційна піч КУ-198	3	0,42	1,26	2,57
Слюсарна:	Прес ФП40 ТДМ-401	23	0,18	4,14	9,3
Токарна	Токарно-гвинторізний верстат 16К20	3	0,08	0,24	0,49
Фрезерна	Фрезерний верстат з ЧПУ AG-400 CNC	2,9	0,15	0,43	0,86
Термічна	Шахтна піч	15	4	60	120
Контрольна	Контрольний стіл	0,1	0,1	0,01	0,03
Всього					143,21

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.

Інші витрати $I_{\text{в}}$ можна прийняти як $(100...300)\%$ від суми основної заробітної плати розробників та робітників, які виконували дану роботу, тобто:

$$V_{\text{ін}} = (1..3) \cdot (3_{\text{o}} + 3_{\text{р}}). \quad (4.2)$$

$$V_{\text{ін}} = 6255,2 + 263,52 = 6518,72 \text{ грн.}$$

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

Таблиця 4.9 – Витрати

Статі витрат	Сума, грн.
Основна заробітна плата розробників	6255,2
Основна заробітна плата робітників	263,52
Додаткова заробітна плата	629,72
Нарахування на заробітну плату	1572,65
Амортизація обладнання, комп'ютерів та приміщень	17,99
Витрати на матеріали	195,1
Витрати на комплектуючі	193499
Витрати на силову електроенергію	25,85
Інші витрати	6518,72
Всього	206364,75

4.2 Прогнозування комерційних ефектів від реалізації результатів розробки

Собівартість відновлення ведучого колеса розраховуємо за формулою:

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

де Z_p – основна заробітна плата робітників, $Z_p = 6518,72$ грн.;

Z_o – додаткова заробітна плата робітників, $Z_o = 629,72$ грн.;

H_{zn} – нарахування на заробітну плату, $H_{zn} = 1572,65$ грн.;

M – витрати на матеріали на одиницю продукції, $M = 170,1$ грн.;

B_e – витрати на силову електроенергію, $B_e = 143,21$ грн.;

B_{in} – інші витрати, $B_{in} = 6518,72$ грн.

$$\begin{aligned} S_b &= 6518,72 + 629,72 + 1572,65 + 170,1 + 143,21 + 6518,72 \\ &= 15553,12 \text{ грн.} \end{aligned}$$

Розраховуємо ціну реалізації відновлення ведучого колеса 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% .

$$C_p = 15553,12 \cdot (1 + 0,5) \cdot (1 + 0,2) = 27995,616 \text{ грн.}$$

Приймаємо ціну реалізації 28000 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.
5565,95. 777,65 0,83

$$\Pi = \left\{ \left[28000 - \frac{(28000 - 170,1) \cdot 20}{100} - 15553,12 - \frac{5 \cdot 15553,12}{100} \right] \cdot \left[1 - \frac{17}{100} \right] \right\} \cdot 1000 = 506572 \text{ грн.}$$

Визначаємо величину чистого дисконтованого доходу від застосування модернізованого технологічного процесу, якщо планується протягом 3-х років відновлювати робочі поверхні валів і шестерні редуктора 1Л1000 КСП.

В розробку інноваційного технологічного процесу підприємство однократно вклало 193499,00 грн. інвестицій..

Планується 5065722 грн. річного прибутку від реалізації продукції.

Норма дисконту складає 0,2.

Проведемо розрахунки за формулою:

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

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.

$$NVP = \frac{5065722}{(1 + 0.2)^1} + \frac{5065722}{(1 + 0.2)^2} + \frac{5065722}{(1 + 0.2)^3} - 193499 = 1067084,5 \text{ грн.}$$

4221435+3517862,5+2,931

Термін окупності розраховуємо за формулою 5.7:

$$T_{ок} = \frac{K}{\Pi}, \tag{4.7}$$

$$T_{ок} = \frac{193499}{5065722} = 0,038 \text{ років}$$

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 12500,00 грн. Результати вкладених у наукову розробку інвестицій виявляються у першому році.

Ці результати виявляться у тому, що у кожному наступному році підприємство отримає чистого прибутку 4912160грн. відносно базового року.

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

$$E_{абс} = \Pi\Pi - PV, \tag{4.8}$$

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

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

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

$$ПП = \sum_1^T \frac{\Delta\Pi_i}{(1+\tau)^t}, \quad (4.9)$$

де $\Delta\Pi$ – збільшення чистого прибутку у кожний му 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».

$$ПП = \frac{10670849,5}{(1+0.2)^1} + \frac{10670849,5}{(1+0.2)^2} + \frac{10670849,5}{(1+0.2)^3} = 3043365,99 \text{ грн.}$$

$$E_{\text{абс}} = 3043365,99 - 28000 = 3040565,99 \text{ грн.}$$

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

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

$$E_B = T_{\text{ж}} \sqrt[3]{1 + \frac{E_{\text{абс}}}{PV}} - 1, \quad (4.10)$$

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

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

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

Далі, розрахована величина E_B порівнюється з мінімальною (бар'єрною) ставкою дисконтування $\tau_{\text{мін}}$, яка визначає ту мінімальну дохідність, нижче за яку інвестиції вкладатися не будуть. У загальному вигляді мінімальна (бар'єрна) ставка дисконтування $\tau_{\text{мін}}$ 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 (щорічна) ефективність вкладних інвестицій в проведення наукових досліджень та впровадження їх результатів складе:

$$E_e = \sqrt[3]{1 + \frac{30405657,99}{28000}} - 1 = 31,44$$

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:

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

$$T_{\text{ок}} = \frac{1}{31,44} = 0,3 \text{ роки.}$$

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

Висновки до 3 розділу

За розрахунка економічної ефективності іноваційних рішень можна стверджувати що відновлення колеса приводу трансмісії танка Т-62 є доцільним. Термін окупності склав менше одного року.

ВНТУ МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Аналіз умов праці

При виконанні робіт з підвищення якості відновлення робочих поверхонь колеса приводу трансмісії танка Т-62 виникають небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

- фізичні: рухомі машини та механізми; розлиті на підлогу рідини; підвищена температура поверхонь агрегатів; гострі кромки та шорсткість поверхні; підвищена запиленість, загазованість повітря; мікроклімат, який не відповідає нормативам; недостатня освітленість; підвищений рівень шуму і вібрації в приміщенні; ультрафіолетове випромінювання при проведенні короткочасного підварювання безпосередньо на робочих постах; враження електричним струмом;

- хімічні: відпрацьовані гази та агресивні рідини;
- психо-фізіологічні: монотонність праці.

5.2 Виробнича санітарія

Згідно санітарним нормам $V=15$ м³/люд, $S=4,5$ м²/люд. Реальні показники площі і об'єму знаходяться в межах допустимих значень.

5.2.1 Мікроклімат

В зоні відновлення робочих поверхонь колеса приводу трансмісії танка діючі та допустимі значення параметрів мікроклімату наведені в табл. 5.1.

Теплове опромінення не перевищує нормативне 100 Вт/м² – при опроміненні не більше 25% поверхні тіла людини.

Максимальна допустима для роботи температура поверхонь $\leq 45^{\circ}\text{C}$.

Таблиця 5.1 - Діючі та допустимі значення параметрів мікроклімату в відновлення робочих поверхонь колеса приводу трансмісії танка

Період року	Категорія робіт	Температура, °С		Відносна вологість		Швидкість повітря	
		діюча	допустима	діюча	допустима	діюча	допустима
холодний	П б	15-20	15-21	55-65	≤75	0,2-0,4	≤0,4
теплий	П б	15-20	15-21	60-75	≤75	0,2-0,4	0,2-0,5

Фактичні параметри мікроклімату відповідають встановленим вимогам.

Вентиляція зони приточно-витяжна з механічним та природним сполучанням. Система вентиляції дозволяє підтримувати концентрацію шкідливих речовин в межах, які не перевищують гранично-допустимі, що наведені в табл. 5.2. На постах є імпантові відсмоктувачі.

Таблиця 5.2 - ГДК шкідливих речовин в повітрі зони

Назва речовин	ГДК мг/м ³	Діючі значення ГДК мг/м ³	Агрегатний стан	Клас небезпеки
Азот диоксид	2	0,2	П	3
Амолери	0,2	0,09	П	2
Вуглецю оксид	20	14	П	4
Масло мінеральне	5	2	А	4
Кислота сірчана	1	0,08	А	2
Марганець у зварюв. аерозолях	0,2	0,08	А	2
Мінеральний пил	2	1,2	А	4
Тетраетилсвинець	5·10 ⁻³	2·10 ⁻⁴	П	1

Витяжка приєднується до циклону за допомогою гнучкого шлангу.

Розраховуємо кількість повітря, яке видаляється з робочої зони через витяжку.

$$L = 3600 * V * F_n = 3600 * 15 * 0.096 = 618.4 \text{ м}^3 / \text{год}, \quad (5.1)$$

де F_n -площа відкритого проїому, м^2 ;

V – швидкість потоку повітря (при ГДК < 10 мг/м³) = 1,1...1,5 м/с.

$$F_n = A * B = 0.4 * 0.24 = 0.096 \text{ м}^2;$$

$$A = d + 0.8h = 0.08 + 0.8 * 0.2 = 0.24 \text{ м};$$

$$B = 0.16 * 2 + 0.08 = 0.4 \text{ м}.$$

Визначаємо потрібну потужність вентилятора

$$W = \frac{1000 * G}{dy - d\Pi} \quad (5.2)$$

де dy – кількість волги, що виділяється в приміщенні;

$d\Pi$ – кількість водяної пари, що видаляється з приміщення;

G – кількість водяної пари, що поступає в приміщення;

$$G = 20 \text{ г} / \text{м}^3; dy = 23,112; d\Pi = 17,352;$$

$$W = \frac{1000 * 20}{23,11 - 17,35} = 3472,2 \text{ м}^3 / \text{год}.$$

Вибираємо вентилятор АБ 100–1 з діаметром колеса 100 мм і відповідно двигун 4А80А з $N = 0,75 \text{ кВт}$, $n_d = 930 \text{ об/хв}$.

Таким чином діючі значення концентрації шкідливих речовин в повітрі робочої зони не перевищують ГДК.

Система опалення виконується з умов забезпечення температури повітря в приміщенні в холодний і перехідні періоди року на рівні +16 °С.

Дані вимоги забезпечуються централізованим опаленням. В якості теплоносія – гаряча вода з температурою +80 - +95 °С. Джерелом тепlopостачання є міська котельня. Опалення здійснюється трубами $d=100$ мм, система опалення – двухтрубна з верхньою розводною, тупікова.

5.2.2 Освітлення

В приміщенні зони є природне та штучне освітлення.

Нормативне значення природнього освітлення:

$$e^{IV} = e_H^{IV} \cdot m \cdot C_K, \quad (5.3)$$

де $e_H^{IV} = 1,5$ – коефіцієнт природнього освітлення для приміщень розташованих в IV-му поясі світлового клімату;

$m = 0,9$ – коефіцієнт світлового клімату;

$C_K = 0,75$ – коефіцієнт сонячності клімату;

$$e^{IV} = 1,5 \cdot 0,9 \cdot 0,75 = 1,01.$$

Норми освітлення для цеху по відновленню деталей містяться у таблиці

6.2.

Таблиця 6.2 – Норми освітлення

Характеристика зорової роботи	Найменший розмір об'єкту розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Під-розряд зорової роботи	Характеристика фону	Контраст об'єкту з фоном	Освітленість КЕО, e_H^{IV} , %		
						Штучне освітлення		Природне
						Комбіноване	Загальне	
Середньої точності	Більше 0,5 до 1	IV	а	Темний	Малий	750	300	1,2

Для освітлення цеху слід застосувати газорозрядні лампи. Для місцевого освітлення повинні застосовуватись світильники.

Нормативне значення штучного освітлення $E = 200$ лк (для загального освітлення). Встановлені в приміщенні світильники забезпечують даний рівень.

5.2.3 Шум та вібрації

В робочій зоні має місце широкополосний шум, що виходить від роботи двигуна автомобіля і обладнання. Для широкополосного шуму допустимі рівні звукового тиску в активних полосах частот, рівні звукового тиску на робочих місцях приймаються згідно СН 3223-85 для ослаблення шуму, який поширюється з приміщення назовні, використовуємо звукоізоляцію огорожуючих конструкцій.

Для боротьби з шумом та вібрацією використовують різні засоби звукоізоляції (звукоізолюючі кожухи, які закривають електродвигуни виробничого обладнання) та ін.

Для захисту від вібрації все виробниче обладнання встановлено на віброізольовані фундаменти.

Нормовані значення шуму та вібрації що діють на людину в виробничих умовах наведені в таблицях 5.3 - 5.4.

Таблиця 5.3 – Допустимі рівні звукового тиску і еквівалентні рівні звуку в дБА на робочих місцях

Робоче місце	Рівні звукового тиску в дБ в октавних смугах з середньо геометричними частотами, Гц									Рівні звуку, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Допустим
Відновлювальна ділян.	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Таблиця 5.4 – Норми вібраційного навантаження при тривалості дії 8 годин

Тип вібрації	Категорія вібрації по .	Напрямок дії	Нормативні коректовані по частоті і еквівалентні коректовані значення			
			віброприскорення		віброшвидкості	
			м/с ²	дБ	м/с	дБ
локальна	–	X _л , Y _л , Z _л	2	126	2	112
загальна	3 тип “а”	X _л , Y _л , Z _л	0,1	100	0,2	92

Працівник підпадає під дію шкідливих вібрацій не всю зміну, а тільки коли працюють обладнання та інструмент. В середньому загальній технологічній вібрації підлягає на протязі 150 хв., а локальній – 100 хв.

Визначимо для такої тривалості допустимі рівні віброприскорення за формулами:

$$L_a = 20 \cdot \lg a \cdot 10^6 = 20 \cdot \lg 0,179 \cdot 10^6 = 105 \text{ дБ}; \quad (5.4)$$

$$L'_a = 20 \cdot \lg a \cdot 10^6 = 20 \cdot \lg 4,8 \cdot 10^6 = 133 \text{ дБ}, \quad (5.5)$$

де $a = a_{480} \cdot \sqrt{\frac{480}{t}} = 0,1 \cdot \sqrt{\frac{480}{150}} = 0,179 \text{ м/с}^2$ – допустиме віброприскорення, коли загальна вібрація діє 150 хв..

$a_{480} = 0,1 \text{ м/с}^2$ – допустиме віброприскорення, коли вібрація діє 480 хв.

$a' = a_{480} \cdot \sqrt{\frac{480}{t}} = 2 \cdot \sqrt{\frac{480}{100}} = 4,8 \text{ м/с}^2$ – допустиме віброприскорення, коли локальна вібрація діє 100 хв. за зміну.

Таким чином допустимі рівні вібронавантаження відповідають вимогам.

5.3 Техніка безпеки

Основними вимогами охорони праці, які висуваються в проектуванні машин та механізмів, є безпека для людини, надійність та зручність

експлуатації.

Об'єм приміщення на одного працюючого повинен бути не менше 15 м^3 , а площа - не менше $4,5 \text{ м}^2$, виключаючи площу, яка зайнята обладнанням та проходами.

Підлога в приміщенні повинна виконуватись з негорючих матеріалів та задовольняти гігієнічним, технологічним і експлуатаційним вимогам кожного конкретного виробництва у відповідності з вимогами СНІП II - В - 8 - 71.

5.3.1 Електробезпека

Однією із важливих умов безпеки обладнання є електробезпека - система організаційних та технічних засобів, які забезпечують захист людини від електричного струму. Приміщення відноситься до вологих, в яких пари вологи виділяються короткочасно в невеликій кількості і відносна вологість повітря перевищує 75%. Для подолання небезпеки ураження людини електричним струмом використовують занулення.

5.4 Пожежна безпека

Цех відноситься до приміщення категорії Г по вибухо - та пожежонебезпеці (цех по відновленню наплавленням на напилюванням).

По ступеню вогнестійкості будівля відноситься до Ша - будівлі з переважно каркасною конструктивною схемою. Елементи каркасу - із сталевих незахищених конструкцій. Огороджуючі конструкції - із сталевих профільованих листів або із негорючих листових матеріалів з важкогорючими утеплювачами.

Межі вогнестійкості конструкції об'єкту повинні бути такими, щоб конструкції зберігали несучі і огороджуючі функції протягом евакуації людей або перебування їх в місцях колективного захисту. При цьому межі вогнестійкості повинні встановлюватись без врахування впливу засобів

гасіння пожежі, але з врахуванням пожеже – вибухонебезпеки виробничих процесів.

Основні вимоги показані у таблиці 6.5 (відповідно до СНП 2.01.02-85).

Таблиця 5.5 – Мінімальні межі вогнестійкості і максимальні межі розповсюдження вогню.

Ступінь вогнестійкості і	Мінімальні межі вогнестійкості будівельної конструкції, год (над ризиком), максимальні межі розповсюдження вогню по ним, см (під ризиком).									
	Стіни					Колони	Драбинні райони	Плити	Елементи покриття	
	Несучі драбинних кліток	Самонесучі	Зовнішні несучі	Внутрішні несучі	Плити				Балки, рами	
Ша	$\frac{1}{0}$	$\frac{0,5}{0}$	$\frac{0,25}{40}$	$\frac{0,25}{40}$	$\frac{0,25}{0}$	$\frac{1}{0}$	$\frac{0,25}{0}$	$\frac{0,25}{25}$	$\frac{0,5}{0}$	

У приміщенні висота від підлоги до низа виступаючих конструкцій перекриття повинна бути не менше 2,2 м, висота від підлоги до низу виступаючих частин комунікацій і обладнання в місцях регулярного проходу людей і на шляхах евакуації - не менше 2 м, а в місцях нерегулярного проходу людей - не менше 1,8 м. Відстані до евакових виходів для категорії приміщення Г і Ж ступеню вогнестійкості не обмежуються щільністю людського потоку в загальному проході. Крім цього, СНП 2.09.02 -85 визначає кількість людей на 1 м ширини евакуаційного виходу

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, пригніблення ферментних і інших функціональних систем, тобто порушення життєдіяльності всього організму.

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

клітина продовжує виконувати свої функції. Якщо ж доза опромінення висока або дуже багато разів повторюється, то електрони не встигають рекомбінувати; молекулярні зв'язки не відновлюються; виходить з ладу велика кількість клітин; робота органів розладнується; нормальна життєдіяльність організму стає неможливою.

5.5.2 Розрахунок режимів радіаційного захисту

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

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

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

де $t_n=1$ 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

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

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

Розрахунок режимів радіаційного захисту проведемо в такій послідовності.

Для кожної зміни визначимо час початку робочої зміни (t_0), час кінця робочої зміни (t_k), тривалість роботи зміни (t_p) та можливу дозу опромінення (D_M).

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

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

Згідно довідникових даних час початку роботи першої скороченої зміни $t_{п1} = 1$ год.

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

Час закінчення роботи зміни

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

Тривалість роботи зміни $t_{p1} = t_{к1} - t_{п1} = 7 - 1 = 6$ год.

Можлива доза опромінення зміни (аналогічно (5.6))

$$D_{M1} = \frac{1,33 \cdot p_{1max} \cdot (\sqrt[4]{t_{к1}^3} - \sqrt[4]{t_{п1}^3})}{K_{носп}} = \frac{1,33 \cdot 2 \cdot (\sqrt[4]{7^3} - \sqrt[4]{1^3})}{12} = 0,746 \text{ мР}.$$

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

Час закінчення роботи зміни (аналогічно (5.9))

$$t_{k2} = \left(\frac{D_{дон} \cdot K_{нос} + 1,33 \cdot p_{1max} \cdot \sqrt[4]{t_{п2}^3}}{1,33 \cdot p_{1max}} \right)^{\frac{4}{3}} = \left(\frac{0,75 \cdot 12 + 1,33 \cdot 2 \cdot \sqrt[4]{7^3}}{1,33 \cdot 2} \right)^{\frac{4}{3}} = 15,06 \approx 15 \text{ год.} \quad (5.10)$$

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

Можлива доза опромінення зміни (аналогічно (5.6))

$$D_{м2} = \frac{1,33 \cdot p_{1max} \cdot (\sqrt[4]{t_{к2}^3} - \sqrt[4]{t_{п2}^3})}{K_{посл}} = \frac{1,33 \cdot 2 \cdot (\sqrt[4]{15^3} - \sqrt[4]{7^3})}{12} = 0,75 \text{ мР.}$$

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

Час закінчення роботи зміни (аналогічно (5.9))

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

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

Можлива доза опромінення зміни (аналогічно (5.6))

$$D_{м3} = \frac{1,33 \cdot p_{1max} \cdot (\sqrt[4]{t_{к3}^3} - \sqrt[4]{t_{п3}^3})}{K_{посл}} = \frac{1,33 \cdot 2 \cdot (\sqrt[4]{24^3} - \sqrt[4]{15^3})}{12} = 0,74 \text{ мР.}$$

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

Час закінчення роботи зміни (аналогічно (5.10))

$$t_{k4} = \left(\frac{D_{\text{дон}} \cdot K_{\text{нос}} + 1,33 \cdot p_{1\text{max}} \cdot \sqrt[4]{t_{n4}^3}}{1,33 \cdot p_{1\text{max}}} \right)^{\frac{4}{3}} = \left(\frac{0,75 \cdot 12 + 1,33 \cdot 2 \cdot \sqrt[4]{24^3}}{1,33 \cdot 2} \right)^{\frac{4}{3}} = 34,16 \approx 34 \text{ год.}$$

Тривалість роботи зміни $t_{p4} = t_{k4} - t_{п4} = 34 - 24 = 10$ год.

Можлива доза опромінення зміни (аналогічно (5.6))

$$D_{m4} = \frac{1,33 \cdot p_{1\text{max}} \cdot (\sqrt[4]{t_{k4}^3} - \sqrt[4]{t_{п4}^3})}{K_{\text{носл}}} = \frac{1,33 \cdot 2 \cdot (\sqrt[4]{34^3} - \sqrt[4]{24^3})}{12} = 0,743 \text{ мР.}$$

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

Час закінчення роботи зміни (аналогічно (5.10))

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

Тривалість роботи зміни $t_{p5} = t_{k5} - t_{п5} = 45 - 34 = 11$ год.

Можлива доза опромінення зміни (аналогічно (5.6))

$$D_{m5} = \frac{1,33 \cdot p_{1\text{max}} \cdot (\sqrt[4]{t_{k5}^3} - \sqrt[4]{t_{п5}^3})}{K_{\text{носл}}} = \frac{1,33 \cdot 2 \cdot (\sqrt[4]{45^3} - \sqrt[4]{34^3})}{12} = 0,7494 \text{ мР.}$$

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

Час закінчення роботи зміни (аналогічно (5.10))

$$t_{k6} = \left(\frac{D_{\text{дон}} \cdot K_{\text{нос}} + 1,33 \cdot p_{1\text{max}} \cdot \sqrt[4]{t_{п6}^3}}{1,33 \cdot p_{1\text{max}}} \right)^{\frac{4}{3}} = \left(\frac{0,75 \cdot 12 + 1,33 \cdot 2 \cdot \sqrt[4]{45^3}}{1,33 \cdot 2} \right)^{\frac{4}{3}} = 56,87 \approx 57 \text{ год.}$$

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

Можлива доза опромінення зміни (аналогічно (5.6))

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

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

ВНТУ Матеріалознавство

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 з 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 експлуатації складає близько одного року.

13. Проведено ряд розрахунків приміщення для безпеки та охорони праці при наплавленні. 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.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРУ

1. Гриднев В. Н. Справочник технолога-машиностроителя / В. Н. Гриднев, Н. В. Досчатов., 1985. – 342 с.
2. Хільчевський В. В. Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів / Хільчевський В. В. – Либідь, 2002. – 328 с. – (ISBN 966-06-0247-2)
3. Лахтин Ю. М. Основы металловедения. / З. Лахтин Ю. М.. – М.: Металлургия, 1988. – 320 с.
4. Будник А. Ф. Типове обладнання термічних цехів та дільниць: Навчальний посібник./ Будник А. Ф. – Суми: Вид-во СумДУ, 2008. — 212 с. – ISBN 978-966-657-185-7
5. Зазимко О. В. Опис до патенту на корисну модель : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук / Зазимко О. В.. – Київ, 1011.
6. Сидоров А. И., Восстановление деталей машин напылением и наплавкой / А. И. Сидоров -М.: Машиностроение, 1987 – 432с.
7. Мохорт А.В.Термічна обробка металів [Текст]: [навч. посіб.] / А. В. Мохорт, М. Г. Чумак — К.: Либідь, 2002. — 512 с. — ISBN 966-06-0212-X
8. Дяченко С. С Матеріалознавство [Текст]: підручник / [Дяченко С. С., Дощечкіна І. В., Мовлян А. О., Плешаков Е. І.] ; ред. С. С. Дяченко ; Харківський нац. автомобільно-дорожній ун-т. — Х. : ХНАДУ, 2007. — 440 с. — ISBN 978-966-303-133-0
9. Лахтин Ю. М. Основы металловедения. / З. Лахтин Ю. М.. – М.: Металлургия, 1988. – 320 с.
10. Барановский Ю.В. Режимы резания металлов / Ю.В. Барановского. -М.: Машиностроение, 1972. - 407 с.
11. Бакалець Д. В. Оцінка впливу мокрого наплавлення на напружено-деформований стан валів / Д. В. Бакалець О. І. Шугайло П. Ю Бондарчук.– м. Вінниця – 2017

12. В. В. Перемитько Дуговая наплавка слоев металла переменного состава и различной твердости / В. В. Перемитько, А. И. Панфилов.. Днепропетровский государственный технический университет. – 2017р
13. Попова В.В. Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств. / Попова В.В. – Рубцовск: Рубцовский индустриальный ин-т, 2013. - 98 с
14. Киквидзе О.Г. Пластическое деформирование наплавленного слоя на плоской поверхности детали / О.Г.Киквидзе П.Н.Кипиани. – Кутаиси – 2016
15. КУЗНЕЦОВ В. Д. Износостойкость наплавленного металла типа углеродистых и хромомарганцевых сталей в условиях сухого трения скольжения металла по металлу / В. Д. КУЗНЕЦОВ Д. В. СТЕПАНОВ В. А. МАКОВЕЙ , Я. П. ЧЕРНЯК – 1 НТУУ «Киевский политехнический институт».– г. Киев –2010.
16. Филиппов М.А. Повышение износостойкости быстроизнашивающегося оборудования и инструмента термической обработкой / М.А. Филиппов , М.А. Гервасьев М.С. Хадыев , А.С. Жилин, С.М. Никифорова , Н.Е.Гаранов . – Либідь, 2002
17. Тимофеев С. С. Способы и методы модификации поверхностей трения / Тимофеев С. С. г. Киев –2015.
18. Ситников А. А. Повышение износостойкости рабочих органов сельскохозяйственных машин электродуговой наплавкой порошковым электродом / Ситников, А.А Собачкин, А.В Яковлев, В.И. Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова. – (г. Барнаул) – 2011
19. Клочков Д.П. Повышение износостойкости поверхностей трения путем выбора рациональных режимов поверхностного пластического деформирования с наложением ультразвуковых колебаний. / Клочков Д.П – Волгоград – 2012

20. Булычев, В. В. Повышение износостойкости отвалов плугов полуавтоматической вибродуговой наплавкой / Булычев, В. В. Голубина, С. А.
21. Думов, С. И. Технология электрической сварки плавлением [Текст] / С. И. Думов. – Л. : Машиностроение, 1970. – 456 с.
22. ЗУРНАДЖИ, В. І. Підвищення механічних властивостей економно легированих сталей використанням термічної обробки за технологією «QUENCHING-AND-PARTITIONING» / ЗУРНАДЖИ, В. І. Маріуполь – 2019
23. Сніжної Г. В. Наукові основи впливу магнітного стану структури на властивості аустенітних сталей. / Сніжної Г. В. Запоріжжя – 2019. – 46 с
24. Баласанян Р. А. Атлас деталей машин / Р. А. Баласанян : Основа, 1996. – 256 с.
25. Борисов Ю. С. Газотермические покрытия из порошковых материалов. / Ю. С. Борисов, Ю. А. Харламов, С. Л. Сидорченко. - Киев. Наукова думка, 1987. - 544 с.
26. Винокуров В. А. Сварочные деформации и напряжения / Винокуров В. А. – М.: Машиностроение, 1968. – 236 с.
27. Гайдамак О. Л. Узли та деталі (ремонтного) виробництва автотракторної техніки. - Навчальний посібник / О. Л. Гайдамак, В. І. Савуляк - Вінниця: УНІВЕРСУМ. 2005. – 92 с
28. ГОСТ 1497-84. Металлы. Методы испытаний на растяжение, – М.: Издательство стандартов, 1987 – 52 с.
29. ГОСТ 1050-88. Прокат сортовой, калиброванный, со специальной отделкой поверхности из углеродистой качественной конструкционной стали. Общие технические условия, – М.: Издательство стандартов, 1987. – 48 с.
30. Горбачевич А. Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения / А. Ф. Горбачевич, В. А. Шкред. - Минск : Выш. школа, 1983. – 243 с.
31. Григурко І. О. «Технологія обробки типових деталей. Навчальний посібник.» - Львів : «Новий Світ - 2000», 2006. – 576 с.

32. Дусанюк Ж. П. Посібник до практичних занять з дисципліни «Механоскладальні дільниці та цехи в машинобудуванні» / Ж. П. Дусанюк, В. В. Савуляк, С. В. Репінський, О. В Сердюк. - Вінниця: ВНТУ, 2008. - 205 с.
33. Косилова А. Г., Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. / А. Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1985. - 496 с.
34. Мягков В. Д. Допуски и посадки / В. Д. Мягков, М. А. Палей.
35. А. Б. Романов, В. А. Брагинский. - Ленинград : Машиностроение, Ленинградское отделение, 1983. - 357 с.
36. Молодих Н. В., Восстановление деталей машин. / Молодих Н. В., Зенкін А. С. Справочник. – М.: Машиностроение, 1989. – 480 с
37. Бакалець Д. В., Публікація «використання мокрого наплавлення для валів малого діаметру» / Бакалець Д. В., 2018р. –3 ст.
38. Савуляк В. І. Технічне нормування в ремонтному виробництві./ В. І.Савуляк., С. В.Білошицький / – Вінниця: ВНТУ, 2010. – 243с.
39. Структура металів і сплавів [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://budtehnika.pp.ua/8892-struktura-metalv-splavv.html>.
40. Шиліна О.П. Методичні вказівки до курсового проекту з дисципліни "Напилування та наплавлення" для підготовки фахівців. Галузь знань 05050 - Машинобудування та металообробка. Напрямок підготовки - 6.050504 - Зварювання / Укладач О. П. Шиліна. - Вінниця, ВНТУ 2014- 32 с.
41. Гриднев В. Н., Справочник технолога-машиностроителя / В. Н. Гриднев, Н. В. Доуцарев - М.: Машиностроение, 1985 – 342с

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 ПРИВОДУ ТРАНСМІСІЇ ТАЖАХ-62
08 – 27. МКР.002.00.000 ТЗ

ВНТУ Матеріалознавство

Керівник: доцент каф. ГМ
_____ Д.В. Бакалець
Виконав: ст.гр. 13В-17м
_____ В.О. Криворучко

Вінниця 2018

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 довгомірного вала з шпонковими пазами

Умовне позначення: 08-27.МКР.002.00.000 ТЗ

Деталь « Довгомірний вал з шпонковими пазами » виготовляється із сталі 40Х ГОСТ 4543-71 і є ланкою на яку закріплюються колеса, сорочки вала, регульовані кільця, диск розвантаження і дистанційна втулка. Всі деталі на валу стягуються гайкою ротора ЦНС-180. Вал має ступінчасту зовнішню поверхню. Для закріплення деталі у вузлі передбаченні поверхні встановлення підшипників, а для передачі крутного моменту на деталі виконані шпонкові пази.

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.

В конструкції деталі є нетехнологічні елементи – глухі центрові отвори В5 ГОСТ 14034-74; закриті шпонкові пази, всі решта є технологічними.

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 центрах.

Вказані на кресленні деталі якості точності механічної обробки відповідають параметрам шорсткості. Вони можуть бути забезпеченими на верстатах з числовим програмним керуванням.

2 Мета, завдання, призначення та джерела розробки

Розробка технологічного процесу проводиться на основі завдання на магістерську кваліфікаційну роботу згідно наказу ректора ВНТУ №238 від 28.09.18 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 довгомірний вал центробіжного насоса, проведення необхідних розрахунків оптимальних режимів обробки та модернізації, або проектуванням нової конструкції окремого технологічного обладнання.

Мета і завдання досліджень. Підвищення якості відновлених поверхонь колеса приводу трансмісії танка Т-62 шляхом наплавлення покриттів з гартівними структурами..

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

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

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 агрегатів. Методичні вказівки до виконання курсових проектів / 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 проектирование по технологии машиностроения / А.Ф. Горбацевич, В.А. Шкред. – Минск : Выш. школа, 1983. – 243 с.

4. Козловський В. О. Техніко-екопомічні обґрунтування та економічні розрахунки в дипломних проектах 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 «Наплавлення 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 довгомірного валу центробіжного насоса – 1500 шт,
- знос поверхонь, що відновлюються менше 0,15 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 виробниці.

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 вала центробіжного насоса;
- розробка основної проектної задачі;
- технологічне проектування технологічного процесу;
- розробка обладнання та пристосування для технологічного процесу;
- охорона праці, навколишнього середовища та ЦО;
- економічна ефективність розробок.

5 Порядок контролю та приймання

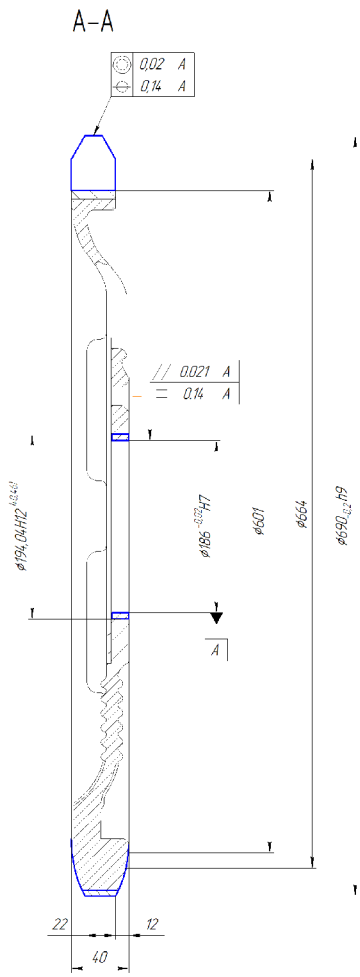
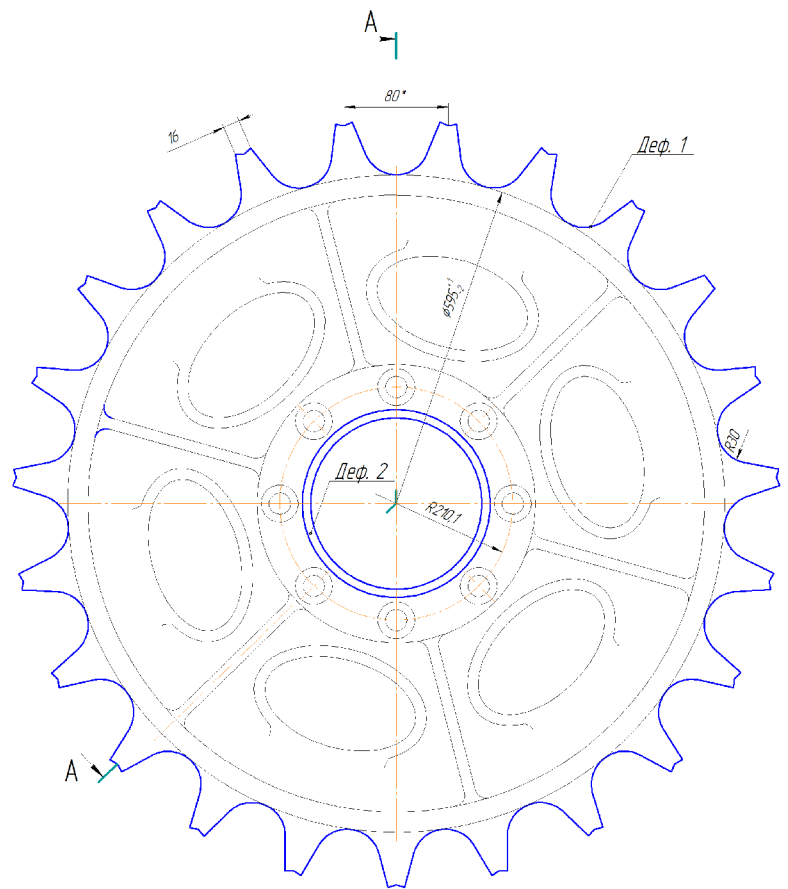
Контроль та приймання розробок виконується у відповідності до „ Положення про дипломне проектування” на кафедрі ГМ.

Технічне завдання оформлюється у відповідності з загальними вимогами до текстових конструкторських документів по ГОСТ 2/05-2013, на листах формату А4 по ГОСТ 9327-90.

ВНТУ Матеріалознавство

08-27.МКР.002.00.000 Р

√ Ra 12,5(√1)



№ п/п	Наименование дефекта	Классификатор дефекта		Основной способ устранения дефекта	Допустимые способы устранения дефекта
		Классификатор дефекта	Классификатор дефекта		
1	Знос венца по ширине до размера меньше 39 мм	0,9	10	Нанести электроэрозионный метод для 181-ЭН298 ГОСТ 8050-85	Пробарить венцы пробологом 16 ст - 08% ГОСТ 2246-70 в СО2 ГОСТ 8050-85
2	Знос посадочного места колеса до размера меньше 187 мм	0,9	1	Восстановление ремонтной втулки	Напайка стачка в севальши захисних газів

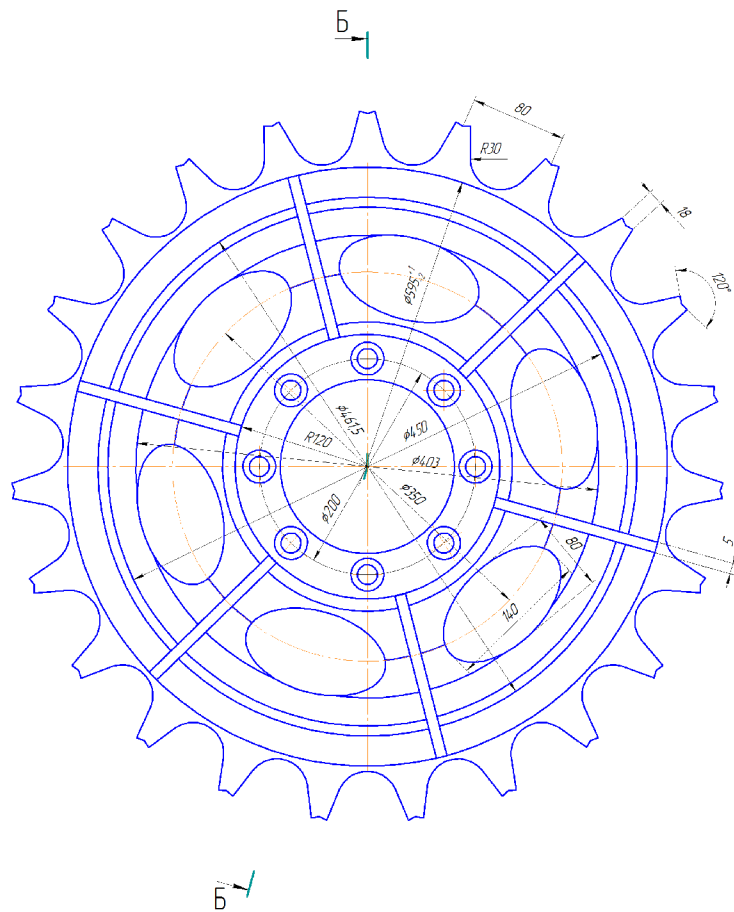
Колесо не подлежит на восстановление якщо зуби викришуються, при наявності тріщин, які проходять через встановлючі отвори венця по зовнішньому діаметру менше 670 мм по діаметру впадин - менше 583 мм по товщині до товщини менше 30 мм. Технологічний маршрут: напаяти на старий венець зносостійкий метал.

- На рабочих поверхнях зубів і впадин твердість >450 НВ. Допускається на інших поверхнях твердість >229 НВ після наплення без попередньої термообробки.
- Відність двох левих відстаней від осі колеса доблидиной відскакається 2 мм.
- * Размери для довідок.
- Електроэрозионне наплення по ГОСТ 10543-75.
- Не вказані радіуси 2.5 мм.
- Шорсткість відновлених поверхонь не більше √ Ra 6.3

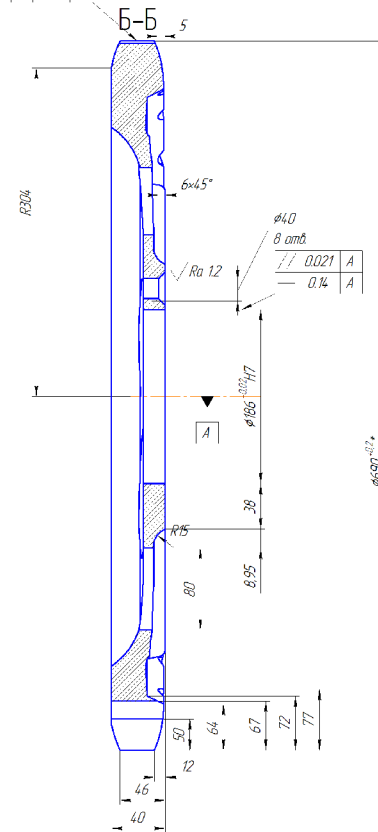
08-27.МКР.002.00.000 Р				Лист	Реквизит	Реквизит
Ведуче колесо (ремонтне креслення)				21		
Мат. деталі	№ деталі	Катег.	Вид	Лист	Листов	Т
Розроб.	Кришачко					
Зроб.	Белавський					
Ілюстр.						
Різдво						
Мат. деталі						
№						
Сталь 40Х				ВНТЧ		
				ст. 135-100		
				Ф		

08-27.МКР.002.00.000

√ Ra12.5/1



$\sqrt{0.02}$	A
$\sqrt{0.14}$	A



Модуль	m	8
Кількість зубів	z	23
Вихідний контур	-	590
Коефіцієнт зчеплення	x	0.25
Ступінь точності за ГОСТ 1643-81	-	0.02
Довжина загальної норми	W	
Допуск на коливання міжосьової відстані за одерт колеса на одному зубі	F	
Допуск на радіальне дилтя	F	0.14
Відхилення основного кроку	f	0.1
Дільний діаметр	d	595

1. На робочих поверхнях зубів і впадин твердість >460 НВ. Допускається на вказаних поверхнях твердість >229 НВ після напалвлення без попередньої термообробки.
2. Відхилення двох лобів відстаней від осі колеса до впадин допускаються 2 мм.
3. * Розміри для довідок.
4. Шорсткість віднослених поверхонь не більше √ Ra 6.3.
5. На вказані радіуси 2.5 мм.

08-27.МКР.002.00.000			
Мат. група	М. розроб.	Лист	Листів
Розроб.	М. Божанько		21
Проєкт.	Божанько		
Інженер			
Матеріал	Сталь 40Х ГОСТ 1050-88	ВНТЧ	
Відп.		стр. 13В-18М	
Масштаб		Формат А1	

My Stamp

ВНТУ Матеріалознавство