

Хмельницький національний університет
Факультет інженерії, транспорту та архітектури
Кафедра трибології, автомобілів та матеріалознавства

Пояснювальна записка ДО ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРА

Галузь знань: 13 «Механічна інженерія»

Спеціальність: 132 «Матеріалознавство»


Освітньо-професійна програма: «Відновлення та технічний сервіс автомобілів»

на тему: «Відновлення вал-шестерні заднього мосту автомобіля ВАЗ-2107»

Шифр: ДРМТВАТАМ 23.20100.000. ПЗ

Виконав: студент 3 курсу, група МТВАс-20-2  А.М. Лавренчук

Керівник

 к.т.н., доц. О.Ю. Рудик

До захисту допускаю:

Зав. кафедри ТАМ  Диха О.В.

8 06 2023_р.

Хмельницький, 2023 р.

РЕФЕРАТ

Бакалаврська робота студента гр. МТВАс-20-2 Лавренчука Андрія Михайловича на тему: «Відновлення вал-шестерні заднього мосту автомобіля ВАЗ-2107».

Обсяг пояснювальної записки – 66, кількість рисунків – 14, таблиць – 7, додатків – 1, кількість джерел згідно із переліком посилань – 25.

Об'єкт дослідження: вал-шестерня редуктора заднього мосту автомобіля ВАЗ-2107.

Мета роботи: відновлення вал-шестерні редуктора заднього мосту автомобіля ВАЗ-2107.

Актуальність теми: задній міст складається з карданного валу і задньої осі з редуктором, які передають обертання від двигуна до ведучих коліс автомобіля. Деталь для відновлення – вал-шестерня редуктора. Знос, задири і захоплювання на поверхнях тертя – основні дефекти вал-шестерні (перевантаження і втома металу призводять до необхідності відновлювати пошкоджені ділянки).

Новизна роботи: розроблений технологічний процес відновлення вал-шестерні наплавленням у середовищі вуглекислого газу з наведеною методикою (аналіз конструкції, тип виробництва, штучно-калькуляційний час виконання операцій, кількість верстатів, технологічні бази, операційний опис, призначення устаткування, розрахунок припусків і режими обробки, норми часу для операцій).

Перелік ключових слів: ВАЗ-2107, ЗАДНІЙ МІСТ, РЕДУКТОР, ВАЛ-ШЕСТЕРНЯ, ВІДНОВЛЕННЯ, НАПЛАВЛЕННЯ У СЕРЕДОВИЩІ ВУГЛЕКИСЛОГО ГАЗУ.

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерної механіки
Кафедра трибології, автомобілів та матеріалознавства

Освітньо-кваліфікаційний рівень: бакалавр
Галузь знань: 13 «Механічна інженерія»
Спеціальність: 132 «Матеріалознавство»
Спеціалізація: «Відновлення та технічний сервіс автомобілів»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедрою ТАМ

Диха О.В.

" 20 " березня 2023 р.

З А В Д А Н Н Я НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Лавренчуку Андрію Михайловичу

1. Тема проекту:

«Відновлення вал-шестерні заднього мосту автомобіля ВАЗ-2107»

керівник проекту: Рудик Олександр Юхимович, к.т.н., доц.

Затверджено наказом університету від 1.03.2023 р. № 5 (Д_14)

2. Строк подання студентом проекту на кафедру: 10.06.2023 р.

3. Вихідні дані до проекту:

1) *Технічні умови на технологію відновлення вал-шестерні заднього мосту автомобіля ВАЗ-2107.*

2) *Результати літературного огляду і патентного пошуку.*

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. *Загальні відомості й технічна характеристика вантажного автомобіля ГАЗ-3307*

2. *Будова, принцип роботи, особливості експлуатації й технічного обслуговування заднього мосту автомобіля ВАЗ-2107*

3. *Вибір матеріалу вал-шестерні заднього мосту автомобіля ВАЗ-2107*

4. *Проектування ТП відновлення вал-шестерні редуктора заднього мосту*

5. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта

Підпис завдання видав	Дата зачитання протоколу
-----------------------------	--------------------------------

6. Дата видачі завдання: 20 березня 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Прізвище
1	Огляд літературних джерел	01.05.2023	
2	Загальні відомості й технічна характеристика вантажного автомобіля ВАЗ-2107	05.05.2023	
3	Будова, принцип роботи, особливості експлуатації й технічного обслуговування заднього мосту автомобіля ВАЗ-2107	10.05.2023	
4	Вибір матеріалу вал-шестерні заднього мосту автомобіля ВАЗ-2107	15.05.2023	
5	Проектування ТП відновлення вал-шестерні редуктора заднього мосту	22.05.2023	
6	Оформлення пояснювальної записки	01.06.2023	
7	Оформлення презентаційних матеріалів	10.06.2023	

Студент





 Лавренчук А.М.

Керівник роботи

 Рудик О.Ю.

Зміст

Перелік скорочень	7
Вступ.....	8
1 Загальні відомості й технічна характеристика вантажного автомобіля ВАЗ-2107	9
1.1 Загальні відомості про автомобіль ВАЗ-2107	9
1.2 Технічна характеристика автомобіля ВАЗ-2107.....	9
2 Будова, принцип роботи, особливості експлуатації й технічного обслуговування заднього мосту автомобіля ВАЗ-2107	10
2.1 Будова, принцип роботи, особливості експлуатації.....	10
2.2 Несправності заднього мосту ВАЗ-2107.....	14
2.3 Редуктор заднього мосту: перевірка технічного стану	19
2.3.1 Розбирання редуктора	19
3 Вибір матеріалу вал-шестерні заднього мосту автомобіля ВАЗ-2107	21
3.1 Загальні властивості матеріалу вал -шестерні	21
3.2 Термічна обробка сталі 45Х.....	25
3.2.1 Відпускання та нормалізація сталі 45Х.....	27
3.2.2 Механічні властивості сталі 45Х залежно від температури відпускання	28
3.2.3 Застосування СВЧ для зміцнення сталі 45Х.....	29

ДРМТВАТАМ 23.20100.000. ПЗ				
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата
Виконав		Лавренчук		07.06
Перевір.		Рудик		07.06
Н.контр.		Бабак		08.06
Затвер.		Диха		08.06
Відновлення вал-шестерні заднього мосту автомобіля ВАЗ-2107				
		Літера	Аркуш	Аркуші
		21	4	66
ХНУГр.МТВАс-20-2				

Зміст

Перелік скорочень.....

Вступ.....

1 Загальні відомості й технічна характеристика вантажного автомобіля

ВАЗ-2107

1.1 Загальні відомості про автомобіль ВАЗ-2107.....

1.2 Технічна характеристика автомобіля ВАЗ-2107

2 Будова, принцип роботи, особливості експлуатації й технічного

обслуговування заднього мосту автомобіля ВАЗ-2107.....

2.1 Будова, принцип роботи, особливості експлуатації.....

2.2 Несправності заднього мосту ВАЗ-2107

2.3 Редуктор заднього мосту: перевірка технічного стану

2.3.1 Розбирання редуктора.....

3 Вибір матеріалу вал-шестерні заднього мосту автомобіля ВАЗ-2107.....

3.1 Загальні властивості матеріалу вал -шестерні

3.2 Термічна обробка сталі 45Х.....

3.2.1 Відпускання та нормалізація сталі 45Х.....

3.2.2 Механічні властивості сталі 45Х залежно від температури відпускання.....

3.2.3 Застосування СВЧ для зміцнення сталі 45Х.....

					ДРМТВАТАМ 23.20100.000. ПЗ			
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата	Відновлення вал-шестерні заднього мосту автомобіля ВАЗ-2107	Літера	Аркуш	Аркушів
Виконав	Лавренчук						4	
Перевір.	Рудик							
Н.контр.	Бабак							
Затвер.	Диха							
						ХНУгр.МТВАс-20-2		

4 Проектування ТП відновлення вал-шестерні редуктора заднього мосту.....

- 4.1 Аналіз дефектів вал-шестерні
 - 4.2 Визначення програми процесу відновлення вал-шестерні
 - 4.3 Відбір способів усунення дефектів вал-шестерні
 - 4.3.1 Відбір способів усунення дефектів вал-шестерні (за ознаками).....
 - 4.3.2 Оцінка методів усунення дефектів вал-шестерні
(за фізико-механічними властивостями).....
 - 4.3.2.1 Для механізованого наплавлення
 - 4.3.2.2 Для електролітичних покриттів
 - 4.3.2.3 Для електромеханічного виходжування
 - 4.3.2.4 Для пластичного деформування
 - 4.3.2.5 Для обробки під ремонтний розмір
 - 4.3.2.6 Для постановки додаткової деталі
 - 4.3.3 Оцінка методів усунення дефектів вал-шестерні
(за техніко-економічними критеріями)
 - 4.3.3.1 Для механізованого наплавлення
 - 4.3.3.2 Для електролітичних покриттів
 - 4.3.3.3 Для електромеханічного виходжування
 - 4.3.3.4 Для пластичного деформування
 - 4.3.3.5 Для обробки під ремонтний розмір
 - 4.3.3.6 Для постановки додаткової деталі
- 4.4 Методика відновлення вал-шестерні наплавленням
у середовищі вуглекислого газу
- 4.5 Розробка ТП відновлення вал-шестерні
- 4.5.1 Аналіз конструкції вал-шестерні
- 4.5.2 Тип виробництва.....
- 4.5.3 Штучно-калькуляційний час виконання операцій ТП

					ДРМТВАТАМ 23.20100.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

4.5.4 Кількість верстатів.....

4.5.5 Технологічні бази

4.5.6 Остаточний варіант технологічного маршруту відновлення
вал-шестерні

4.5.7 Вибір устаткування для відновлення

4.5.8 Розрахунок припусків на обробку

4.5.9 Режими обробки

4.5.10 Норми часу для операції точіння

Висновки

Список літератури.....

Додатки.....

					ДРМТВАТАМ 23.20100.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Перелік скорочень

СВЧ – струм високої частоти.

ТО – технічне обслуговування.

КПП – коробка перемикачів передач.

s_b – межа короткочасної міцності, [МПа].

s_T – межа пропорційності (межа текучості для постійної деформації), [МПа].

δ_5 – відносне подовження при розриві, [%].

ψ – відносне звуження, [%].

HV – твердість за Віккерсом, [МПа].

T (t) – температура, при якій виходять ці властивості, [Град].

E – модуль пружності першого роду, [МПа].

α – коефіцієнт теплового (лінійного) розширення (діапазон 20° – T), [1/Град].

λ – коефіцієнт теплопровідності (теплоємність матеріалу), [Вт/(м·град)].

ρ – щільність матеріалу, [кг/м³].

C – питома теплоємність матеріалу (діапазон 20° - T), [Дж/(кг·град)].

K_u – коефіцієнт відносної оброблюваності.

					ДРМТВАТАМ 23.20100.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Вступ

При експлуатації автомобіля його експлуатаційні властивості погіршуються через знос деталей (до 50%), з'являються несправності та відмови (17,1% через ушкодження, 7,8 % через тріщини), які усуваються при ТО і ремонті [1]. Неможливо створити автомобіль, деталі якого зношуються рівномірно і мають однаковий термін працездатності. Тому під час експлуатації на автотранспортних підприємствах проводиться періодичне ТО і при необхідності поточний ремонт автомобілів (заміна окремих деталей, вузлів, агрегатів).

Задній міст ВАЗ-2107 відіграє дуже важливу роль для автомобілів із заднім приводом. У редукторі заднього мосту одна з найбільш зношуваних деталей – вал-шестерня. Її відновлення – важливе завдання ремонтного виробництва через:

- можливість економії дефіцитних матеріалів;
- збільшення у 2-3 рази термін служби;
- зменшення випуску запасних частин;
- зниження собівартості ремонту автомобіля.

Тому мета і задача роботи: спроектувати ТП відновлення вал-шестерні заднього мосту автомобіля ВАЗ-2107 з відповідними розрахунками режимів механічної обробки.

					ДРМТВАТАМ 23.20100.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

1 Загальні відомості й технічна характеристика автомобіля ВАЗ-2107

1.1 Загальні відомості про автомобіль ВАЗ-2107

ВАЗ-2107 Жигулі/Lada 1500SL/Lada Riva ("сімка") – задньоприводний 4-дверний седан. Її базова модель – автівка ВАЗ-2105. ВАЗ-2107 називають найдосконалішим і найкомфортабельнішим задньоприводний радянським седаном. Автомобілі ВАЗ-2107 на сьогодні досить застарілі. Однак, ряд переваг (дешевина утримування, надійність, ремонтпридатність, прийнятний комфорт) дозволили «класиці» протриматися 30 р. на конвеєрі АвтоВАЗ [2]. Автомобіль відрізняється сучасною панеллю приладів з тахометром, оригінальними анатомічними передніми сидіннями з високою спинкою, оригінальними ґратами радіатора [3].

Загальний вигляд автомобіля ВАЗ-2107 наведено на рис. 1.1.



Рисунок 1.1 – Загальний вигляд автомобіля ВАЗ-2107

1.2 Технічна характеристика автомобіля ВАЗ-2107

Двигун ВАЗ-2107 – бензиновий, рядний, 4-циліндровий. 76x80, 1,45 л, ступінь стиску – 8,5, порядок роботи 1-3-4-2. потужність 53,3 кВт (72,5 к. с.)

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

ДРМТВАТАМ 23.20100.000. ПЗ

Арк.

при 5600 об/хв., крутний момент 104 Н*м (10,6 кгс*м) при 3400 об/хв.. Карбюратор 2107-1107010-20. Повітряний фільтр – з терморегулятором і зі змінним фільтруючим елементом.

Коробка передач – 4-ступінчаста із синхронізаторами на передачах переднього ходу. Передаточні числа: I – 3,76, II – 2,10, III – 1,36, IV – 1,00, 3X – 3,53. Карданна передача – два карданні вали із проміжною опорою. Головна передача – гепоїдна; передаточне число – 3,9.

2 Будова, принцип роботи, особливості експлуатації й технічного обслуговування заднього мосту автомобіля ВАЗ-2107

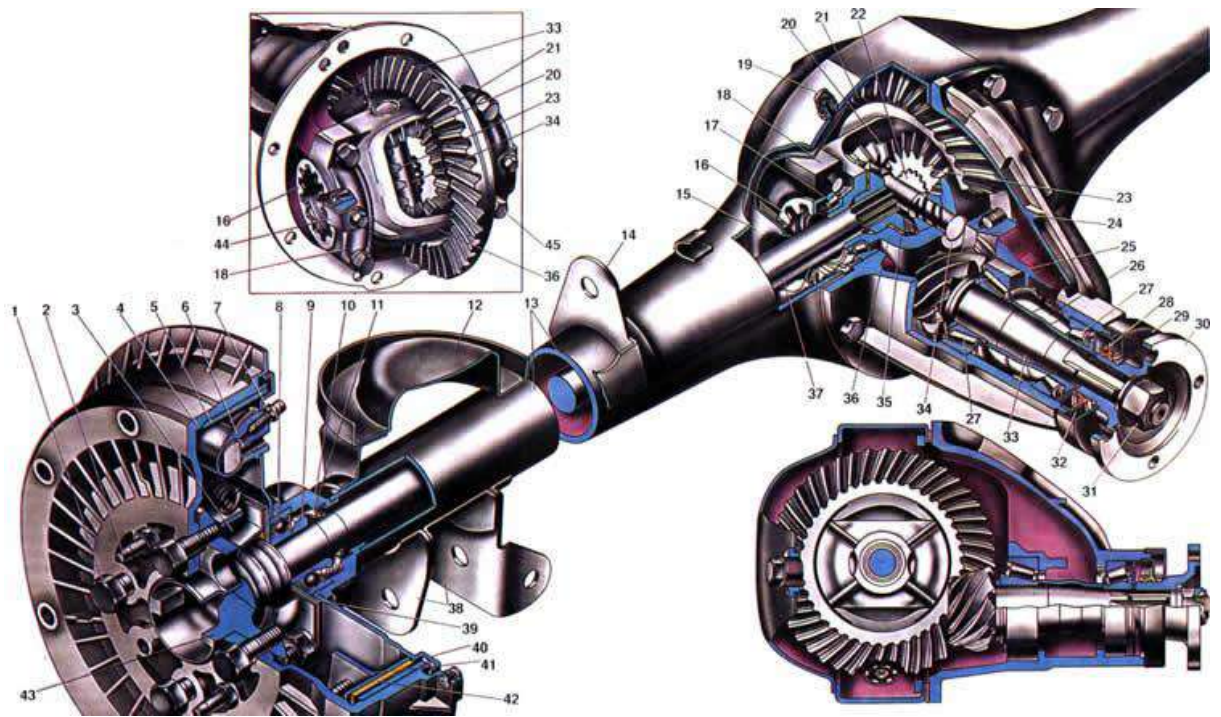
2.1 Будова, принцип роботи, особливості експлуатації

Задній міст відіграє дуже важливу роль для автомобілів із заднім приводом. На машинах марки ВАЗ-2107 задній міст має складнішу будову, ніж на передньоприводних зразках [5]. Він містить рухомі механізми, які змушують передавати обертання від двигуна безпосередньо до ведучих коліс автомобіля (рис. 2.1).

Задній міст ВАЗ 2107 складається з 2-х частин: вал карданний і вісь задня з редуктором. Кардан складається з 2-х півосей, які мають рухоме зчленування. Він знаходиться уздовж усього кузова (під днищем) від КПП до редуктора. Кардан обертається разом із шестернями коробки передач і при зсуві задньої осі донизу чи догори також змінює своє положення, щоб забезпечити обертання задніх коліс [5].

Від карданної передачі крутний момент $M_{кр}$ передається на ведучі колеса автівки через головну передачу, диференціал і півосі: вони встановлені у задньому мосту автівки. Міст складається з 2-х базових деталей: балки 13 і картера 24 редуктора мосту заднього (рис. 2.1).

					ДРМТВАТАМ 23.20100.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		



1 – болт для кріплення гальмівного барабана колеса; 2 – штифт напрямний;
 3 – мастиловідбивач підшипника півосі; 4 – барабан гальмівний; 5 – кільце
 барабана гальмівного; 6 – колісний циліндр гальма заднього; 7 – штуцер
 прокачування привода механізму гальмівного; 8 – підшипник півосі; 9 – кільце
 запірне підшипника; 10 – фланець балки мосту заднього; 11 – сальник півосі; 12
 – чашка опорна пружини підвіски; 13 – балка мосту заднього ; 14 – кронштейн
 кріплення штанги підвіски верхньої; 15 – напрямна півосі; 16 – гайка
 підшипника диференціала; 17 – підшипник коробки диференціала; 18 – кришка
 підшипника коробки диференціала; 19 – сапун; 20 – сателіт диференціала; 21 –
 шестерня ведена головної передачі; 22 – піввісь ліва; 23 – шестерня півосі; 24 –
 картер редуктора мосту заднього ; 25 – регулювальне кільце шестерні ведучої;
 26 – втулка розпірна підшипників; 27 – підшипник шестерні ведучої; 28 –
 сальник шестерні ведучої; 29 – брудовідбивач сальника; 30 – фланець-вилка
 шарніра карданного; 31 – гайка; 32 – мастиловідбивач; 33 – шестерня ведуча
 головної передачі; 34 – вісь сателітів; 35 – шайба опорна шестерні півосі; 36 –
 коробка диференціала; 37 – піввісь права; 38 – кронштейни для кріплення
 деталей підвіски; 39 – пластина упорна підшипника півосі; 40 – щит гальма

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

заднього; 41 – колодка механізму заднього гальмівного; 42 – накладка фрикційна; 43 – фланець півосі; 44 – пластина стопорна; 45 – болт для кріплення кришки підшипника

Рисунок 2.1 – Задній міст автомобіля ВАЗ-2107 [6]

Балка 13 мосту заднього складається з 2-х штампованих кожухів, зварених швами. До кінців кожухів приварено сталеві фланці 10, у яких проточені гнізда для сальників 11 і підшипників 8 півосей.

У фланцях з торця є отвори для болтів кріплення щитів 40 гальмівних механізмів коліс. Ці болти кріплять мастиловідбивач 3 і пластину 39, яка утримує у гнізді фланця підшипник півосі. Мастиловідбивач і пластина кріплення підшипника півосі з'єднані гвинтами через прокладку ущільнювальну.

На кінцях балки мосту заднього приварені чашки опорні пружин підвіски задньої й кронштейни кріплення амортизаторів підвіски і штанг. Балка розширена у середній частині й має проріз наскрізний, до заднього боку якого приварена кришка штампована з розташованим у ній мастилоналивним отвором (закривається пробкою).

До обробленого переднього торця прорізу болтами кріплять картер 24 редуктора мосту заднього. У балку зверху вкручений сапун 19 з клапаном підпружиненим. Порожнина балки через сапун з'єднується з атмосферою. Це виключає в порожнині балки підвищення тиску й влучення в задній міст бруду та води при подоланні водних перешкод.

Напрявні 15 півосей приварені усередині балки: вони полегшують установку півосей під час складання мосту. Отвір для зливу мастила розташований у нижній частині балки і закритий пробкою з магнітом.

Головна передача складається з пари шестерень 33 і 21, передаточне число яких дорівнює 4,1 (число зубів у шестерні 33 – 10, а у шестерні 21 – 41).

					ДРМТВАТАМ 23.20100.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Шестерні з гепоїдним зачепленням: вісь ведучої шестерні 33 зміщена щодо осі шестерні 21 (тобто їхні осі перехрещуються, а не перетинаються). Зуби цих шестерень мають складну форму, яка забезпечує плавне й одночасне зачеплення декількох зубів. Це збільшує довговічність роботи головної передачі за рахунок зменшення навантаження на кожний зуб, а також передає більший крутний момент.

Шестерню 33 встановлено на 2-х конічних роликівих підшипниках 27, а між їх внутрішніми кільцями помістили розпірну втулку 26. Між торцем шестерні і внутрішнім підшипником встановлено кільце регульовальне 25 з товщиною 2,55 – 3,35 мм (через кожні 0,05 мм): сімнадцять розмірів цих кілець дозволяє регулювати взаємне положення веденої та ведучої шестерень, а це забезпечує правильне зачеплення їх зубів.

На шліцевий кінець шестерні 33 надіто фланець 30, який кріплять гайкою 31. Робочу кромку сальника 28 підтискують до циліндричної поверхні фланця, який захищений від ушкоджень брудовідбивачем 29.

Мастиловідбивач 32 затиснуто між підшипником шестерні й фланцем. Щоб обмежити під робочими навантаженнями осьове переміщення ведучої шестерні, а також забезпечити безшумну та довговічну роботу головної передачі у підшипниках 27 шестерні встановлюють попередній натяг. Його регулюють затягуванням гайки 31 до певної деформації втулки розпірної 26. Попередній натяг визначають за моментом опору провертанню шестерні.

Шестерню 21 виконано у вигляді зубчастого вінця, який болтами кріплять до фланця коробки диференціал: разом з нею шестерня обертається у 2-х конічних роликівих підшипниках 17. Їх встановлюють у рознімних гніздах картера 24, які мають окремі кришки 18.

Попередній натяг у підшипниках диференціала і бічний зазор у зачепленні шестерень головної передачі регулюють гайками 16. Їх положення фіксують пластиною 44, яку кріплять до кришки 18 підшипника.

					ДРМТВАТАМ 23.20100.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Диференціал складається: з 2-х сателітів, які розташовані на загальній осі 34; 2-х півосьових шестерень 23 і коробки диференціала. Вісь розмістили в отворах коробки диференціала. Її від випадання утримують шестернею 21, яка перекриває отвір у коробці. Напівсферична поверхня сателітів спирається на півсферу коробки диференціала. При цьому сателіти перебувають у постійному зачепленні з півосьовими шестернями 23.

Опорні шайби 35 встановлені між торцями півосьових шестерень і коробкою диференціала. Піввісь виконано заодно із фланцем, а до нього кріплять болтами 1 диск заднього колеса і гальмівний барабан. Внутрішній кінець півосі з'єднано шліцами з півосьовою шестернею 23, а вона служить опорою внутрішнього кінця півосі.

Зовні піввісь опирають на підшипник кульковий 8, який затиснуто на півосі між її запірним кільцем 9 і буртиком. Кільце нагріли до 300 °С і запресували на піввісь. Підшипник півосі ущільнено зовні гумовим кільцем, затиснутим між щитом і фланцем балки заднього мосту, з внутрішньої сторони – сальником 11. Підшипник у гнізді балки заднього мосту кріплять пластиною 39, а її разом з мастиловідбивачем 3 і щитом 40 гальма кріплять до торця балки мосту.

Щоб зменшити ймовірність влучення мастила до гальмівного механізму заднього колеса під час ушкодження сальника 11, на півосі зроблено канавки і встановлено мастиловідбивач 3. Щоб доступити до щита 40, пластини 39 і гайок болтів кріплення мастиловідбивача 3, у півосі є два отвори для проходження ключа (торцевого).

2.2 Несправності заднього мосту ВАЗ-2107

Несправності заднього мосту ВАЗ-2107 наведені у табл. 2.1 [8].

					ДРМТВАТАМ 23.20100.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.1 – Несправності заднього мосту ВАЗ-2107

Причина несправності	Метод усунення
1	2
Підвищений шум з боку задніх коліс	
1. Ослаблене кріплення колеса	1. Болти кріплення колеса затягнути
2. Знос або руйнування підшипника шарикового півосі	2. Піввісь оглянути і замінити підшипник
Підвищений шум при роботі заднього мосту	
1. Балку заднього мосту деформовано	1. Балку виправити і перевірити її розміри
2. Півосі деформовані та мають биття (недопустиме)	2. Півосі виправити; замінити новими, якщо їх значно пошкоджено
3. Знос шліцьового з'єднання з півосьовими шестернями	3. Пошкоджені або зношені деталі замінити
4. Пошкодження, неправильне регулювання чи знос шестерень або підшипників редуктора	4. Несправність визначити і відремонтувати редуктор
5. Мала кількість мастила	5. Рівень мастила відновити та перевірити, чи немає витoku в балці заднього мосту або через ущільнення
Шум при розгоні автівки	
1. Знос чи неправильне регулювання підшипників диференціалу	1. Редуктор зняти, відремонтувати його і при необхідності замінити деталі
2. При ремонті редуктора неправильно відрегульовано зачеплення зубів шестерень головної передачі	2. Зачеплення зубів шестерень відрегулювати
3. Пошкоджені підшипники півосі	3. Замінити ці підшипники
4. Мала кількість мастила	4. Рівень мастила відновити та перевірити, чи немає підтікання у балці заднього мосту чи в ущільненнях
Шум при гальмування автівки двигуном	
1. Неправильний зазор у зачепленні між шестернями головної передачі	1. Цей зазор відрегулювати

1	2
2. Збільшено зазор у підшипниках ведучої шестерні через зношення підшипників або ослаблення гайки кріплення фланця	2. Момент опору провертанню ведучої шестерні перевірити, замінити ушкоджені деталі або підтягнути гайку
Шум при розгоні та гальмуванні автівки двигуном	
1. Руйнування чи знос підшипників ведучої шестерні	1. Замінити підшипники
2. Бічний зазор між зубами шестерень головної передачі неправильний	2. Шестерні перевірити, ушкоджені замінити, відновивши нормальний бічний зазор між зубами шестерень
Шум при русі автівки на повороті	
1. Обертання сателітів на осі туго	1. Зношені чи пошкоджені деталі замінити
2. На робочій поверхні осі сателітів задири	2. Шорсткість зачистити наждачною шкуркою, якщо неможливо усунути дефект – замінити вісь сателітів
3. Шестерні півосей у коробці диференціала заїдають	3. Якщо ушкодження шестерень і сполучених поверхонь незначні, зачистити їх наждачною шкуркою, а ушкоджені деталі замінити новими
4. Зазор між зубами шестерень диференціала неправильний	4. Зазор відрегулювати
5. Ушкодження підшипників півосей	5. Підшипники замінити
Стукіт при початковому русі автівки	
1. У шліцьовому з'єднанні валу ведучої шестерні з фланцем	1. Фланець і шестерні головної передачі замінити
2. У зачепленні шестерень головної передачі збільшений зазор	2. Зазор відрегулювати
3. Отвір під вісь сателітів у коробці диференціала зношений	3. Коробку диференціала замінити
4. Болти кріплення штанг задньої підвіски ослабнули	4. Болти затягнути

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

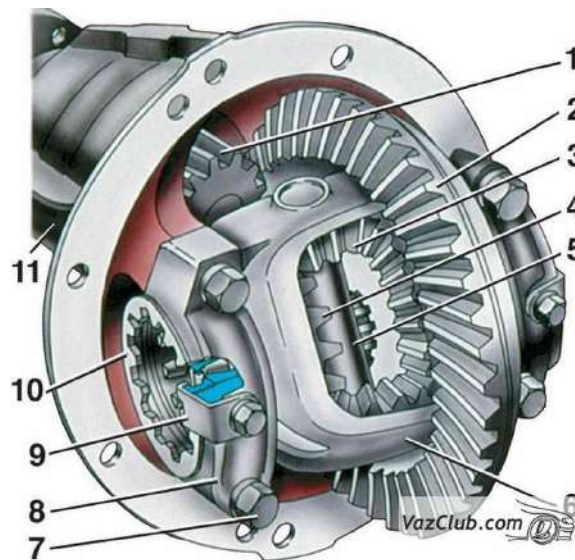
ДРМТВАТАМ 23.20100.000. ПЗ

Арк.

1	2
Витік мастила	
1. Сальник ведучої шестерні зношений або ушкоджений	1. Сальник замінити
2. Знос сальника півосі, який визначається по замастированні барабанів, гальмівних щитів, колодок	2. Биття півосі й прогин балки перевірити; ушкоджені деталі виправити або замінити; сальник замінити
3. Болти кріплення картера редуктора заднього мосту ослабли; ущільнювальні прокладки пошкоджені	3. Болти затягнути; ущільнювальні прокладки замінити

2.3 Редуктор заднього мосту: перевірка технічного стану

Редуктор заднього мосту ВАЗ-2107 містить диференціал і головну передачу (рис. 2.2).



1 – вал-шестерня ведуча; 2 – шестерня ведена; 3 – сателіт; 4 – шестерня півосі; 5 – вісь сателітів; 6 – коробка диференціала; 7 – болти для кріплення кришки підшипника коробки диференціала; 8 – кришка підшипника коробки диференціала; 9 – стопорна пластина; 10 – гайка підшипника регульовальна; 11 – картер редуктора

Рисунок 2.2 – Редуктор заднього мосту [9]

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

ДРМТВАТАМ 23.20100.000. ПЗ

Арк.

Головна передача – це ведуча та ведена шестерні з гепоїдним зачепленням (тобто осі шестерень не перетинаються, а перехрещуються). Через специфічну форму зубів забезпечується їх одночасне зачеплення. В результаті знижується навантаження на зуби й збільшується їхня довговічність. Двосателітний конічний диференціал складається з коробки й 2-х шестерень, а сателіти (розташовані на загальній осі) постійно зачіплюються з шестернями [7].

При виявленні будь-яких змін у роботі заднього мосту (з'явилися сторонні звуки), потрібно якнайшвидше відреагувати на ці зміни, щоб не збільшити можливу несправність. Перед оглядом деталі редуктора ретельно промивають – це полегшує виявлення ушкодження деталей і зносу.

Потрібно також перевірити, чи немає ушкоджень на зубах шестерень головної передачі і чи правильно розташовані на робочих поверхнях зубів плями контакту. При неприпустимому зношуванні деталі замінюють новими [9]. Ведену і ведучу шестерні у запасні частини поставляють комплектом, підібраним за контактом і шумом; тому при ушкодженні однієї шестерні замінюються обидві.

Потрібно перевірити стан отворів сателітів і поверхонь їх осі; якщо ушкодження незначні, поверхні шліфують дрібнозернистою шкуркою, а при серйозних ушкодженнях деталі замінюються новими. Поверхні шийок шестерень півосей та їх посадкових отворів у коробці диференціала перевіряють й усувають ушкодження, як у попередній операції.

Потрібно перевірити поверхні опорних шайб шестерень півосей, ушкодження усувають. При заміні шайб нові підбираються за товщиною. Роликові підшипники ведучої шестерні та коробки диференціала оглядають: вони повинні бути з гладкими робочими поверхнями та без зносу. Підшипники замінюють при найменшому сумніві в їхній працездатності, так як поганий стан може бути причиною заїдання зубів і шуму.

Якщо на картері чи на коробці диференціала є деформацій або тріщин, їх замінюють новими. Так як редуктор заднього мосту є пристроєм, у якому деталі нагріваються, він містить рідину, яка змашує тертьові поверхні деталей і відводить тепло від них. Цієї рідини вистачає на тривалий час, а її заміну проводять рідко. Таку стабільність мастила забезпечують через підтримку потрібного атмосферного тиску усередині редуктора, яке забезпечує сапун [5]. Він складається з двох частин: стакана та еластичного балона, усередині якого він міститься. Саме сапун з'єднує редуктор з картером. Крім 2-х основних шестерень, у редуктор входять два шківів, які відповідають за обертання правого та лівого задніх коліс [5].

2.3.1 Розбирання редуктора

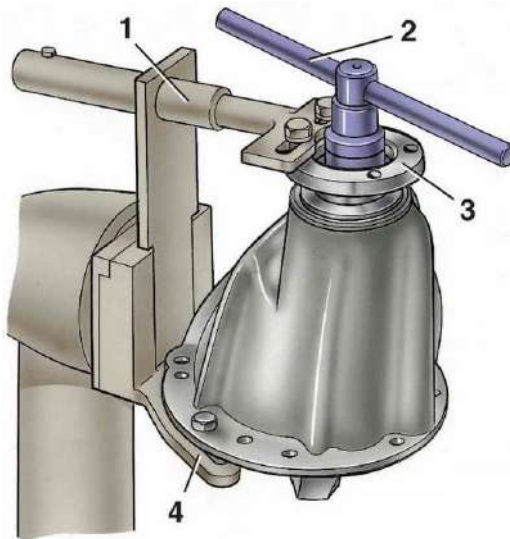
Потрібно закріпити редуктор на стенді: стопорні пластини 9 зняти (рис. 2.2), болти викрутити, кришки підшипників коробки диференціала, гайки регульовальні і зовнішні кільця підшипників роликів зняти. Кришки перед зняттям потрібно позначити, щоб при складанні установити їх на попередні місця.

З картера редуктора вийняти коробку диференціала (разом з внутрішніми кільцями підшипників і веденою шестернею).

Для знімання ведучої шестерні з її деталями [9]:

– картер редуктора перевертають горловиною нагору й, притримуючи стопором 1 фланець 3 шестерні ведучої, відкручують ключем 2 гайку кріплення фланця (рис. 2.3);

					ДРМТВАТАМ 23.20100.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		



1 – стопор фіксування фланця шестерні ведучої ; 2 – ключ торцевий ; 3 – фланець шестерні ведучої ; 4 – кронштейн кріплення редуктора на стенді

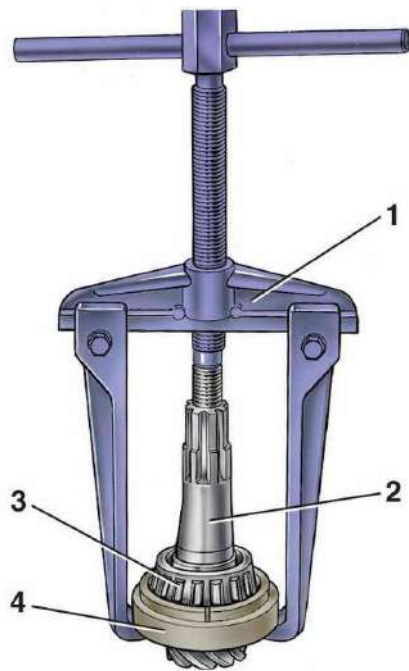
Рисунок 2.3 – Процес відкручення гайки шестерні ведучої

- потрібно зняти фланець і витягнути шестерню ведучу з регулювальним кільцем, внутрішнім кільцем підшипника заднього й з втулкою розпірною;
- з картера редуктора потрібно вийняти мастиловідбивач, сальник і внутрішнє кільце підшипника переднього;
- потрібно випресувати зовнішні кільця заднього й переднього підшипників оправкою А/70198;
- потрібно зняти з шестерні ведучої втулку розпірну й за допомогою оправки А/45008 і знімача універсального А/40005-1-7 зняти внутрішнє кільце роликового заднього підшипника (рис. 2.4); зняти кільце регулювальне шестерні ведучої.

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

ДРМТВАТАМ 23.20100.000. ПЗ

Арк.



1 – знімач універсальний А/40005-1-7; 2 – шестерня ведуча; 3 – кільце підшипника внутрішнє; 4 – оправка А/45008

Рисунок 2.4 – Процес зняття внутрішнього кільця заднього підшипника шестерні ведучої універсальним знімачем А/40005-1-7

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

ДРМТВАТАМ 23.20100.000. ПЗ

Арк.

3 Вибір матеріалу вал-шестерні заднього мосту автомобіля ВАЗ-2107

3.1 Загальні властивості матеріалу вал-шестерні

Вал-шестерня заднього мосту автомобіля ВАЗ-2107 виготовляється зі сталі 45Х (ДСТУ 7809).

Сталь 45Х – сталь конструкційна легована (хромиста). Вона містить у середньому 0,45% вуглецю; буква Х – указує вміст хрому в сталі (приблизно 1%). Сталь 45Х має підвищену міцність, тому вона придатна для виготовлення деталей, які в майбутньому можна видозмінювати, поліпшувати й термічно обробляти [10, 11].

Її характеристика, замінники, види постачання, призначення, хімічний склад, механічні й технологічні властивості наведені у табл. 3.1 [10-12].

Таблиця 3.1 – Характеристика, замінники, види постачання, призначення, хімічний склад, механічні й технологічні властивості

Замінники	
сталі: 40Х, 50Х, 45ХЦ, 40ХГТ, 40ХФ, 40Х2АФЕ	
Вид постачання	
Сортовий прокат, у тому числі фасонний. Калібрований пруток. Шліфований пруток. Лист товстий. Смуга. Поковки та ковані заготівки	
Призначення	
вали, шестерні, осі, болти, шатуни й інші деталі, до яких відносять вимоги підвищеної твердості, зносостійкості, міцності та які працюють при незначних ударних навантаженнях	
Хімічний склад	
Хімічний елемент	%

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

ДРМТВАТАМ 23.20100.000. ПЗ

Арк.

Кремній (Si)	0,17-0,37
Мідь (Cu), не >	0,30
Марганець (Mn)	0,50-0,80
Нікель (Ni), не >	0,30
Фосфор (P), не >	0,035
Хром (Cr)	0,80-1,10
Сіра (S), не >	0,035

Механічні властивості

Термообробка, стан поставки	Переріз, мм	$s_{0,2}$, МПа	s_B , МПа	d_5 , %	y , %	КСУ, Дж/м ²	НВ
Поковки. Нормалізація. КП 315	<100	315	570	17	38	39	167- 207
Поковки. Загартування, відпускання	<100	490	655	16	45	59	212- 248

Механічні властивості у залежності від t відпускання

Пруток Ø50 мм. Загартування, 820°C, масло

t відпускання, °C	$s_{0,2}$, МПа	s_B , МПа	d_5 , %	y , %
400	1490	1600	4	40
500	1080	1190	10	52
600	540	640	20	60

Технологічні властивості

Температура кування, °C	Початку: 1250, кінця: 780. Перерізи до 100 мм охолоджуються на
-------------------------	---

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата
-----	------	---------	--------	------

ДРМТВАТАМ 23.20100.000. ПЗ

Арк.

	повітрі, 101-300 мм – у мульдi
Зварюванiсть	Важкозварювана
Обробка рiзанням	У гарячекатаному станi при НВ 163-168, $s_B = 610$ МПа, $K_{и\text{ тв.спл.}} = 1,20$, $K_{и\text{ б.ст.}} = 0,95$
Схильнiсть до вiдпускання	Схильна
Флокеночутливiсть	Чутлива

Температура критичних точок наведена у табл. 3.2 [10].

Таблиця 3.2 – Температура критичних точок сталi 45Х

Критична точка	°С
Ac1	735
Ac3	770
Ar3	690
Ar1	660

Ударна в'язкiсть сталi 45Х наведена у табл. 3.3 [10].

Таблиця 3.3 – Ударна в'язкiсть (КСУ, Дж/см²) сталi 45Х

+20	-40	-80
55	51	39

Межа витривалостi сталi 45Х наведена у табл. 3.4 [10].

Таблиця 3.4 – Межа витривалостi сталi 45Х

s ₋₁ , МПа	n	s _B , МПа	s _{0,2} , МПа	Термообробка, стан сталi
343		980	830	НВ 285
380		780	550	НВ 217
774	1E ⁺⁶	1590		
588	5E ⁺⁶	1150		Гартування 830 °С, масло, вiдпускання 575 °С

Зм.	Арк.	№докум.	Пiдпис	Дата

ДРМТВАТАМ 23.20100.000. ПЗ

Арк.

3.2 Термічна обробка сталі 45X

Щоб поліпшити експлуатаційні якості металу, проводять термічну обробку, яка здійснює деяку дію на структуру. Після чого перестроюються кристалічні ґратки і змінюється якість сталі. При проведенні термічної обробки враховують критичні точки. Обробку сталі 45X проводять з урахуванням наступних чинників [12]:

- потрібно обрати правильну температуру, оскільки дуже низька є причиною неповного нагріву структури і повне її перестроювання не відбудеться; дуже високий показник є причиною перегріву металу, а також виникнення окалини; щоб забезпечити необхідну температуру, застосовують доменні печі або електричні установки;

- швидкість нагріву визначає якості, які отримає оброблювана деталь; для контролю точності швидкості нагріву печі СВЧ мають електронний блок управління, завдяки якому електрична енергія перетворюється в магнітну, що стає причиною нагріву структури;

- при термічній обробці сталі 45X враховується присутність трьох критичних точок; тривалість витримки залежить не тільки від хімічного складу сталі, але й форми заготовки та її розмірів;

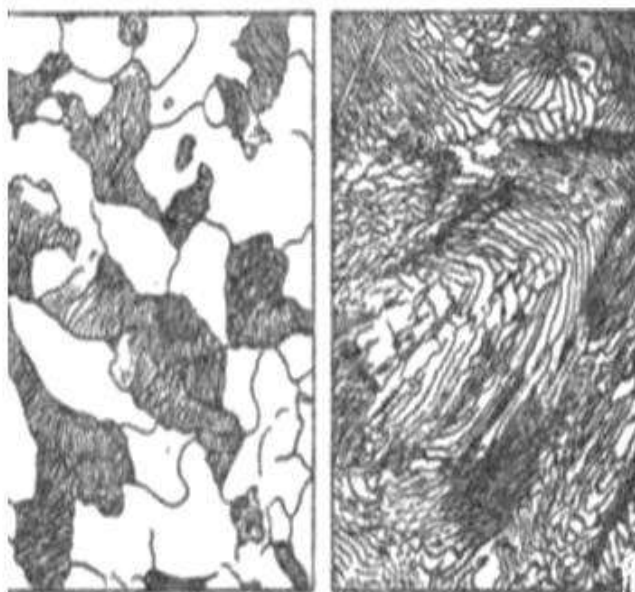
- якість термічної обробки залежать від умов проходження процесу охолодження (використовували масло, воду чи порошки).

Сталі за вмістом вуглецю підрозділяються на доевтектоїдні — менше 0,8% і заевтектоїдні — більше 0,8% (рис. 3.1).

Сталь з вуглецем < 0,4% не гартують, так як отримується низька твердість. Доевтектоїдні сталі нагрівають вище температури фазового перетворення перліту і фериту в аустеніт ($t = 800 - 850$ °C) з наступним охолодженням заготовки. При різкому охолодженні аустеніт перетворюється на мартенсит високої міцності та твердості. При невеликій тривалості витримки отримується

					ДРМТВАТАМ 23.20100.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

дрібнозернистий аустеніт і мілкоголчастий мартенсит, а зерна не встигають вирости і залишаються маленькими. Така структура сталі 45Х має високу твердість з низькою крихкістю (рис. 3.2).

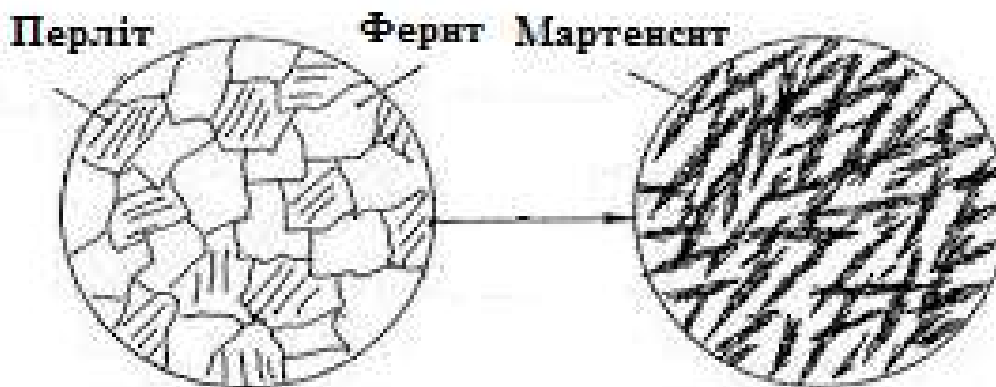


а

б

а – доевтектоїдна сталь – ферит (світлі ділянки) і перліт (темні ділянки) при 500х збільшенні; б – евтектоїдна сталь – перліт при 1000х збільшенні

Рисунок 3.1 – Мікроструктура сталі 45Х



а

б

а – після відпалу (НВ 180 МПа); б – після гартування (HRC 58 – 60)

Рисунок 3.2 – Зміни у сталі 45Х після гартування (вода)

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

ДРМТВАТАМ 23.20100.000. ПЗ

Арк.

3.2.1 Відпускання та нормалізація сталі 45Х

Відпускання проводять відразу після гартування внаслідок великої вірогідності виникнення тріщин у структурі металу. Методика: деталь розігрівають до точки, нижче критичної, витримують та охолоджують. Відпускання усуває крихкість, поліпшує структуру, усуває напруження і підвищує пластичність сталі 45Х.

Методика проведення нормалізації: розігрівання металу до верхньої критичної точки (рис. 3.3), витримка, охолодження (наприклад, на відкритому повітрі). Її проводять для додання дрібнозернистої структури (щоб підвищити пластичність та ударну в'язкість) – рис. 3.4.

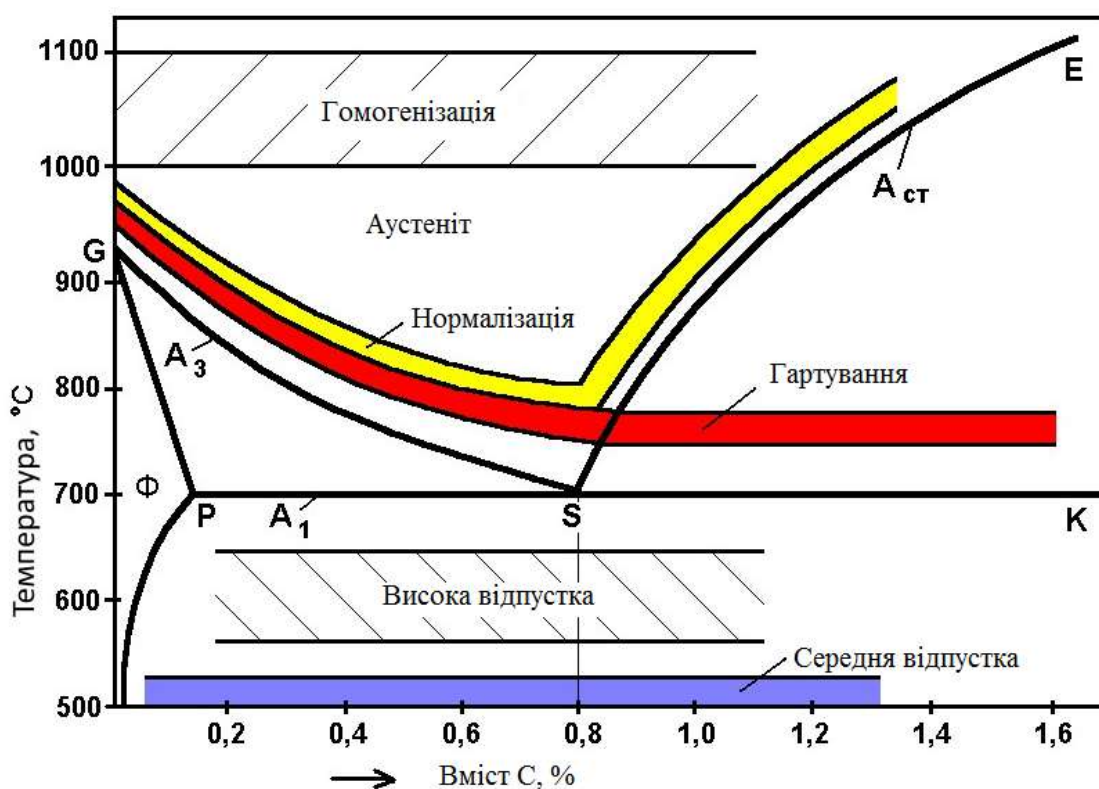


Рисунок 3.3 – Діапазон оптимальних температур нагрівання при термообробці [25]

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

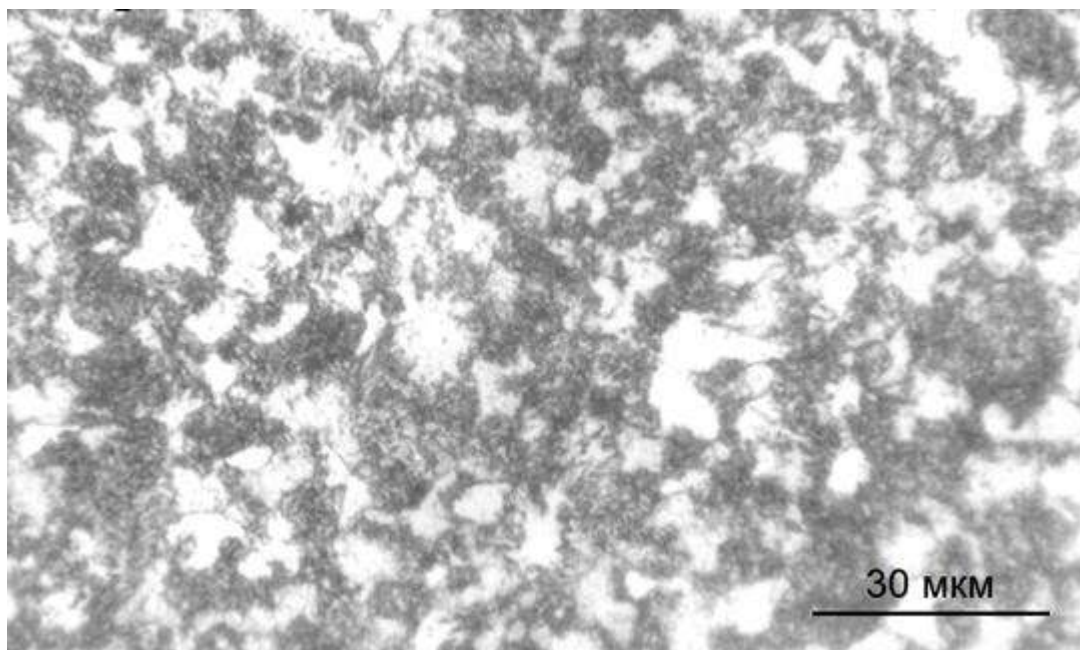


Рисунок 3.4 – Мікроструктура нормалізованої сталі 45X ($t = 820\text{ }^{\circ}\text{C}$, витримка $T_c = 70\text{ хв.}$, HV 220)

3.2.2 Механічні властивості сталі 45X залежно від температури відпускання

Існує три види відпускання [14]:

– низьке (розігрівання поверхні до $t = 250\text{ }^{\circ}\text{C}$ з витримкою і охолодженням на повітрі); застосовується для зняття напружень і невеликого збільшення пластичності без втрати твердості;

– середнє (розігрівання поверхні до $t = 500\text{ }^{\circ}\text{C}$); в'язкість підвищується, а твердість знижується; використовується для ресор, пружин, інструменту;

– високе (розігрівання поверхні до $t = 600\text{ }^{\circ}\text{C}$); мартенсит розпадається з утворенням сорбіту – отримується краще поєднання міцності та пластичності, підвищується показник ударної в'язкості; використовується для отримання деталей, які зазнають ударні навантаження (рис. 3.5).

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

ДРМТВАТАМ 23.20100.000. ПЗ

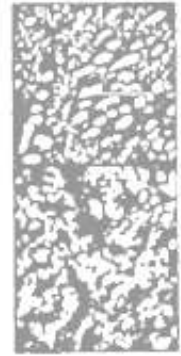
Арк.



а



б



в

а – низьке відпускання (мартенсит) ; б – середнє відпускання (троостит); в
– високе відпускання (сорбіт)

Рисунок 3.5 – Мікроструктура сталі 45Х після відпускання

3.2.3 Застосування СВЧ для зміцнення сталі 45Х

Метод розігрівання поверхні деталі СВЧ популярніший, ніж об'ємна обробка внаслідок досягнення необхідної температури за коротший час [12, 13].

Методика гартування сталі 45Х:

- розігрівання електропечі з деталями до $t = 860$ °С протягом $T_p = 40$ хв. (час, необхідний для аустенізації);
- охолодження протягом (10 – 15) хв.;
- охолодження у ванні з водою або іншою рідиною.

Для нагріву металу в електропечах необхідно (1,5 – 2) хв./мм, після чого структура може бути перегріта (рис. 3.6).

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

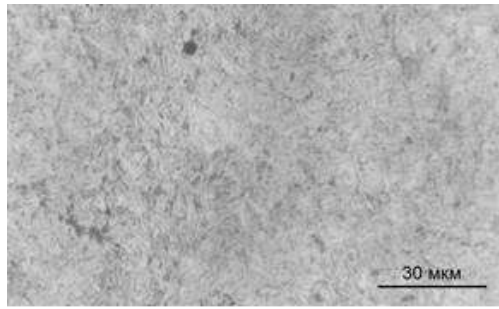


Рисунок 3.6 – Мікроструктура і твердість сталі 45Х після гартування
($t = 850\text{ }^{\circ}\text{C}$, вода, HV 700) – [15]

					ДРМТВАТАМ 23.20100.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

4 Проектування ТП відновлення вал-шестерні редуктора заднього мосту

4.1 Аналіз дефектів вал-шестерні

Деталь для відновлення – вал-шестерня редуктора заднього мосту автівки ВАЗ-2107.

У процесі експлуатації вал-шестерня зазнає:

- періодичні навантаження від інерції рухомих мас (виникають змінні напруження);
- тертя (високий питомий тиск і навантаження за наявності абразиву);
- динамічні навантаження, скручування, вигин.

Вал-шестерні зазнає наступні види зносу:

- порушення втомної міцності та окислювальний;
- корозійно-механічний;
- молекулярно-механічний;
- абразивний.

Наслідки цих видів зносу:

- руйнування поверхневих шарів сталі внаслідок хімічного впливу металу з середовищем;
- перенесення матеріалу;
- молекулярне схоплювання;
- руйнування зв'язків, які виникли;
- викидання частинок матеріалу тощо.

Знос, задири і схоплювання на поверхнях тертя – основні дефекти вал-шестерні через перевантаження і втому металу (порушення змащування поверхонь тертя викликають нагрів і деформацію деталі). Наслідок втоми – поломка вал-шестерні.

					ДРМТВАТАМ 23.20100.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Дефекти вал-шестерні наступні:

- 1) втомне викришування робочої поверхні зубів;
- 2) поломки і завал зубів на сторону в результаті пластичних деформацій;
- 3) зминання опорних і посадочних шийок і буртів;
- 4) тріщини і поломки;
- 5) вигин і скручування;
- 6) пошкодження різьби;
- 7) зношування:
 - зубів шестерні по товщині і довжині;
 - шліців;
 - опорних і посадочних шийок і буртів;
 - різьби.

При відновленні валу-шестерні необхідно забезпечити:

- розміри і шорсткість відновлюваних поверхонь;
- твердість відновлюваних поверхонь;
- суцільності покриття;
- міцність зчеплення нанесених шарів з основним металом;
- симетричність, співвісність, радіальне і торцеве биття оброблених поверхонь;
- паралельність бічних поверхонь зубів і шліцьових поверхонь осі валу.

4.2 Визначення програми процесу відновлення вал-шестерні

Кількість відновлюваних деталей (за 1 рік) [16], шт.:

$$P_i = m_i \times n_n \times [1 + (k + q / 100)], \quad (4.1)$$

де m_i – число однойменних деталей на 1-у авто;

					ДРМТВАТАМ 23.20100.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

n_n – число авто, які ремонтуються за 1 рік;

$k = 0$ – число деталей, які виготовляють у якості запасних;

$q = (1 - 4) \%$ – відсоток можливого браку при обробці заготовок.

$$P_i = 1 \times 500 \times [1 + 0.035 / 100] = 500,2 \cong 501.$$

4.3 Відбір способів усунення дефектів вал-шестерні

4.3.1 Відбір способів усунення дефектів вал-шестерні (за ознаками)

Види наплавлення при відновленні валів:

– у середовищі вуглекислого газу CO_2 ;

– вібродугове;

– під флюсом.

– у природному газі.

Ці види відновлення застосовуються при зносі $> 0,5$ мм. Щоб відновити поверхні, які працюють у нерухомих сполученнях, використовують електроконтактне приварювання металу (дроту чи стрічки), яке має наступні переваги: приварюється металевий шар різної зносостійкості і твердості, мале нагрівання деталі, висока продуктивність, мала витрата матеріалів для наплавлення, регулювання товщини нанесеного шару.

Якщо знос поверхонь $< 0,2$ мм, то застосовують електромеханічне вигладжування та висадження. Переваги: при вигладжуванні поверхні відбувається зміцнення поверхневого шару, а при висадженні не потрібно додаткового матеріалу.

Щоб відновити шліцьові поверхні застосовують також дугове наплавлення, яке складається з наступних операцій: наплавлення, нормалізація, токарна обробка, шліфування.

					ДРМТВАТАМ 23.20100.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Щоб відновити шліцьові вали, якщо зубів по товщині $< 0,5$ мм, рекомендують холодну пластичну деформацію: на неробочій зовнішній поверхні зубів гідравлічним пресом шліценократною головкою виконують технологічну канавку. Металом, який витискається з канавки, заповнюють бічну поверхню зношеного зуба і збільшують зовнішній діаметр валу. При цьому для механічної обробки шліцьової поверхні забезпечується мінімально потрібний припуск.

При зносі зубів за товщиною (0,50 – 1,20) мм на їх зовнішню поверхню проводять наплавлення валиків металу з наступним їх осадженням гідравлічним пресом шліценократною головкою. При цьому валики, які наплавлені на зуби, впроваджуються в основний метал вал-шестерні й збільшують ширину зубів, щоб отримати припуск на механічну обробку.

Якщо знос зубів по товщині $> 1,2$ мм, то проводять наплавлення їх бічних та зовнішніх поверхонь з наступною механічною обробкою (без деформації).

При незначному пошкодженні різьби на вал-шестерні проводять її виправлення на токарному верстаті мітчиком. При зношуванні або зриві різьби проводять її наплавлення під флюсом або контактним способом приварюють дріт.

Найширше для вал-шестерень використовують такі методи відновлення зубів:

- автоматичне наплавлення торців;
- гаряче об'ємне штампування;
- ротаційну пластичну деформацію.

Зношені торці зубів автоматично наплавляються, При цьому шар формують в мідній формі (кристалізаторі), охолодженій водою. Наплавлення виконують під шаром флюсу високовуглецевим дротом.

Інтенсивне відведення тепла у тіло зубчастого колеса й наплавлювальну форму, а також підвищена швидкість наплавлення, нівелюють термічний вплив

дуги на зуби. Це робить непотрібним повторенням термічної обробки. Заокруглення зубів проводять на заточеному верстаті чи електрохімічним способом.

Також застосовують ротаційну пластичну деформацію для відновлення зубчастого колеса вал-шестерні: нагрітий СВЧ зношений зубчастий вінець розплющують роликками чи пуансоном при одночасному обкачуванні зубчастими накатниками. Відбувається формування зубчастого вінця з мінімальним припуском на наступну обробку.

4.3.2 Оцінка методів усунення дефектів вал-шестерні (за фізико-механічними властивостями)

Для оцінки усунення дефектів вал-шестерні за фізико-механічними властивостями використовують комплексну величину коефіцієнта довговічності K_D (він є пропорційним терміну служби вал-шестерні у процесі експлуатації; тому треба знаходити $K_D = \max$) – [16].

$$K_D = K_z \times K_v \times K_{zch} \times K_m \quad (4.2)$$

де K_z , K_v , K_{zch} – коефіцієнти відповідно зносостійкості, витривалості та зчеплюваності покриття, яке наноситься;

$K_m = 0,80 - 0,90$ – коефіцієнт, який враховує фактичну працездатність відновленої вал-шестерні (приймаємо $K_m = 0,85$).

4.3.2.1 Для механізованого наплавлення

1. У середовищі вуглекислого газу [16]:

					ДРМТВАТАМ 23.20100.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

$$K_z = 0,72; K_v = 0,90; K_{zch} = 1,00. \quad (4.3)$$

$$K_D = 0,72 \times 0,90 \times 1,00 \times 0,85 = 0,551.$$

2. Під шаром флюсу [16]:

$$K_z = 0,91; K_v = 0,87; K_{zch} = 1,00. \quad (4.4)$$

$$K_D = 0,91 \times 0,87 \times 1,00 \times 0,85 = 0,673.$$

3. Вібродугове [16]:

$$K_z = 0,10; K_v = 0,62; K_{zch} = 1,00. \quad (4.5)$$

$$K_D = 0,10 \times 0,62 \times 1,00 \times 0,85 = 0,527.$$

4. У середовищі водяного пару [16]:

$$K_z = 0,90; K_v = 0,75; K_{zch} = 1,00. \quad (4.6)$$

$$K_D = 0,90 \times 0,75 \times 1,00 \times 0,85 = 0,574.$$

4.3.2.2 Для електролітичних покриттів

1. Для хромування [16]:

$$K_z = 1,67; K_v = 0,97; K_{zch} = 1,82. \quad (4.7)$$

$$K_D = 1,67 \times 0,97 \times 1,82 \times 0,85 = 2,506.$$

					ДРМТВАТАМ 23.20100.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

2. Для остальновання [16]:

$$K_z = 0,91; K_v = 0,82; K_{zch} = 0,65. \quad (4.8)$$

$$K_D = 0,91 \times 0,82 \times 0,65 \times 0,85 = 0,412.$$

4.3.2.3 Для електромеханічного виходжування

$$K_z = 1,10; K_v = 1,00; K_{zch} = 1,00. \quad (4.9)$$

$$K_D = 1,10 \times 1,00 \times 1,00 \times 0,85 = 0,935.$$

4.3.2.4 Для пластичного деформування

$$K_z = 1,00; K_v = 0,90; K_{zch} = 1,00. \quad (4.10)$$

$$K_D = 1,00 \times 0,90 \times 1,00 \times 0,85 = 0,765.$$

4.3.2.5 Для обробки під ремонтний розмір

$$K_z = 0,95; K_v = 0,90; K_{zch} = 1,00. \quad (4.10)$$

$$K_D = 0,95 \times 0,90 \times 1,00 \times 0,85 = 0,727.$$

4.3.2.6 Для постановки додаткової деталі

$$K_z = 0,90; K_v = 0,90; K_{zch} = 1,00. \quad (4.11)$$

					ДРМТВАТАМ 23.20100.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

$$K_D = 0.90 \times 0.90 \times 1,00 \times 0,85 = 0,689.$$

4.3.3 Оцінка методів усунення дефектів вал-шестерні (за техніко-економічними критеріями)

Цими критеріями зв'язується вартість відновлення вал-шестерні з її працездатністю після відновлення [17, 18]:

$$K_{tee} = \frac{C_{cv}}{K_D} \quad (4.12)$$

де K_{tee} – коефіцієнт техніко-економічної ефективності;

C_{cv} – собівартість відновлення 1 кв. м пошкодженої поверхні вал-шестерні, грн./м².

Вибирається спосіб з мінімальним K_{tee} .

4.3.3.1 Для механізованого наплавлення

1. У середовищі вуглекислого газу [17, 18]:

$$C_{cv} = 20,49 \text{ грн./м}^2; K_D = 0,551.$$

$$K_T = \frac{20,49}{0,551} = 37,19.$$

2. Під шаром флюсу:

$$C_{cv} = 21,93 \text{ грн./м}^2; K_D = 0,673.$$

					ДРМТВАТАМ 23.20100.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

$$K_T = \frac{21,93}{0,673} = 34,59.$$

3. Вібродугове:

$$C_{cv} = 23,41 \text{ грн./м}^2; K_D = 0,527.$$

$$K_T = \frac{23,41}{0,527} = 44,21.$$

4. У водяній парі:

$$C_{cv} = 20,08 \text{ грн./м}^2; K_D = 0,574.$$

$$K_T = \frac{20,08}{0,574} = 34,98.$$

Висновок: наплавлення у середовищі вуглекислого газу – найефективніше серед механізованих способів наплавлення.

4.3.3.2 Для електролітичних покриттів

1. Хромування [19]:

$$C_{cv} = 39,89 \text{ грн./м}^2; K_D = 2,506.$$

$$K_T = \frac{39,89}{2,506} = 15,92.$$

2. Осталоювання [20]:

$$C_{cv} = 13,60 \text{ грн./м}^2; K_D = 0,412.$$

$$K_T = \frac{13,60}{0,412} = 33,01.$$

4.3.3.3 Для електромеханічного виходжування

$$C_{cv} = 6,57 \text{ грн./м}^2; K_D = 0,935.$$

					ДРМТВАТАМ 23.20100.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

$$K_T = \frac{6,57}{0,935} = 7,03.$$

4.3.3.4 Для пластичного деформування

$$C_{cv} = 26,48 \text{ грн./м}^2; K_D = 0,765.$$

$$K_T = \frac{26,48}{0,765} = 34,61.$$

4.3.3.5 Для обробки під ремонтний розмір

$$C_{cv} = 12,25 \text{ грн./м}^2; K_D = 0,727.$$

$$K_T = \frac{12,25}{0,727} = 16,85.$$

4.3.3.6 Для постановки додаткової деталі

$$C_{cv} = 10,90 \text{ грн./м}^2; K_D = 0,689.$$

$$K_T = \frac{10,90}{0,689} = 15,82.$$

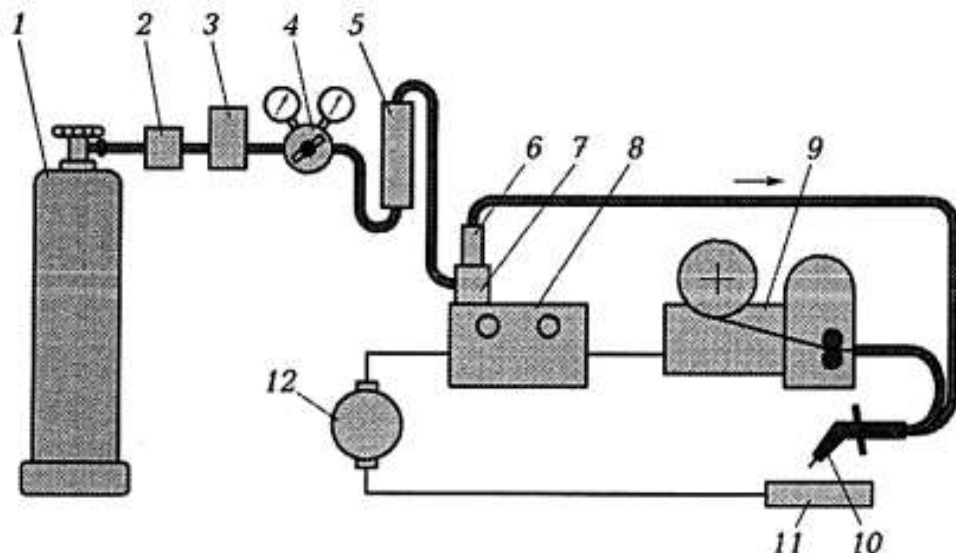
4.4 Методика відновлення вал-шестерні наплавленням у середовищі вуглекислого газу

Суть способу – безперервна подача з касети у зону зварювання електродного дроту. Струм до нього підводять через мундштук з наконечником (містяться у газоелектричному пальнику). Під час наплавлення метали електроду й деталі змішуються. Вуглекислий газ подається у зону горіння дуги по трубці з тиском (0,05 – 0,2) МПа; він:

					ДРМТВАТАМ 23.20100.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

- витісняє повітря;
- захищає розплавлений метал від шкідливої дії азоту й кисню.

На рис. 4.1 наведена схема установки для напівавтоматичного наплавлення у середовищі діоксиду вуглецю (вуглекислого газу CO_2) – [20].



1 – балон з CO_2 ; 2 – осушувач; 3 – газовий підігрівач; 4 – газовий редуктор РК-53Б; 5 – газовий витратомір; 6 – регулятор тиску газу; 7 – клапан електромагнітний; 8 – ящик апаратний; 9 – механізм для подачі наплавлювального матеріалу; 10 – утримувач (пальник); 11 – відновлювана валшестерня; 12 – джерело струму ВДГ-303

Рисунок 4.1 - Схема установки для наплавлення у середовищі CO_2

Установка складається з газової апаратури, механізму подачі дроту і джерела живлення. У газову апаратуру входить балон з газом 1, електричний підігрівач газу 3, газовий редуктор 4, осушувач 2, шланги (для подавання газу до наплавлювальної голівки чи утримувача).

Робочий тиск газу: (0,05 – 0,20) МПа; витрата газу при напавленні: (13-16) л/хв.

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

ДРМТВАТАМ 23.20100.000. ПЗ

Арк.

Наплавлення у CO₂ проводять на постійному струмі при зворотній полярності. Щоб живити установку постійним струмом, застосовується джерело струму з жорсткою характеристикою.

При наплавленні зношених вал-шестерень робоча напруга становить (17 – 22) В при Ø дроту (0,5 – 1,2) мм і (23 – 28) В при Ø дроту (1,2 – 2,0) мм. Щільність струму становить (150 – 200) А на 1 мм² площі перерізу електроду.

При збільшенні площі перерізу вал-шестерні застосовується збільшений діаметр електродного дроту і збільшений виліт електроду (8 – 15) мм. Щоб запобігти при наплавленні вал-шестерні стіканню рідкої зварювальної ванни, зміщення електроду від зеніту для залежить від Ø деталі та знаходиться у межах (3 – 11) мм. Швидкість наплавлення складає (19 – 51) м/год.; швидкість подачі дроту залежить від його Ø і складає (105 – 295) м/год. Подача електроду уздовж вал-шестерні складає (2,1 – 3,4) Ø дроту за 1 її оборот.

Режим наплавлення вал-шестерні наведені у табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Режим наплавлення вал-шестерні у середовищі CO₂

Ø деталі, мм	h наплав. шару, мм	Ø електроду, мм	Сила струму, А	Напруга дуги, В	V подачі електроду, м/год.	Зміщення електроду від зеніту, мм	V наплавлення, м/год.	Виліт електроду, мм	Крок наплавлення, мм
30	0,8 - 1,2	0,8 - 1,2	90 - 100	16 - 20	140 - 160	5 - 8	20 - 25	8 - 12	1,5 - 3,5

Для наплавлення у CO₂ електродним матеріалом служать суцільні та порошкові дроти. CO₂ при дії високої температури розпадається на окис вуглецю (CO) й атомарний кисень (O), який окислює наплавлений метал. Саме

тому у даному випадку використовуються дроти з високим вмістом Mn і Si (є розкислювачами): Св-08ГС, Св-08Г2С, Св-12ГС, Св-12×13, Св-06×19 Н9Т, Св-18×МА, Св-18ХГС, Нп-50Г, Нп-30ХГСА, ПП-40Г або порошкові дроти ПП-Х12ВФТ, ПП-АН4, ПП-АН3, ПП-3Х2В8Т, ПП-Р18Т, ПП-Р19Т, ПП-4-28Г ДЕСТ ГОСТ 26271-84.

Для наплавлення у СО₂ використовуються:

- апарати А-577-У, А-547-Р, М1С 445 5, А-547-У;
- спеціальні наплавлювальні установки РМ-4, У-651, УН-3, У-653, РМ-5, ОКС-22084;
- джерелами живлення є зварювальні випрямлячі ВДГ-303, ВДУ-506П, ВДУ-506С, ВДУ-601, ВДУ-505, ВС-200, ВСУ-300, ВС-400, ПСТ-350.
- підігрівачі газу.

Наплавлення валиків проводять з кроком (2,5 – 3,5) мм і кожний наступний валик перекриває попередній на 1/3 його ширини.

У залежності від марки і типу електродного дроту твердість наплавленого металу (200 – 300) НВ.

4.5 Розробка ТП відновлення вал-шестерні

4.5.1 Аналіз конструкції вал-шестерні

Вал-шестерня – ступінчастий стержень, який утворений циліндричними обертовими поверхнями. Перехід між ступенями – галтелі, які:

- міцність вал-шестерні покращують;
- ймовірність утворення тріщин в місцях переходу знижують;
- вільний вихід прохідних різців (для токарної обробки) стає неможливим.

Висока точність обробки поверхонь під підшипники можлива через високу жорсткість вал-шестерні.

					ДРМТВАТАМ 23.20100.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Доступ оброблювального інструменту до деталі забезпечений зовнішнім розташуванням усіх відновлюваних та оброблюваних поверхонь.

Висновок: вал-шестерня:

- є технологічною;
- має прийнятні базові поверхні;
- допускає застосування високопродуктивних режимів обробки;
- проста за конструкцією.

4.5.2 Тип виробництва

Коефіцієнт закріплення технологічних операцій (ТОп) – [21]:

$$K_{закр.о} = \frac{\Sigma T_o}{\Sigma M_p} \quad (4.13)$$

де ΣT_o – загальне число ТОп на дільниці;

ΣM_p – число робочих місць на дільниці.

Загальна річна програма, шт. [22]:

$$P_{заг} = P_1 \times n \times \left(1 + \frac{s}{100}\right), \quad (4.14)$$

де $P_1 = 501$ шт. – річна програма вал-шестерень;

$n = 1,0$ шт. – кількість деталей у виробі;

$s = (5 - 25) \%$ – відсоток деталей, що йдуть на запасні частини (приймаємо $s = 15\%$).

$$N = 501 \times 1 \times \left(1 + \frac{15}{100}\right) = 576 \text{ шт.}$$

					ДРМТВАТАМ 23.20100.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

4.5.3 Штучно-калькуляційний час виконання операцій ТП

Виконуємо розчленування ТП по операціям і переходам і визначаємо штучно-калькуляційний час ($T_{шк}$) для кожної операції [23].

Способи обробки:

1. Чорнове обточування.
2. Чистове обточування.
3. Чорнове шліфування.
4. Чистове шліфування.

1. Чорнове обточування за 1 підхід ($\varnothing 30,190$ мм, $l = 35,00$ мм; $\varnothing 25,39$ мм, $l = 23,00$ мм;):

$$T_{чор\ o1} = 0,17 \times 30,190 \times 35,00 \times 10^{-3} = 0,1796 \text{ хв..}$$

$$T_{чор\ o2} = 0,17 \times 25,39 \times 23,00 \times 10^{-3} = 0,0993 \text{ хв..}$$

$$\sum T_{чор\ o} = T_{чo1} + T_{чo2} = 0,1796 + 0,0993 = 0,2789 \text{ хв..}$$

$$T_{шк1} = B_B \times T_{по}$$

де B_B – коефіцієнт відносно типу виробництва й виду верстатів [24].

$$T_{шк1} = 1,35 \times 0,2789 = 0,377 \text{ хв..}$$

2. Чистове обточування (9-й квалітет):

$$T_{чис\ o1} = 0,17 \times 30,008 \times 35,0 \times 10^{-3} = 0,18 \text{ хв..}$$

					ДРМТВАТАМ 23.20100.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

$$T_{\text{чис } o2} = 0,17 \times 25,0 \times 23,0 \times 10^{-3} = 0,10 \text{ хв.}$$

$$\sum T_{\text{чис } o} = 0,28 \text{ хв.}$$

$$T_{\text{шк}2} = 1,36 \times 0,28 = 0,381 \text{ хв.}$$

Усього на токарне обточування:

$$T_{\text{шк}\Sigma} = T_{\text{шк}1} + T_{\text{шк}2} = 0,377 + 0,381 = 0,758 \text{ хв.}$$

3. Чорнове шліфування (9-й квалітет):

$$T_{\text{пш}1} = 0,10 \times 30,064 \times 35,0 \times 10^{-3} = 0,11 \text{ хв.}$$

$$T_{\text{пш}2} = 0,10 \times 25,06 \times 23,0 \times 10^{-3} = 0,06 \text{ хв.}$$

$$\sum T_{\text{пш}} = T_{\text{пш}1} + T_{\text{пш}2} = 0,11 + 0,06 = 0,17 \text{ хв.}$$

$$T_{\text{пш}\Sigma} = 1,55 \times 0,17 = 0,26 \text{ хв.}$$

4. Чистове шліфування (6-й квалітет):

$$T_{\text{чш}1} = 0,15 \times 30,012 \times 35,0 \times 10^{-3} = 0,16 \text{ хв.}$$

$$T_{\text{чш}2} = 0,15 \times 25,0 \times 23,0 \times 10^{-3} = 0,09 \text{ хв.}$$

$$\sum T_{\text{чш}} = T_{\text{чш}1} + T_{\text{чш}2} = 0,16 + 0,09 = 0,25 \text{ хв.}$$

					ДРМТВАТАМ 23.20100.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

$$T_{\text{чш}\Sigma} = 1,55 \times 0,25 = 0,31 \text{ хв.}$$

Усього на сумарне шліфування:

$$T_{\Sigma} = T_{\text{пш}\Sigma} + T_{\text{чш}\Sigma} = 0,26 + 0,31 = 0,57 \text{ хв.}$$

4.5.4 Кількість верстатів

Кількість верстатів:

$$m_p = \frac{P_i \times T_{\text{шк}}}{60 \times Q_{\phi} \times K_{\text{зав}}} \quad (4.15)$$

де $P_i = 501$ шт. – річна програма відновлення вал-шестерень (формула 4.1);

$Q_{\phi} = 4025$ год. – дійсний річний фонд часу роботи устаткування [21];

$K_{\text{зав}} = 0,75$ – нормативний коефіцієнт завантаження устаткування [22].

Кількість токарних верстатів:

$$m_p = \frac{501 \times 0,758}{60 \times 4025 \times 0,75} = 0,0021.$$

Кількість шліфувальних верстатів:

$$m_p = \frac{501 \times 0,57}{60 \times 4025 \times 0,75} = 0,0016.$$

Приймаємо:

– для токарної обробки кількість верстатів $n_{\text{от}} = 1$ шт.;

– для шліфування кількість верстатів $n_{\text{шл}} = 1$ шт.;

Число робочих місць:

– токарних $R_m = 1$;

– шліфувальних $R_{\text{шл}} = 1$.

					ДРМТВАТАМ 23.20100.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Кількість операцій, виконуваних на токарних і шліфувальних верстатах $O_T = O_{ш} = 2$. Тому коефіцієнт закріплення операцій:

$$B_{закр} = \frac{2 + 2}{1 + 1} = 2.$$

Так як $1 < B_{закр} \leq 10$ [23, 24], то тип виробництва – великосерійний.

4.5.5 Технологічні бази

Для вал-шестерні центрові отвори валів приймаємо технологічною базою на усіх операціях (дефектація, наплавлення, токарна обробка, шліфування), так як вони не зношуються (контактують тільки з мастилом).

4.5.6 Операційний опис ТП відновлення вал-шестерні

ТП відновлення вал-шестерні наведено на рис. 4.2.

№ операції	Найменування операцій і технологічних переходів	Ескіз обробки заготовки	Модель верстата	Режими обробки							
				D або b, мм	L, мм	t, мм	i	S, мм/об	n, об/хв	V, м/хв	T _{об} , хв
005	<p>Дефектація</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Установити деталь у пристосування 2. Тріщини, обляпи, змітити контролювати ослепит. 3. Контролювати поверхню А (знос зубів шестерні) штампувати вікром 4. Контролювати поверхню Б Ø38 та скарбок. 5. Контролювати поверхню В Ø25 та скарбок. 6. Контролювати поверхню Г налібок. 7. Контролювати поверхню Д діаметр різьби рівнодіаметр. 8. Перевірити радіальне діаметр шийки Б1В. 9. Зняти деталь. 										

010	Токарна 1. Установити і закріпити деталь у пристосуванні. 2. Точити поверхню до $\varnothing 17,5^{+0,03}$ на довжину $l=24$ мм. 3. Точити поверхню до $\varnothing 24,1^{+0,03}$ на довжину $l=23$ мм. 4. Точити поверхню до $\varnothing 20,4 \pm 0,02$ на довжину $l=35$ мм. 5. Ровдати шліфу до $5 \frac{H}{\mu\text{m}}$ 6. Зняти деталь.		16K20	17,5	24	0,1	1	0,3	1600	90	0,075
				24,2	23	0,3	1	0,4	1600	122	0,1
				20,4	35	0,4	1	0,5	1600	140	0,2
				5	44	0,5	1	—	—	—	1,3

015	Наплавлявальна 1. Установити і закріпити деталь у пристосуванні. 2. Наплавити поверхню до $\varnothing 31,1 \pm 0,1$ на довжину $l=33,2$ мм. 3. Наплавити поверхню до $\varnothing 26,4 \pm 0,1$ на довжину $l=23$ мм. 4. Наплавити поверхню до $\varnothing 19,7 \pm 0,1$ на довжину $l=24$ мм. 5. Довдати шліфу. 6. Зняти деталь.		Наплавляль-ний впадат А-577-У	31,2	33,2	1	1	1	7,1	40	4,9
				26,4	23	0,8	1	1	9,55	65	2,4
				19,7	24	0,6	1	1	9,5	40	2,2
				4	44	0,5	1	—	—	40	0,4
			Виробнич ВДУ-506П								
			Головний редуктор РК-536								

020	Нормалізація									
МК										

025	Токарна 1. Установити і закріпити деталь у пристосуванні. 2. Точити поверхню до $\varnothing 30,2 \pm 0,04$ на довжину $l=35$ мм. 3. Точити поверхню до $\varnothing 25 \pm 0,02$ на довжину $l=23$ мм. 4. Точити поверхню до $\varnothing 18,2 \pm 0,02$ на довжину $l=24$ мм. 5. Нарізати різьбу М18х1,5-6H на довжину $l=21$ мм. 6. Зняти деталь.		16K20	30,2	35	0,2	1	0,3	1600	152	0,18
				25	23	0,2	1	0,45	1600	126	0,1
				18,2	24	0,1	1	0,2	1600	91	0,07
				18	21	—	2	1	53	3	7,5

030	Термообробка	Гартування СВЧ																			
МК																					
035	Шлифувальна	1. Установити і закріпити деталь у пристосування. 2. Шлифувати поверхню до $\varnothing 25_{-0,01}^{+0}$ на довжину 1-23 мм. 3. Шлифувати поверхню до $\varnothing 30_{-0,01}^{+0}$ на довжину 1-35 мм. 4. Зняти деталь.		3M157B	25	23	0,015	1	0,005	383	1980	0,086									
					30	35	0,015	1	6,9	372	1980	0,19									
040	Шліцшлифувальна	1. Установити і закріпити деталь у пристосування. 2. Шлифувати бочкоподібне шлицеве до $52_{-0,01}^{+0}$ м. 3. Зняти деталь.		3457B	4	40	0,015	1	—	2888	7	7,27									
045	Контроль																				
МК																					

Рисунок 4.2 – Маршрутна карта ТП відновлення валу-шестерні

Операція 005. Дефектація (рис. 4.2).

Вал-шестерні після очищення поступають на ділянку дефектації, у процесі якої застосовують їх суцільний контроль. Мета цієї процедури – оцінити стан вал-шестерні для подальшого сортування за придатністю до експлуатації (придатні, непридатні, для відновлення).

Зм.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

ДРМТВАТАМ 23.20100.000. ПЗ

Арк.

Операція 010. Токарна (рис. 4.2).

За допомогою токарного верстата проводиться підготовка зношених поверхонь вал-шестерні під наплавлення, а комплектом роликів деформуються шліци.

Операція 015. Наплавлювальна (рис. 4.2).

Підготовлені поверхні наплавляються і зварюються на шліцах канавки.

Операція 020. Нормалізація (рис. 4.2).

Нормалізація напавленої вал-шестерні проводиться згідно [25] – рис. 4.3:



Рисунок 4.3 – Графік режимів нормалізації напавленої вал-шестерні

– вал-шестерню нагрівають до аустенітного стану (на 30-50 °C вище A_{c3} – табл. 3.2): 770 °C + 50 °C = 820 °C; отримана структура – перліт і ферит;

– витримка при нормалізаційних умовах (2,0 – 2,5 хв. на кожний мм деталі) приймаємо T_г = 70 хв.;

– вивантаження вал-шестерень та охолодження на повітрі (отримується HB 167-229).

Нормалізація зменшує число зерен у структурі сталі, які з'явилися у результаті наплавлення і зварювання, а також підвищує твердість і міцність.

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

Операція 025. Токарна (рис. 4.2).

Операція 030. Термообробка – гартування СВЧ (рис. 4.2).

Нагрівати шліцьову поверхню СВЧ. Установка СВЧ ОГ-112690. Індуктор ПЦ-13500. Центр ГОСТ 13215-79. Твердомір за Роквеллом NOVOTEST TC-P

Операція 035. Шліфувальна (рис. 4.2).

Операція 040. Шліцешліфувальна (рис. 4.2).

Механічна обробка наплавлених поверхонь, щоб отримати початковий контур з розмірами, які відповідають робочому кресленню вал-шестерні.

Операція 045. Контроль (рис. 4.2).

Завершальна операція – вказує, з якою точністю виконано операції з відновлення вал-шестерні.

4.5.7 Призначення устаткування для відновлення вал-шестерні

Необхідне устаткування для дефектації, відновлення, механічної обробки і контролю:

- контрольні центри;
- штангензубомір ШЗН-18-005 (ДЕСТ 5363-81) для контролю зубчастого колеса;
- індикаторна скоба СЛ-50 (ДЕСТ 11951-82) з межею виміру 0 – 50 мм;
- різьбомір універсальний д55 (ДЕСТ 519-77), щоб контролювати різьбу.

1. Щоб здійснити токарні роботи:

- токарно-гвинторізний верстат 16К20;
- різці токарні.

2. Щоб здійснити наплавлювальні роботи:

- апарат наплавлювальний А-577-У;
- електродний дріт Св-08ГС (Ø електроду 1,0 мм);
- кисневий редуктор РК-53Б.

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

ДРМТВАТАМ 23.20100.000. ПЗ

Арк.

3. Щоб здійснити шліфувальні роботи:

- круглошліфувальний верстат 3М151В;
- шліцешліфувальний верстат 3451Б;
- набір шліфувальних кругів.

4.5.8 Розрахунок припусків на обробку вал-шестерні

Операції технологічного маршруту обробки шийки вал-шестерні $\varnothing 30$ мм (табл. 4.2):

- чорнове обточування;
- чистове обточування;
- чорнове шліфування;
- чистове шліфування.

Технологічний маршрут обробки вал-шестерні наведений у табл. 4,2.

Таблиця 4.2 – Припуски з граничними розмірами на обробку поверхні вал-шестерні $\varnothing 30$ мм

Технологічні переходи обробки поверхні $\varnothing 30$	Елементи припуску, мкм			Розрахунковий припуск t_{in} , мкм	Розрахунковий розмір d_p , мм.	Допуск δ , мкм	Граничний розмір, мм		Граничні значення припусків, мкм	
	R_2	T	ρ				d_{min}	d_{max}	$2Z_{min}^{np}$	$2Z_{max}^{np}$
Заготівка	320	31	29		31,153	1250	31,028	32,278		
Обточування										
Чорнове	51	51	2.1	2×379	30,388	212	30,125	30,190	212	415
Чистове	31	31	1.2	2×103	30,159	85	30,006	30,008	22	415
Шліфування										
Чорнове	11	21	0,6	2×62	30,064	22	30,023	30,064	102	207
Чистове	6	16		2×30	30,003	14	30,002	30,012	49	83

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата
-----	------	---------	--------	------

ДРМТВАТАМ 23.20100.000. ПЗ

Арк.

Просторове відхилення (сумарне) [24], мкм:

$$\rho = \sqrt{\rho_{зм}^2 + \rho_{кр}^2 + \rho_a^2}, \quad (4.16)$$

$$\rho_{зм} = 0;$$

$$\rho_a = 0;$$

$$\rho_{кр} = q_k \times \rho = 0,8 \times 34,5 = 27,6 ;$$

$$\rho = \rho_{кр} = 27,6.$$

Просторове відхилення (залишкове)[24], мкм:

– після чорнового обточування:

$$R_{чорн.о} = 0,06 \times 27,6 = 1,66;$$

– після чистового обточування:

$$R_{чист.о} = 0,04 \times 27,6 = 1,104;$$

– після чорнового шліфування:

$$R_{чорн.ш} = 0,02 \times 27,6 = 0,552.$$

Мінімальні значення припусків [24], мкм:

					ДРМТВАТАМ 23.20100.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

$$2Z_{min} = 2 \times (R_z + T_i + p) \quad (4.17)$$

– під чорнове обточування:

$$2Z_{min} = 2 \times (320,0+30,0+27,6) = 2 \times 377,6;$$

– під чистове обточування:

$$2Z_{min} = 2 \times (50,0+50,0+2,0) = 2 \times 102,0;$$

– під чорнове шліфування:

$$2Z_{min} = 2 \times (30,0+30,0+1,0) = 2 \times 61,0;$$

– під чистове шліфування:

$$2Z_{min} = 2 \times (10,0+20,0+0,50) = 2 \times 30,50.$$

Розрахунковий розмір [24], мм:

$$d_{31} = 30,002+0,061 = 30,063;$$

$$d_{p2} = 30,063+0,122 = 30,185;$$

$$d_{p3} = 30,185+0,204 = 30,389;$$

$$d_{p,сум.} = 30,389+0,756 = 31,145.$$

					ДРМТВАТАМ 23.20100.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Максимальні граничні розміри [24], мм:

$$d^{max}_1 = 30,389 + 0,210 = 30,599;$$

$$d^{max}_2 = 30,185 + 0,084 = 30,269;$$

$$d^{max}_3 = 30,063 + 0,021 = 30,084;$$

$$d^{max}_4 = 30,002 + 0,013 = 30,015;$$

$$d^{max}_{сум.} = 31,145 + 1,300 = 32,445.$$

Значення припусків граничні (за методом пробних проходів) [24], мм:

$$2Z_{np.max1} = 32,445 - 30,389 = 2,056;$$

$$2Z_{np.min1} = 31,145 - 30,599 = 0,546;$$

$$2Z_{np.max2} = 30,599 - 30,185 = 0,414;$$

$$2Z_{np.min2} = 30,389 - 30,269 = 0,12;$$

$$2Z_{np.max3} = 30,269 - 30,063 = 0,206;$$

$$2Z_{np.min3} = 30,185 - 30,084 = 0,101;$$

					ДРМТВАТАМ 23.20100.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

$$2Z_{np.max4} = 30,084 - 30,002 = 0,082;$$

$$2Z_{np.min4} = 30,063 - 30,015 = 0,048;$$

4.5.9 Режими обробки вал-шестерні

Як приклад, наводимо режим обробки чорнового точіння поверхні \varnothing 30 мм (глибину різання приймають рівній припуску на обробку [24] – $t = 2,00$ мм).

Приймаємо подачу $S = 0,50$ мм/об. Тоді швидкість різання, мм/хв.:

$$V = \frac{C_v}{T \times t \times S} \times K_v. \quad (4.18)$$

Середня стійкість за одноінструментною обробкою $T = 60,0$ хв.[24]:

$$C_v = 350,00; t = 0,15; Y = 0,35; S = 0,20.$$

Значення загального поправочного коефіцієнту [24]:

$$K_v = K_{Mv} \times K_{Uv} \times K_{fv} \times K_{nv} \times K_{qv} \times K_{Ov}. \quad (4.19)$$

де K_{Mv} – коефіцієнт якості оброблюваного матеріалу:

$$K_{Mv} = \frac{75,0}{6b} = \frac{75,0}{130} = 0,60;$$

$K_{nv} = 0,50$ – коефіцієнт стану поверхні заготовки;

					ДРМТВАТАМ 23.20100.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

$K_{U\epsilon} = 1,00$ – коефіцієнт матеріалу ріжучої частини;

$K_{U\epsilon} \times K_{f\epsilon} \times K_{n\epsilon} \times K_{q\epsilon}$ – коефіцієнти параметрів різця;

$K_{U\epsilon} = 0,80$;

$K_{f\epsilon} = 0,87$;

$K_{n\epsilon} = 1,13$;

$K_{q\epsilon} = 1,08$;

$K_{O\epsilon} = 1,00$ – коефіцієнт виду обробки;

$$K_{\epsilon} = 0,60 \times 0,50 \times 1,0 \times 0,80 \times 0,87 \times 1,13 \times 1,08 \times 1,00 = 0,255;$$

$$V = \frac{350,0}{60^{0,20} \times 2,0^{0,15} \times 0,4^{0,35}} \times 0,255 = 47,93$$

Сила різання [24], Н:

$$P_z(P_y; P_x) = C_P \times t_{xP} \times S_{yP} \times V_{nP} \times K_P, \quad (4.20)$$

Для тангенціальної сили P_z :

$$C_P = 300; X_P = 1; Y_P = 0,77; n_P = -0,13;$$

Поправочний коефіцієнт [24]:

$$K_P = K_{MP} \times K_{\phi P} \times K_{YP} \times K_{\lambda P} \times K_{nP} \quad (4.21)$$

$$K_{MP} = \left(\frac{\delta_P}{75} \right)^{n_P}; \quad (4.22)$$

$$\delta_P = 135 \text{ кг/мм}^2; n_P = 0,80;$$

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

ДРМТВАТАМ 23.20100.000. ПЗ

Арк.

$$K_{MP} = \left(\frac{135}{75} \right)^{0,80} = 1,68.$$

$$K_{\varphi P} = 0,87;$$

$$K_{YP} = 1,00;$$

$$K_{\lambda P} = 1,00;$$

$$K_{nP} = 0,91;$$

$$K_P = 1,68 \times 0,87 \times 1,00 \times 1,00 \times 0,91 = 1,33;$$

$$P_Z = 300 \times 2,0^{1,0} \times 0,4^{0,77} \times 47,92^{-0,13} = 224,60.$$

Потужність різання [24], кВт:

$$n = \frac{P_Z \times V}{102,00 \times 60,00}, \quad (4.23)$$

$$n = \frac{224,60 \times 47,92}{102,00 \times 60,00} = 1,83.$$

4.5.10 Норми часу для операції точіння вал-шестерні

Наводимо розрахунки норм часу для операції точіння поверхні $\varnothing 30$ мм [24], хв.:

$$T_{\text{шк}} = \frac{T_{nз}}{n} + T_{\text{шт}}; \quad (4.24)$$

$$T_{\text{шк}} = \frac{T_{nз}}{n} + T_{\text{осн}} + (T_{\text{уст}} + T_{\text{закр}} + T_{\text{вим}}) \times Q + T_{\text{заг}}, \quad (4.25)$$

					ДРМТВАТАМ 23.20100.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

де T_{nz} – підготовчо-завершальний час, хв.;

n – кількість деталей у партії, шт.;

$T_{осн}$ – основний час, хв.;

$T_{уст}$ – час на установку і зняття деталі, хв.;

$T_{закр}$ – час на закріплення і відкріплення деталі, хв.;

$T_{вим}$ – час на вимірювання деталі, хв.;

$Q = 1,5$ – коефіцієнт;

$T_{заг}$ – загальний час на обслуговування робочого місця і відпочинок, хв.;

$$T_{nz} = T_{01} + T_{02}, \quad (4.26)$$

де $T_{01} = 13,2$ хв. – час, щоб налагодити верстат, інструмент, пристосування;

$T_{02} = 10,3$ хв. – час, щоб отримати інструмент і пристосування до початку і також здачі після закінчення операції.

$$T_{nz} = 13,2 + 10,3 = 23,5 \text{ хв.}$$

Визначення кількості деталей у партії для одночасного запуску [24]:

$$n = \frac{x \times e}{254,0}, \quad (4.27)$$

де $x = 6,0$ – періодичність запуску виробництва, дні;

$e = 501$ шт. – річна програма випуску вал-шестерень;

$$n = \frac{501 \times 6,0}{254,0} = 11,83 \cong 12,0 \text{ шт.}$$

					ДРМТВАТАМ 23.20100.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Визначення основного технологічного часу для чорнового обточування за 1 прохід по 9-му квалітету, хв.:

$$T_{\text{чо}} = 0,17 \times 30,0 \times 46,0 \times 10^{-3} = 0,235;$$

$$T_{\text{yc}} = 0,30 + 0,04 = 0,34;$$

$$T_{\text{зо}} = 0,053;$$

$$T_{\text{yn}} = 0,01 + 0,025 = 0,035;$$

$$T_{\text{з}} = 0,09;$$

$$T_{\text{мч}} = \frac{T_{\text{онт}} \times T_{\text{обсл}}}{100}, \quad (4.28)$$

де $T_{\text{онт}}$ – оперативний час, хв.;

$T_{\text{обсл}}$ – витрати часу, щоб обслужити робоче місце у % відношенні до оперативного, хв..

$$T_{\text{обсл}} = 7 \% [24];$$

$$T_{\text{онт}} = T_o + T_{\text{д}}, \quad (4.29)$$

де $T_{\text{д}}$ – допоміжний час, хв.

$$T_{\text{с}} = T_{\text{yc}} + T_o + T_{\text{yn}} + T_{\text{з}} = 0,340 + 0,055 + 0,035 + 0,180 = 0,610.$$

					ДРМТВАТАМ 23.20100.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

$$T_{on} = 0,280 + 0,230 + 0,610 = 1,120.$$

$$T_v = (1,12 \times 7 \%) / 100 = 0,0008 \text{ хв.}$$

$$T_{шк} = (23/189) + 0,280 + 0,230 + (0,340 + 0,055 + 0,035 + 0,180) \times 1,500 + 0,0008 = 1,550 \text{ хв.}$$

					ДРМТВАТАМ 23.20100.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Висновки по роботі

1. Наведені загальні відомості й технічна характеристика вантажного автомобіля ВАЗ-2107, а також будова, принцип роботи, особливості експлуатації й технічного обслуговування його заднього мосту.

2. Представлені загальні властивості матеріалу вал-шестерні (сталь 45Х) заднього мосту, інформація про її термічну обробку, відпускання та нормалізацію, механічні властивості сталі 45Х залежно від температури відпускання, застосування СВЧ для зміцнення вал-шестерні.

3. Для вал-шестерні редуктора заднього мосту:

- наведено аналіз її дефектів;
- визначена програма процесу відновлення;
- проведено відбір способів усунення дефектів (обробка під ремонтний розмір, постановка додаткової деталі, пластичне деформування, електромеханічне виходжування, електролітичні покриття, механізоване наплавлення);

- наведена методика відновлення наплавленням у середовищі вуглекислого газу;

- розроблений ТП відновлення (аналіз конструкції, тип виробництва, штучно-калькуляційний час виконання операцій, кількість верстатів, технологічні бази, операційний опис, призначення устаткування, розрахунок припусків і режими обробки, норми часу для операції точіння).

Зокрема, для відновлення вал-шестерні (ділянка діаметром $\varnothing 31,2$ мм – див. рис. 4.2) напіваавтоматичним наплавленням у середовищі вуглекислого газу CO_2 застосовується:

- апарат наплавлювальний А-577-У;
- джерело струму ВДГ-303;
- газовий редуктор РК-53Б.

					ДРМТВАТАМ 23.20100.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Параметри процесу наплавлення:

- CO_2 подається у зону горіння дуги по трубці з тиском $p = 0,15\text{МПа}$;
- витрата газу $e = 14,5$ л/хв.;
- сила струму $I = 95$ А (постійний струм при зворотній полярності);
- щільність струму $q = 130$ А/мм²;
- напруга дуги $U = 18$ В;
- частота обертання вал-шестерні $n = 7,1$ хв.⁻¹;
- товщина наплавленого шару $h = 1,0$ мм
- швидкість наплавлення $V = 25$ м/год.;
- електродний дріт Св-08ГС;
- діаметр електроду $\varnothing 1,0$ мм;
- виліт електроду $y = 11$ мм;
- зміщення електроду від zenіту $z = 7$ мм;
- подача дроту $s = 1$ мм/об.;
- швидкість подачі дроту $v = 150$ м/год.;
- крок наплавлення $w = 2,5$ мм/об..

Параметри нормалізації наплавленої вал-шестерні:

- нагрів до $t = 820$ °С (отримана структура – перліт і ферит);
- витримка $T_g = 70$ хв..

Методика гартування вал-шестерні СВЧ:

- розігрівання електропечі з деталями до $t = 860$ °С протягом $T_p = 40$ хв.;
- охолодження протягом $T_o = 12$ хв.;
- охолодження у ванні з водою протягом $T_o = 15$ хв..

					ДРМТВАТАМ 23.20100.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Список літератури

1. Авер'янов В. С. Конспект лекцій з дисципліни «Технологія та обладнання для відновлення автомобільних деталей» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня зі спеціальності 274 „Автомобільний транспорт” / В. С. Авер'янов. – Кам'янське: ДДТУ, 2018. – 70 с.

2. ВАЗ-2107 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://avtorussia.ru/autos/lada/lada_2107.html

3. Технічні характеристики Lada (ВАЗ) 21074 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.autonet.ru/auto/ttx/lada_vaz/2107/295390

4. ВАЗ-2107 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.autoopt.ru/auto/encyclopedia/car/vaz/mark/vaz-2107%282002%29>

5. ВАЗ-2107: схема та будова заднього мосту [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://vashalada.ru/mashiny/vaz-2107/vaz-2107-ustroystvo-mosta.html>

6. Задній міст ЛАДА-2107 (ВАЗ-2107) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.auto.etlt.ru/s7-21.php>

7. Задній міст ВАЗ-2107: особливості експлуатації й технічного обслуговування [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://bumper.guru/klassicheskie-modeli-vaz/zadnij-most/zadnyy-most-vaz-2107.html>

8. Несправності заднього мосту ВАЗ-2107 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://vazclub.com/vaz/2104-2105-2107/remont/transmissiya/zadnii-most/neispravnosti-mosta.html>

9. Редуктор мосту [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://vazclub.com/vaz/2104-2105-2107/remont/transmissiya/zadnii-most/reduktor-mosta.html>

					ДРМТВАТАМ 23.20100.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

10. Сталь 45X – характеристика, хімічний склад, властивості, твердість [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://s-metall.com.ua/index/stal_45kh/0-273

11. Сталь марки 45X: характеристики, опис, властивості сплаву [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://xlom.ru/spravochnik/stal-45h>

12. Сталь 45X конструкційна легована [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://viltech.ru/raznoe/stal-45h-harakteristiki-primenenie.html>

13. Загартування сталі 45X [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://varimtutru.com/stal-38hs-zakalka-i-otpusk/>

14. Відпускання сталі [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.rusbolt.ru/articles/11404/>

15. Термічна обробка металів і сплавів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://metall-expertiza.ru/articles/termicheskaya-obrabotka-metallor-i-splavov>

16. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: Підручник. – К.: Знання-Прес, 2003. – 511 с.

17. Кисликов В. Ф. Будова й експлуатація автомобілів: Підручник / В. Ф. Кисликов, В. В. Луцик. – К.: Либідь, 2006. — 400 с.

18. Лудченко О.А. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів: Технологія: Підручник / О.А. Лудченко. – К.: Вища шк., 2007. – 527 с.

19. Гащук П. М. Експлуатаційна ефективність автомобіля: Конструювання і розрахунок автомобіля. Методичні вказівки до виконання курсового (дипломного) проектування з курсу “ Експлуатаційна ефективність автомобіля” для студентів спеціальності 7.090258 “Автомобілі та автомобільне господарство”/ П. М. Гащук, О. І. Сороківський.— Львів: Видавництво Національного університету “Львівська політехніка”, 2002. – 64 с.

20. Технологія наплавлення у середовищі вуглекислого газу [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

					ДРМТВАТАМ 23.20100.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

https://bstudy.net/786059/tehnika/elektrodugovaya_naplavka_srede_zaschitnyh_gaz_ov#459

21. Дідик Р. П. Розрахункові операції режимів механічної обробки матеріалів: точіння, свердління, зенкерування, розгортання: навч. посіб. / Р. П. Дідик, В. В. Зіль, С. Т. Пацера. – Д.: Національний гірничий університет», 2013. – 196 с.

22. Горбатюк С. О. Технологія машинобудування: Навчальний посібник / С. О. Горбатюк, М. П. Мазур, А. С. Зенкін, В. Д. Каразей. – Львів: «Новий світ – 2000», 2009. – 358 с.

23. Кирилович В. А. Основи технологій обробки поверхонь деталей машин: підручник / В. А. Кирилович, П. П. Мельничук, В. А. Яновський; за ред. В. А. Кириловича. – Житомир: Видавець О. О. Євенок, 2017. – 266с.

24. Паливода Ю. Є. Інструментальні матеріали, режими різання, технічне нормування механічної обробки: навчально-методичний посібник / Паливода Ю. Є., Дячун А. Є., Лещук Р. Я. – Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2019. – 240 с.

25. Нормалізація сталі: режими, температура, процес [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://stroy-podskazka.ru/stal/normalizaciya/>

					ДРМТВАТАМ 23.20100.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Додатки

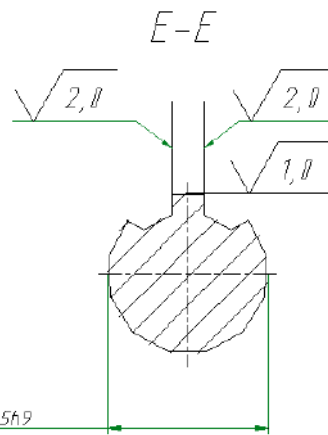
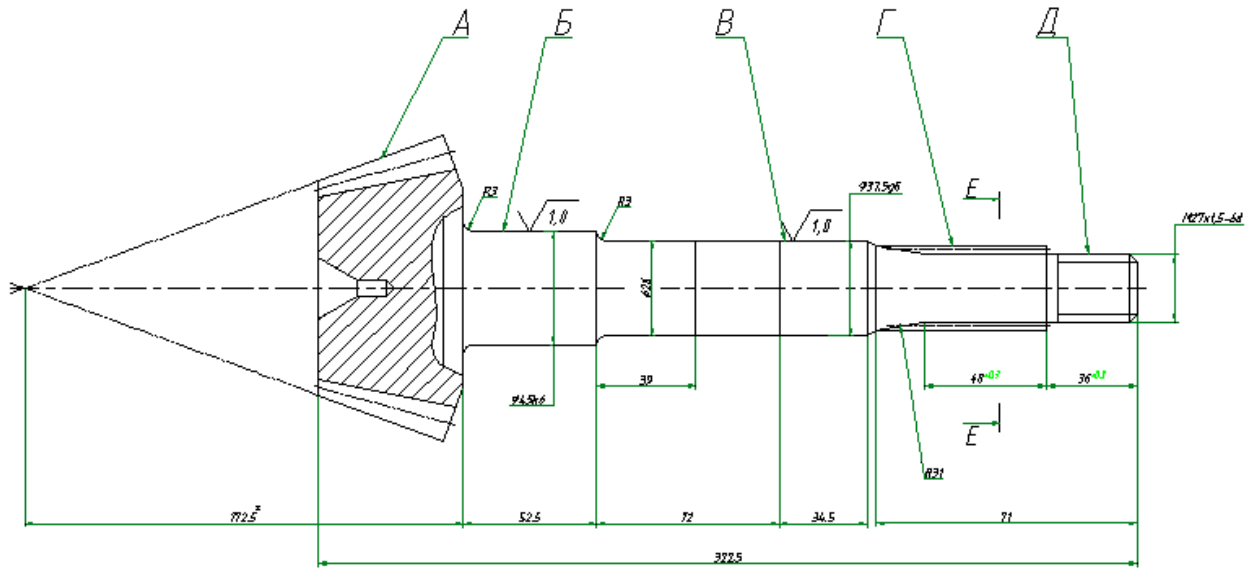
					ДРМТВАТАМ 23.20100.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Графічне забезпечення дипломної роботи

					ДРМТВАТАМ 23.20100.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

		Розробник Лавренко Людмила	Лектор Лавренко Людмила	ХНУ	ДРМТВА 23.20100.000			
		Контроль Занько	Біблєк Людмила		Вал-шестерня			005

Операція 005 Дефектація



Модуль	m	4
Число зубів	z	18
Кут нахилу	β	15°44'25"
Напрямок лінії зуба	-	Лівий
Нормальний вихідний контур	-	ДЕСТ 15023-69
Коефіцієнт зміщення	x	0
Ступінь точності		По нормалі заводу виготовл.

№ дефекту	Позиція на кресл.	Можливий дефект	Засіб контролю	Розмір чи параметр, мм			Висновок
				Номинальний	Гранично допустимий		
					без ремонту	для ремонту	
1	-	Тріщини чи обломи	Огляд	—	—	—	Бракувати
2	A	Знос зубів шестерні	Штангензубомір	—	—	—	Наплавити
3	Б В	Знос поверхонь під підшипник	Скоба	$\Phi 30$ $\Phi 25$	$\Phi 30,015$ $\Phi 24,98$	$\Phi 29,902$ $\Phi 24,96$	Наплавити
4	Г	Знос шліців по товщині	Калібр	3,5	3,505	—	Бракувати
5	Д	Знос різьби M18x1,5-6d	Різьбодімер	—	—	—	Наплавити

Рисунок А1 – Карта ескізів: операція 005 Дефектація (AutoCAD)

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата
-----	------	---------	--------	------

ДРМТВАТАМ 23.20100.000. ПЗ

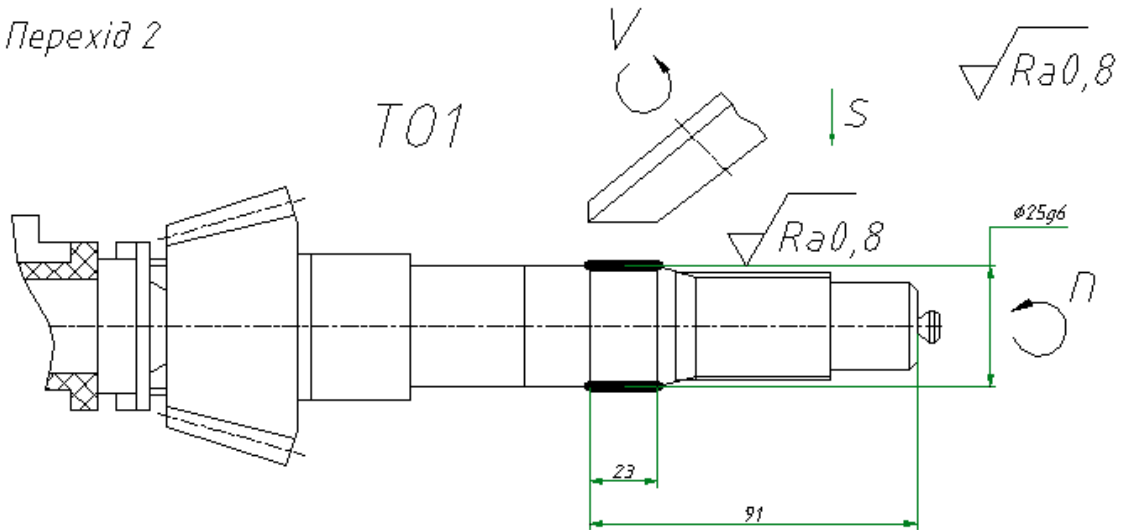
Арк.

Розробник	Лібраман	ХНУ	ДРМТВА 23.20100.000	
Прийнято	Руден			
Норматив	Бабак		Вал-шестерня	
Зам.	Дана			130

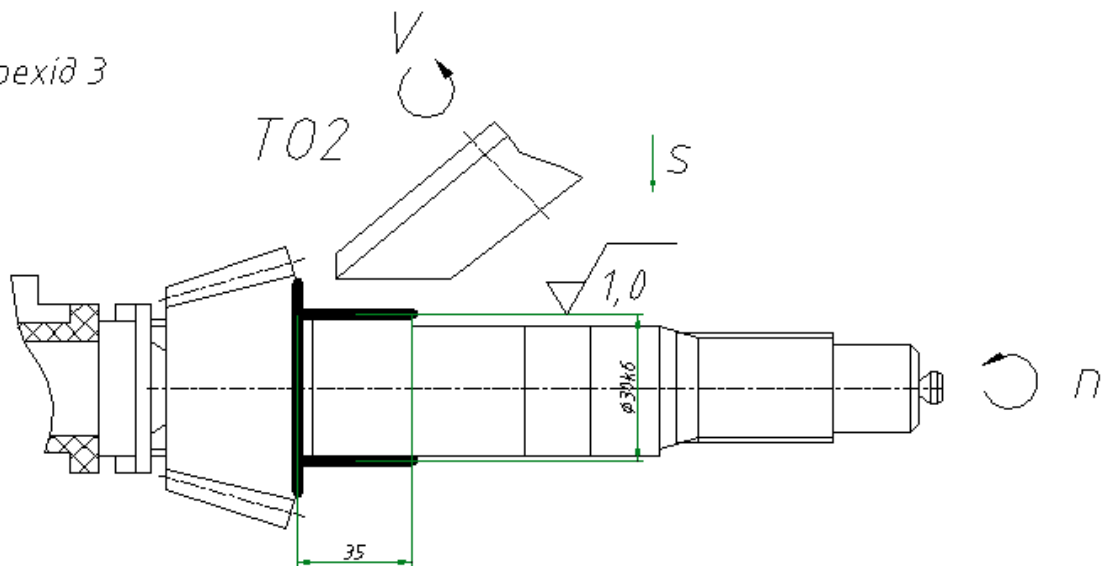
Операція 030 Шліфувальна

Верстат шліфувальний 3М151В

Перехід 2



Перехід 3



Номер переходу	d, мм	l, мм	t, мм	i	s мм/об.	n, хв. ⁻¹	V мм/хв.	T, хв.
Перехід 2	25	23	0,015	1	0,05	1980	383	0,75
Перехід 3	30	35	0,015	1	0,05	1980	372	0,8

Рисунок А2 – Карта ескізів: операція 030 Шліфувальна (AutoCAD)

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата
-----	------	---------	--------	------

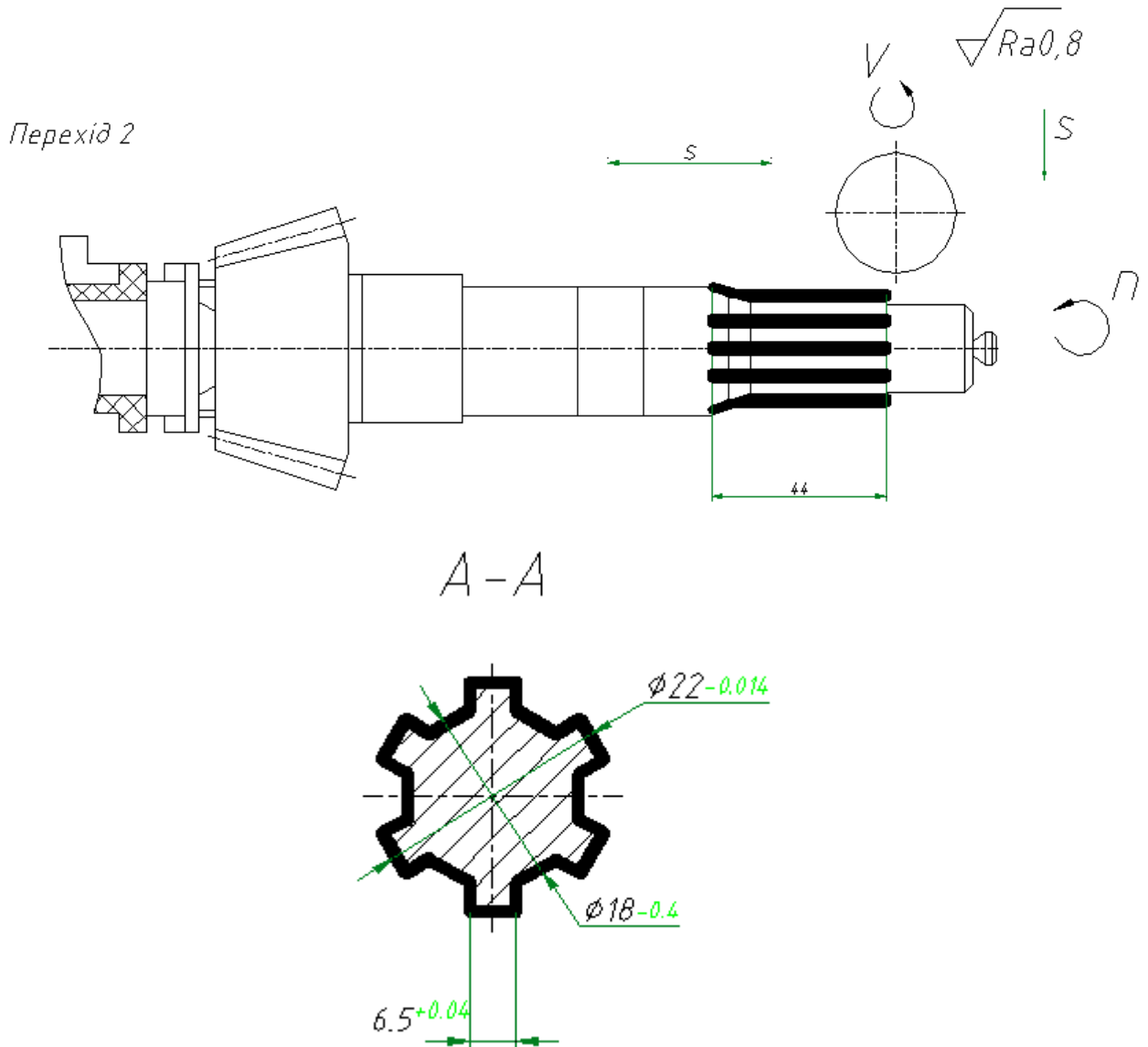
ДРМТВАТАМ 23.20100.000. ПЗ

Арк.

				Розробник Лавришук	Директор Рудик	ХНУ		ДРМТВА 23.20100.000			
				Начальник Завод	Бачук Віктор			Вал-шестерня		035	

Операція 035 Шліцешліфувальна

Верстат шліцешліфувальний 3451Б



Номер переходу	d , мм	l , мм	t , мм	i	s мм/об.	n , хв. ⁻¹	V , м/хв.	T , хв.
Переход 2	4	40	0,015	1	-	2880	1	1,21

Рисунок А3 – Карта ескізів: операція 035 Шліцешліфувальна (AutoCAD)

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

ДРМТВАТАМ 23.20100.000. ПЗ

Арк.