

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

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Відновлення ведучої шестерні редуктора заднього моста самоскида

Рівень вищої освіти бакалавр
Галузь знань 13 «Механічна інженерія»
Спеціальність 132 «Матеріалознавство»
Освітня програма «Відновлення та технічний сервіс автомобілів»

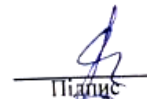
Шифр КРЕМТВА 2520167.000 ПЗ

Виконав студент 4-го курсу
група МТВАз 20-1
Шифр


Підпис

Павло СТРИЛЕЦЬКИЙ
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Керівник К.Т.Н., доц.
Науковий ступінь, звання


Підпис

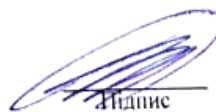
Олександр РУДИК
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Нормоконтролер


Підпис

Олег МАКОВКІН
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

До захисту допускаю:
Завідувач кафедри ТАМ
Назва


Підпис

Олександр ДИХА
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Дата 10.06.25

Хмельницький 2025

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерії, транспорту та архітектури
Кафедра трибології, автомобілів та матеріалознавства

Освітньо-кваліфікаційний рівень: спеціаліст

Галузь знань: 13 «Механічна інженерія»

Спеціальність: 132 «Матеріалознавство»

Спеціалізація: «Відновлення та технічний сервіс автомобілів»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Зав. кафедрою ТАМ
Диха О.В.
" 20 " 02 2025 р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Стрілецькому Павлу Васильовичу
Прізвище, ім'я, по батькові

1. Тема роботи: «Відновлення ведучої шестерні редуктора заднього моста самоскида»

Керівник роботи: Рудик Олександр Юхимович к.т.н., доцент
Прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання

Затверджено наказом університету від 7.02.2025 р. № 23 (Д 14)

2. Строк подання студентом роботи на кафедру: 10.06.2025 р.

3. Вихідні дані до роботи:

Робочі креслення досліджуваних деталей; нормативно – технологічна документація по розбиранню, дефектації, складанню і регулюванню вузла дослідження.

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

1. Технічні характеристики самоскида МАЗ-6516V8-521-000 (ЄВРО-5).
 2. Будова заднього моста самоскида МАЗ-6516V8-521-000 (ЄВРО-5) і технологія ремонту його редуктора.
 3. Характеристика ведучої шестерні редуктора заднього моста самоскида МАЗ-6516V8-521-000 (ЄВРО-5) та вибір її матеріалу
 4. Розробка технологічного процесу відновлення ведучої шестерні редуктора заднього моста самоскида МАЗ-6516V8-521-000 (ЄВРО-5)
5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень):
– графічна частина роботи представлена у вигляді презентації на слайдах

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання ----

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва розділу кваліфікаційної роботи	Строки виконання	Примітка
1	<i>Літературний огляд</i>	20.05.2025	вик.
2	<i>Технологічний розділ</i>	25.05.2025	вик.
3	<i>Конструкторський розділ</i>	30.05.2025	вик.
4	<i>Оформлення розрахунково-пояснювальної записки</i>	2.06.2025	вик.
5	<i>Оформлення презентації кваліфікаційної роботи</i>	5.06.2025	вик.
6	<i>Нормоконтроль кваліфікаційної роботи</i>	9.06.2025	вик.
7	<i>Підписання розділів. Затвердження дати захисту</i>	10.06.2025	вик.

Студент


Підпис

Павло СТРИЛЕЦЬКИЙ
Ім'я, прізвище

Керівник роботи


Підпис

Олександр РУДИК
Ім'я, прізвище

РЕФЕРАТ

Обсяг пояснювальної записки – 62 сторінки, кількість рисунків – 8, таблиць – 18, додатків – 1, кількість джерел згідно із переліком посилань – 32.

Студент гр. МТВАз-20-1 Стрілецький П.В.





Тема «Відновлення ведучої шестерні редуктора заднього моста самоскида»

Наведені технічні характеристики самоскида МАЗ-6516V8-521-000 (ЄВРО-5), будова його заднього моста, догляд за ним, регулювання, ремонт, технічне обслуговування. Описані конструктивні особливості редуктора заднього моста, розглянута характеристика його ведучої шестерні та її основні дефекти з призначенням матеріалу. Спроектований технологічний процес відновлення ведучої шестерні редуктора заднього моста самоскида МАЗ-6516V8-521-000 (ЄВРО-5) наплавленням під шаром флюсу.

Перелік ключових слів: МАЗ-6516V8-521-000 (ЄВРО-5), ЗАДНІЙ МІСТ, РЕДУКТОР, ВЕДУЧА ШЕСТЕРНЯ, НАПЛАВЛЕННЯ ПІД ШАРОМ ФЛЮСУ.

Зміст

Анотація	6
Abstract	7
Перелік скорочень.....	8
Вступ	9
1 Технічні характеристики самоскида МАЗ-6516V8-521-000 (ЄВРО-5).....	10
2 Будова заднього моста самоскида МАЗ-6516V8-521-000 (ЄВРО-5) і технологія ремонту його редуктора.....	12
2.1 Будова заднього моста самоскида МАЗ	12
2.2 Конструктивні особливості редуктора заднього моста самоскида МАЗ. 14	14
2.3 Догляд за заднім мостом самоскида МАЗ і його регулювання.....	20
2.4 Ремонт заднього моста самоскида МАЗ.....	24
2.5 Технічне обслуговування заднього моста самоскида МАЗ.....	24
3 Характеристика ведучої шестерні редуктора заднього моста самоскида МАЗ-6516V8-521-000 (ЄВРО-5) та вибір її матеріалу	26
3.1 Основні дефекти ведучої шестерні редуктора заднього моста.....	26
3.2 Вибір матеріалу ведучої шестерні редуктора заднього моста	27
4 Розробка технологічного процесу відновлення ведучої шестерні редуктора заднього моста самоскида МАЗ-6516V8-521-000 (ЄВРО-5).....	30

КРБМТВА 2520167.000 ПЗ				
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.		Стрілецький П.		
Перевір.		Рудик		
Н. Контр.		Маковкін		
Затверд.		Диха		
			Відновлення ведучої шестерні редуктора заднього моста самоскида	
			Літ.	Арк.
			4	62
ХНУгр.МТВАз-20-1				

Зміст

Анотація	6
Abstract	7
Перелік скорочень.....	8
Вступ	9
1 Технічні характеристики самоскида МАЗ-6516V8-521-000 (ЄВРО-5).....	10
2 Будова заднього моста самоскида МАЗ-6516V8-521-000 (ЄВРО-5)	
і технологія ремонту його редуктора.....	12
2.1 Будова заднього моста самоскида МАЗ	12
2.2 Конструктивні особливості редуктора заднього моста самоскида МАЗ .	14
2.3 Догляд за заднім мостом самоскида МАЗ і його регулювання.....	20
2.4 Ремонт заднього моста самоскида МАЗ.....	24
2.5 Технічне обслуговування заднього моста самоскида МАЗ.....	24
3 Характеристика ведучої шестерні редуктора заднього моста самоскида МАЗ-6516V8-521-000 (ЄВРО-5) та вибір її матеріалу.....	26
3.1 Основні дефекти ведучої шестерні редуктора заднього моста.....	26
3.2 Вибір матеріалу ведучої шестерні редуктора заднього моста	27
4 Розробка технологічного процесу відновлення ведучої шестерні редуктора заднього моста самоскида МАЗ-6516V8-521-000 (ЄВРО-5).....	30

					КРБМТВА 2520167.000 ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Стрілецький П.			Відновлення ведучої шестерні редуктора заднього моста самоскида	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Рудик					4	62
Н. Контр.		Маковкін				ХНУГр.МТВАз-20-1		
Затверд.		Диха						

4.1 Дефектація ведучої шестерні редуктора заднього моста	30
4.2 Вибір способу відновлення ведучої шестерні редуктора заднього моста	31
4.3 Назва, зміст і план технологічних операцій наплавлення ведучої шестерні під шаром флюсу	32
4.4 Проєктування операцій з відновлення ведучої шестерні	35
4.4.1 Початкові дані.....	35
4.4.2 Зміст операцій.....	36
4.4.3 Визначення припуску на обробку	36
4.4.4 Розрахунок режиму обробки ведучої шестерні.....	37
4.4.5 Розрахунок норм часу на обробку ведучої шестерні.....	39
4.5 Відновлення ведучої шестерні наплавленням під шаром флюсу	46
Висновки.....	57
Список використаних джерел	58
Додатки	62

Анотація

Наведені технічні характеристики самоскида МАЗ-6516V8-521-000 (ЄВРО-5), будова його заднього моста, догляд за ним, регулювання, ремонт, технічне обслуговування. Описані конструктивні особливості редуктора заднього моста, розглянута характеристика його ведучої шестерні та її основні дефекти з призначенням матеріалу. Спроектований технологічний процес відновлення ведучої шестерні редуктора заднього моста самоскида МАЗ-6516V8-521-000 (ЄВРО-5) наплавленням під шаром флюсу.

					КРБМТВА 2520167.000 ПЗ	Арк.
						6
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Abstract

The technical characteristics of the MAZ-6516V8-521-000 (EURO-5) dump truck are given, the structure of its rear axle, its care, adjustment, repair, and maintenance. The design features of the rear axle reducer are described, the characteristics of its drive gear and its main defects with the purpose of the material are considered. A technological process has been designed for restoring the drive gear of the rear axle reducer of the MAZ-6516V8-521-000 (EURO-5) dump truck by surfacing under a layer of flux.

					КРБМТВА 2520167.000 ПЗ	Арк.
						7
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перелік скорочень

ДВЗ – двигун внутрішнього згорання.

КПП – коробка перемикачів передач.

C – вуглець.

Si – кремній.

Mn – марганець.

Ni – нікель.

S – сірка.

P – фосфор.

Cr – хром.

Cu – мідь.

Fe – залізо.

O₂ – кисень.

N₂ – азот.

$\sigma_{0,2}$ – границя (межа) текучості, [МПа].

σ_B – межа короткочасної міцності, [МПа].

δ_5 – відносне подовження при розриві, [%].

ψ – відносне звуження, [%].

KCU – ударна в'язкість, [кДж/м²].

HB – твердість за Брінеллем, [МПа].

HRC_e – твердість за Роквеллом, шкала С, [МПа].

A_{c1} – критична точка перетворення перліту в аустеніт.

A_{c3} (A_{cm}) – критична точка кінця розчинення фериту в аустеніті.

A_{r3} (A_{rcm}) – критична точка початку виділення фериту з аустеніту.

A_{r1} – критична точка перетворення аустеніту в перліт.

ДРД – додаткова ремонтна деталь.

ТП – технологічний процес.

ТГВ – токарно-гвинторізний верстат.

ЩЦ – штангенциркуль.

ККД – коефіцієнт корисної дії.

					КРБМТВА 2520167.000 ПЗ	Арк.
						8
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вступ

Актуальність теми. Ведуча шестерня — відповідальний елемент редуктора заднього моста самоскида МАЗ-6516V8-521-000 (ЄВРО-5). У процесі експлуатації дана деталь постійно піддається інтенсивним механічним та динамічним навантаженням, які виникають внаслідок складних умов її роботи, таких як багаторазове знакозмінне навантаження, перегрів, тертя та вібрації. Під впливом цих факторів у структурі матеріалу деталі поступово розвиваються типові експлуатаційні дефекти: знос, мікротріщини, деформації, поверхневі пошкодження та інші порушення геометрії. Наявність таких дефектів може значно знизити працездатність та ресурс ведучої шестерні, а отже, і надійність всієї машини або агрегату, до складу якого вона входить. Тому надзвичайно важливим є своєчасне виявлення зазначених пошкоджень, їх точна діагностика та грамотний вибір раціональної методики відновлення, що дозволяє повернути ведучій шестерні первинні експлуатаційні властивості та забезпечити подальшу безпечну і ефективну роботу редуктора заднього моста в цілому.

Мета кваліфікаційної роботи:

– розробити технологічний процес відновлення ведучої шестерні редуктора заднього моста самоскида МАЗ-6516V8-521-000 (ЄВРО-5).

Завдання кваліфікаційної роботи:

– навести технічні характеристики самоскида МАЗ-6516V8-521-000 (ЄВРО-5), будову його заднього моста, догляд за ним, регулювання, ремонт, технічне обслуговування;

– описати конструктивні особливості редуктора заднього моста, розглянути характеристику його ведучої шестерні та її основні дефекти з призначенням матеріалу;

– спроектувати технологічний процес відновлення ведучої шестерні редуктора заднього моста самоскида МАЗ-6516V8-521-000 (ЄВРО-5) наплавленням під шаром флюсу.

					КРБМТВА 2520167.000 ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 Технічні характеристики самоскида MA3-6516V8-521-000 (ЄВРО-5)

MA3-6516V8-521-000 (ЄВРО-5) – автомобіль-самоскид 8х4. Вантажопідйомність 30300 кг. Об'єм кузова 21 м³. Призначений для перевезення різних сипких вантажів [1]. Його технічні характеристики наведені у табл. 1.1, а зовнішній вигляд – на рис. 1.1.

Таблиця 1.1 – Технічні характеристики самоскида MA3-6516V8-540-000 [1-3]

Параметри	Показник
Технічно допустима загальна маса автомобіля, кг	41800
Технічно допустима вантажність, кг	30300
Повна маса автомобіля в спорядженому стані, кг	11425
Максимальна швидкість, км/год.	85
Двигун	MAN D2066 LF41 з AdBlue
Потужність двигуна, кВт	294
Максимальний крутний момент, Нм	1900
Коробка передач	ZF 16S2525T0
Число передач	16
Передатне число ведучих мостів	4,59
Розмір шин	315/80R22.5
Паливний бак, л	300
Тип кабіни	коротка підресорна



Рисунок 1.1 – Самоскид МАЗ-6516V8-521-000 (ЄВРО-5)

					КРБМТВА 2520167.000 ПЗ	Арк.
						11
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 Будова заднього моста самоскида МАЗ-6516V8-521-000 (ЄВРО-5) і технологія ремонту його редуктора

2.1 Будова заднього моста самоскида МАЗ

Задній міст самоскида МАЗ виконує важливу функцію передачі крутного моменту від ДВЗ до ведучих коліс. Цей процес відбувається через послідовне проходження моменту від колінчастого валу ДВЗ через зчеплення, далі через КПП, потім карданний вал і, нарешті, безпосередньо до механізмів заднього моста. Основним елементом, який забезпечує можливість незалежного обертання коліс, є диференціал. Він дозволяє ведучим колесам обертатися з різною кутовою швидкістю, що особливо важливо під час поворотів або руху по нерівній поверхні [4–6].

Застосована конструктивна та кінематична схема передачі крутного моменту в задньому мосту має важливі переваги. По-перше, вона дає змогу розподілити крутний момент у центральному редукторі, скеровуючи його до колісних передач. По-друге, така побудова знижує навантаження на диференціал і півосі, оскільки усуває необхідність передавати весь момент через них. Це особливо актуально у випадку використання двоступінчастої схеми головної передачі, що характерна для заднього моста важких вантажних автомобілів. Такий підхід дозволяє ефективно розвантажити основні елементи приводу і водночас підвищити довговічність та надійність вузла в цілому [4–6].

Параметри заднього моста наведені у табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Параметри заднього моста [4-6]

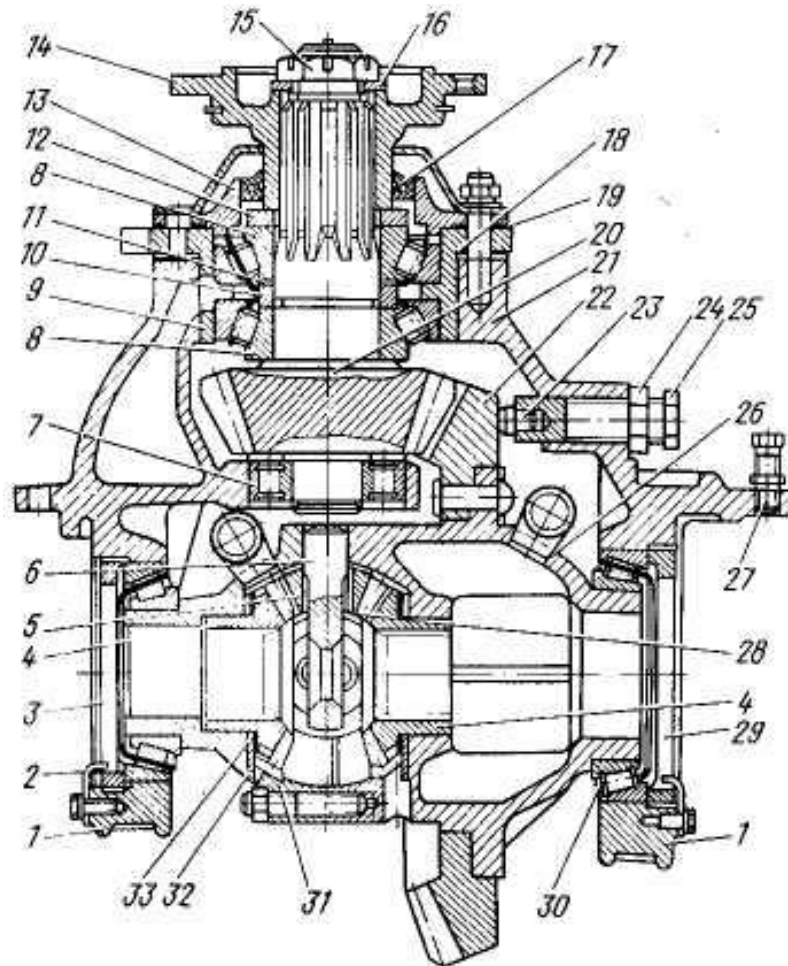
Загальне передавальне число	7,73
Передавальне число центрального конічного редуктора	2,667
Число зубів конічних шестерень:	
– ведучої	12,0

– веденої	32,0
Бічний зазор в зачепленні конічних шестерень центрального редуктора, мм	
– циліндричного	0,20-0,50
– ГПЗ 102308	90x40x23
Розміри конічних роликотідшипників диференціала, мм:	
– правого ГПЗ 2007120	150x100x32,4
– лівого ГПЗ 7515	130x75x33,5
Число зубів:	
– сателіта диференціала	11,0
– напівосьової шестерні диференціала	18,0
Бічний зазор в шестернях диференціала, мм	0,60-0,80
Зазор в з'єднанні втулки сателіта диференціала з цапфою і хрестовиною, мм	0,04-0,15
Товщина опорних шайб, мм:	
– сателіта	1,50
– напівосьової шестерні	1,50
Загальне передавальне число колісної передачі	2,90
Число зубів:	
– ведучої шестерні колісної передачі	20,0
– сателіта колісної передачі	19,0
– веденої шестерні колісної передачі	58,0
Розміри підшипника сателітів колісної передачі ГПЗ 64907, мм	32 x 52 x 49
Діаметр ролика, мм	10,0

					КРБМТВА 2520167.000 ПЗ	Арк.
						13
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2 Конструктивні особливості редуктора заднього моста самоскида МАЗ

Центральний редуктор заднього моста (рис. 2.1) є одноступінчастим передавальним механізмом, який складається з пари конічних шестерень зі спіральними зубами, а також міжколісного диференціала.



1 — кришка підшипника; 2 — стопор для гайки підшипника; 3 — підшипника ліва гайка ; 4 — шестірня півосі; 5 — сателіт диференціала; 6 — хрестовина диференціала; 7 — підшипник шестірні ведучої циліндричний; 8 — підшипник шестірні ведучої конічний; 9 — картер підшипника шестірні ведучої; 10 — кільце розпірне; 11 — шайба регулювальна; 12 — мастиловідбивач; 13 — кришка для сальника; 14 — фланець; 15 — гайка фланця; 16 — шайба; 17 — сальники; 18 — прокладки регулювальні; 19 — прокладка; 20 — шестерня ведуча; 21 — картер редуктора; 22 — шестерня ведена; 23 — сухар; 24 — контргайка; 25 — обмежник шестірні веденої; 26 — чашка диференціала права; 27 — болт

					КРБМТВА 2520167.000 ПЗ	Арк.
						14
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

картера редуктора демонтажний; 28 — кільце втулки упорне; 29 — гайка підшипника права; 30 — підшипник конічний; 31 — чашка диференціала ліва; 32 — шайба сталева; 33 — шайба бронзова

Рисунок 2.1 – Центральний редуктор заднього моста самоскида МАЗ

Усі основні елементи редуктора змонтовані в міцному корпусі — картері (21), який виготовляється з високоякісного ковкого чавуну. Використання цього матеріалу забезпечує достатню міцність і довговічність у складних умовах експлуатації, таких як високі навантаження, вібрації та перепади температур.

Редуктор встановлюється у спеціальному вікні балки заднього моста, де він жорстко закріплюється за допомогою шпильок. Щоб точно зафіксувати положення картера відносно балки моста, конструкцією передбачено наявність центрального буртика на привалковому фланці, а також додаткових установчих штифтів, які перешкоджають зсуву вузла під навантаженням.

Ведуча конічна шестерня (20), яка виготовляється як одне ціле з приводним валом, підтримується трьома опорами. Спереду вона спирається на два конічні роликopідшипники (8), а ззаду — на один циліндричний роликopідшипник (7). Це дозволяє забезпечити високу точність обертання і рівномірний розподіл навантаження на опори. Зовнішні кільця підшипників розміщені в картері (9), де вони запресовуються до упору в спеціально сформований буртик.

Фланець картера підшипників додатково закріплюється до картера редуктора за допомогою шпильок, що підвищує жорсткість і надійність усієї конструкції. Подібна конструктивна схема центрального редуктора забезпечує ефективну передачу крутного моменту, високу зносостійкість і стабільну роботу елементів трансмісії в умовах довготривалої експлуатації [4–6].

Внутрішній підшипник у конструкції встановлюється на вал з пресовою посадкою, що забезпечує жорстку фіксацію, тоді як зовнішній підшипник має ковзну посадку, яка дозволяє точно регулювати натяги в парі підшипників для досягнення необхідного технічного зазору. Між внутрішніми кільцями конічних роликopідшипників встановлені спеціальні елементи: розпірне кільце (10) та

					КРБМТВА 2520167.000 ПЗ	Арк.
						15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

регулювальна шайба (11), які забезпечують необхідне розташування підшипників і допомагають задати правильний попередній натяг.

Циліндричний роликпідшипник (7), який підтримує ведучу конічну шестірню, розміщується в обробленому розточенні виступу картера редуктора заднього моста. Він має ходову посадку і утримується в осьовому напрямку за допомогою стопорного кільця, який входить у кільцеву канавку на циліндричній частині хвостовика шестірні. Це виключає небажане переміщення підшипника під час роботи.

Передня частина валу ведучої конічної шестірні має різьбову ділянку та шліци, які призначені для встановлення мастиловідбивної шайби (12) і фланця (14) карданного валу. Усі компоненти, що монтуються на вал, надійно фіксуються корончатою гайкою (15), яка не допускає їх ослаблення під навантаженням.

Для полегшення демонтажу картера підшипників у його фланці передбачені два спеціальні різьбові отвори. У разі потреби в них вкручуються демонтажні болти, які, упираючись у корпус картера редуктора, забезпечують зняття вузла без пошкоджень і зайвих зусиль.

Ведена конічна шестірня (22) жорстко приклепується до правої чашки диференціала. Центрування шестерні здійснюється по зовнішньому діаметру фланця чашки, що забезпечує точне зачеплення з ведучою шестірнею. Щоб підтримувати оптимальний контакт між конічними шестернями, в картері редуктора встановлюється спеціальний упор — обмежник (25). Він являє собою гвинт, у торець якого вмонтований латунний сухар. Обмежник вкручують до торкання сухаря до торця веденої шестірні, після чого трохи відкручують для створення необхідного робочого зазору, який фіксується контргайкою [4–6].

Регулювання зачеплення конічних шестірень головної передачі заднього моста здійснюється шляхом зміни кількості або товщини спеціального набору регулювальних прокладок (18), які виготовляються з м'якої сталі. Ці прокладки встановлюються між корпусом підшипників і картером редуктора заднього моста. Така конструкція дозволяє точно виставляти необхідне положення веденої

					КРБМТВА 2520167.000 ПЗ	Арк.
						16
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

конічної шестірні для забезпечення оптимального зачеплення з ведучою шестірнею, що впливає на ефективність і довговічність вузла [4–6].

Конічний диференціал заднього моста складається з 4-х сателітів (5) і 2-х півосьових шестерень (4). Сателіти встановлюють на шипи хрестовини (6), яка виготовляється з високоміцної конструкційної сталі, що проходить термічну обробку для досягнення високої твердості поверхні. Геометрична точність хрестовини відіграє ключову роль, оскільки саме вона забезпечує правильне взаємне розташування сателітів і, як наслідок, точне зачеплення з півосьовими шестернями. Кожен сателіт має опору у вигляді сферичної бронзової штампованої шайби, яка встановлюється в посадкове місце чашки диференціала й компенсує осьові сили.

Сателіти виконані у вигляді конічних прямозубих шестерень, виготовлених із легованої сталі з підвищеною міцністю, що дозволяє витримувати великі навантаження при передаванні крутного моменту. Хрестовина має чотири шипи, які входять у циліндричні отвори, утворені в площині з'єднання двох чашок диференціала. Ці отвори створюються одночасно під час спільної обробки чашок, що забезпечує їх точну посадку й ідеальне розміщення хрестовини.

Для надійного центрування чашок диференціала передбачено спеціальне конструктивне рішення: одна чашка має буртик, а інша — відповідну йому проточку, що доповнюється штифтами, які забезпечують фіксацію й запобігають зміщенню. У разі виходу з ладу хоча б однієї чашки обидві чашки диференціала повинні замінюватися комплектно, щоб зберегти точність спільної обробки й надійність з'єднання [4–6].

Внутрішні поверхні маточин півосьових шестерень виконані у вигляді отворів з евольвентними шліцами, що забезпечують надійне та міцне з'єднання з півосями. Таке шліцьове з'єднання дозволяє ефективно передавати крутний момент без осьових зміщень. Між півосьовою шестірнею та чашкою диференціала передбачений зазор, що відповідає широкоходовій посадці. Такий конструктивний зазор є необхідним для утворення та збереження тонкої, але

					КРБМТВА 2520167.000 ПЗ	Арк.
						17
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

стійкої масляної плівки на контактних поверхнях, що значною мірою знижує тертя та запобігає задиркам.

Крім того, для зменшення зносу та забезпечення належного обертання між опорною торцевою поверхнею півосьової шестірні та чашкою диференціала встановлюються дві шайби. Перша — сталева, яка фіксується від провертання конструктивними елементами. Друга — бронзова, плаваючого типу, яка встановлюється між сталевією шайбою та півосьовою шестірнею, компенсуючи незначні перекося та зменшуючи навантаження.

Конічні роликотідшипники (30), встановлені на оброблених зовнішніх поверхнях маточин чашок диференціала, служать опорами для диференціала в корпусі редуктора. Підшипники розміщуються у спеціально виконаних отворах, що утворені припливами картера редуктора та двома різніми кришками (1), які щільно прилягають до корпусу. Для правильного розташування кришок відносно картера редуктора застосовуються центрувальні втулки, а фіксація здійснюється за допомогою шпильок. Важливо, що обробка отворів у картері та кришках під підшипники проводиться спільно. Це гарантує високу точність їх розташування.

Попередній натяг конічних роликотідшипників диференціала регулюється за допомогою спеціальних регулювальних гайок (3) і (29), що дозволяє досягати оптимального зусилля переднатягу без порушення геометрії посадки.

Змащення всіх деталей редуктора виконується методом розбризкування, який забезпечується зубчастим вінцем веденої конічної шестірні. У корпусі редуктора передбачено спеціальну масляну кишень, в яку потрапляє мастило після розбризкування або стікання зі стінок корпусу. Із цієї кишень мастило подається через канал до корпусу підшипників ведучої шестірні. У буртику корпусу, що розділяє два підшипники, є отвір, через який мастило надходить одночасно до обох конічних роликотідшипників.

Ці підшипники встановлені конусами один до одного. Така установка забезпечує насосну дію: передній підшипник направляє мастило до фланця карданного валу, тоді як задній — у бік повернення до основного корпусу

					КРБМТВА 2520167.000 ПЗ	Арк.
						18
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

редуктора. Така система змащення дозволяє ефективно циркулювати змащування системи, забезпечуючи надійність і довговічність усіх рухомих елементів [4–6].

Мастиловідбивна шайба розташована між фланцем і підшипником. Вона перешкоджає витіканню мастила з підшипника. Ущільнювальна прокладка розміщується між кришкою і картером підшипників. Регулювальні прокладки (19) встановлюються так, щоб їхні спеціальні вирізи збігалися з пазом у кришці та отвором у картері підшипників, що забезпечує правильне розташування і надійне ущільнення.

Армовані гумові сальники мають робочі країки, які притискаються до відполірованої, загартованої до високої твердості поверхні фланця (14), виготовленого з вуглецевої сталі. Це забезпечує надійне ущільнення і довговічність роботи сальників.

Хоча використання колісних передач знизило навантаження на деталі диференціала, це призвело до збільшення відносних швидкостей обертання шестірень під час поворотів або буксування.

Для поліпшення системи змащення передбачені черпаки, приварені до чашки диференціала. Вони захоплюють мастило з картера редуктора і направляють його безпосередньо до деталей у чашках диференціала, покращуючи змащення в найбільш навантажених зонах.

Повністю зібраний центральний редуктор вставляється у великий отвір картера заднього моста. Кріплення здійснюється за допомогою шпильок і гайок до вертикальної привалкової площини картера. Задня частина картера заднього моста закривається штампованою сталеву кришкою, привареною до картера. До кришки приварюється сталеву лита заливна горловина із чавунною пробкою для доступу до заливання мастила. Привалкові фланці центральної частини картера заднього моста та картера редуктора ущільнюються прокладкою, яка забезпечує герметичність і запобігає витіканню мастила.

					КРБМТВА 2520167.000 ПЗ	Арк.
						19
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.3 Догляд за заднім мостом самоскида МАЗ і його регулювання

Рівень мастила в центральному редукторі повинен бути трохи нижче заливної горловини на задній кришці. Об'єм мастила для центрального редуктора становить (8,0–10,0) л. Рівень масла у картері колісної передачі має бути трохи нижче отвору, який закривається малою кришкою. Мастило заливають через отвір після зняття малої кришки, яку під час монтажу потрібно герметично ущільнити гумовим кільцем. Злив мастила здійснюється через отвір внизу картера заднього моста або через отвір у великій кришці, які закриваються пробками.

Вимоги до мастила: не допускається використання густих мастил або сумішей з солідолом, оскільки вони можуть закупорювати мастильні канали малого перерізу; це може призвести до погіршення змащення підшипників і шестерень.

Перевірка ущільнень і сальників: при підтіканні мастила через сальники ведучої конічної шестерні або маточини колеса слід усунути причину і, за потреби, замінити сальник.

Обслуговування сапунів: повітряні отвори сапунів потрібно періодично очищати від бруду; несправні сапуни можуть призвести до підвищення тиску в картері, що порушить герметичність сальників і викличе підтікання мастила.

Перевірка болтових з'єднань: потрібно регулярно перевіряти і підтягувати всі болтові з'єднання заднього моста для забезпечення надійності його конструкції.

Перевірку осьового зазору підшипників ведучої конічної шестерні потрібно проводити при кожному технічному обслуговуванні ТО-2. Осьовий зазор підшипників не повинен перевищувати 0,05 мм. Перевірку здійснюють за допомогою індикаторного пристрою, переміщуючи ведучу шестерню з одного крайнього положення в інше при знятому карданному валу. Якщо індикатора немає, можна перевірити затягування шляхом похитування ведучої шестерні за фланець карданного валу. При відчутті вільного переміщення шестерні в підшипниках необхідно виконати регулювання.

					КРБМТВА 2520167.000 ПЗ	Арк.
						20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Послідовність регулювань: спочатку регулюють підшипники валу ведучої конічної шестерні, потім – підшипники диференціала; після цього регулюють зачеплення конічних шестерень по плямі контакту. Мета регулювання: компенсація зносу підшипників; врахування осідання гнізд підшипників; відновлення посадок через змінання регулювальних прокладок; виправлення наслідків зрізу різьби болтів і шпильок.

Особливості проведення: для регулювання необхідно зняти центральний редуктор із заднього моста і виконати часткове розбирання редуктора для доступу до регулювальних елементів.

Процедура зняття центрального редуктора для регулювання підшипників наступна:

- злити мастило з картера центрального редуктора і порожнин колісних передач;
- зняти малу кришку колісної передачі;
- у різьбове гніздо торця півосі вкрутити болт великої кришки; вкручуючи болт, вийняти піввісь разом із сонячною шестернею колісної передачі;
- від'єднати фланець ведучої конічної шестерні від фланця карданного валу;
- від'єднати привід управління стоянковим гальмом;
- відкрутити гайки шпильок, які кріплять центральний редуктор до картера заднього моста;
- за допомогою демонтажних болтів, підводячи під редуктор візок з підйомником, вийняти редуктор;

Виймання валу ведучої конічної шестерні з картером підшипників:

- за допомогою демонтажних болтів витягнути вал ведучої конічної шестерні разом із картером підшипників із картера редуктора.

Визначення осьового зазору підшипників:

- закріпити картер підшипників ведучої шестерні у лецатах;
- за допомогою індикатора виміряти осьовий зазор підшипників.

Часткове розбирання для регулювання:

- зняти фланець кріплення карданного валу;

					КРБМТВА 2520167.000 ПЗ	Арк.
						21
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- зняти кришку сальника ведучої шестерні разом із сальником;
- витягнути внутрішнє кільце зовнішнього підшипника;
- зняти регулювальну шайбу.

Для регулювання попереднього натягу конічних підшипників ведучої шестерні необхідний попередній натяг, який повинен бути у межах (0,03–0,05) мм.

Зміна товщини регулювальної шайби:

- виміряти осьовий проміжок індикатором;
- змінити товщину регулювальної шайби її шліфуванням.

Складання деталей:

– встановити деталі на місце у зворотній послідовності, окрім кришки з сальником (її ставити після перевірки правильності регулювання); це пов'язано з тим, що тертя сальника об шийку фланця може спотворити величину моменту опору валу при обертанні.

Закріплення шестерні при складанні наступна:

- закріпити шестерню в лещатах, наклавши на губки м'які прокладки для запобігання пошкодження;
- погойдуючи картер підшипників, постукувати по ньому дерев'яним молотком, щоб ролики підшипників правильно розташувалися під час затягування.

Контроль і регулювання моменту провертання підшипників:

– необхідний момент провертання валу ведучої шестерні в підшипниках складає (0,10–0,30) кГ, що відповідає правильному попередньому натягу підшипників.

– визначення моменту проводять за допомогою динамометричного ключа, який затягує гайку фланця ведучої шестерні, або виміром сили, прикладеної перпендикулярно до радіусу кола, на якому розташовані отвори фланця; Зусилля має бути (1,30–3,90) кГ; при надмірному натягу змінити положення гайки на валу;

- зняти фланець;
- встановити на місце кришку з сальником;

					КРБМТВА 2520167.000 ПЗ	Арк.
						22
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– надіти фланець на шліцьову частину ведучої шестерні і затягнути гайку.

Підшипники диференціала регулюють затягуванням гайок диференціала, для цього потрібно:

- затягувати гайки з обох боків рівномірно на однакову глибину;
- вимагати, щоб положення веденої конічної шестерні не зміщувалось;
- необхідний момент провертання диференціала (знята ведуча шестерня) складає (0,20–0,30) кГ·м; його визначають за допомогою динамометричного ключа або виміром зусилля на радіусі чашок диференціала, яке має дорівнювати (2,30–3,50) кГ.

Регулювання зачеплення конічних шестерень проводять у наступному порядку:

- відсунути ведучу шестерню від веденої, для чого підкласти додаткові регулювальні прокладки під фланець картера підшипників валу ведучої шестерні;
- зблизити шестерні (вийняти частину прокладок).

Переміщення веденої шестерні здійснюється гайками підшипників диференціала, які потрібно закручувати або відкручувати на однаковий кут для збереження правильного натягу підшипників.

Перевірка правильності зачеплення:

- на кілька зубів ведучої шестерні нанести тонкий шар фарби;
- встановити картер підшипників з ведучою шестернею в картер редуктора;
- за відбитками фарби (плямами контакту) на зубах веденої шестерні визначити характер зачеплення.

Контроль бічного зазору між зубами проводять у наступному порядку:

- виміряти зазор щупом або індикатором з боку більшого діаметру веденої шестерні (нормальний бічний зазор для нової пари складає 0,20–0,50 мм).

Важливі зауваження: зменшення бічного зазору внаслідок зміщення плями контакту від рекомендованого положення неприпустиме — це призводить до порушення правильності зачеплення та швидкого зносу шестерень.

					КРБМТВА 2520167.000 ПЗ	Арк.
						23
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.4 Ремонт заднього моста самоскида МАЗ

Заміну сальника ведучої шестірні редуктора заднього мосту МАЗ-6516V8-521-000 проводять у наступному порядку:

- відкрутити кріплення карданного валу і від'єднати його від фланця редуктора заднього мосту;
- розшпінтувати гайку фланця;
- відкрутити гайку;
- зняти фланець і шайбу;
- відкрутити гайки шпильок, що кріплять кришку сальника.
- за допомогою демонтажних болтів зняти кришку разом із сальником.
- витягти старий сальник;
- заповнити внутрішні порожнини нового сальника консистентним мастилом;
- запресувати сальник разом із зовнішнім торцем кришки.

Складання сальника ведучої шестірні редуктора заднього мосту:

- встановити кришку сальника з новим сальником на місце;
- закріпити гайки шпильок;
- встановити шайбу і фланець;
- закрутити і зашпінтувати гайку фланця;
- під'єднати карданний вал до фланця редуктора [4-6, 13].

2.5 Технічне обслуговування заднього моста самоскида МАЗ

Центральний редуктор і колісні передачі мають бути заповнені мастилом до рекомендованих рівнів: потрібно своєчасно змінювати мастило та очищати сапуни від забруднень, щоб запобігти підвищенню тиску в картері та протіканню сальників.

Перевірка кріплень:

- регулярно контролювати стан і затягування болтів і шпильок;

					КРБМТВА 2520167.000 ПЗ	Арк.
						24
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- слухати наявність сторонніх шумів під час роботи;
- контролювати температуру нагріву заднього моста.

Регулювання центрального редуктора проводиться при знятому редукторі.

Послідовність регулювання:

- підшипники ведучої конічної шестірні;
- підшипники диференціала;
- зачеплення конічних шестірень по плямі контакту.

Перевірка зазору між півосьовою шестірнею і опорною шайбою:

- зазор має становити (0,50–1,30) мм;
- перевірка здійснюється щупом через вікна в чашках диференціала;
- для перевірки сателіти треба зсунути до опорних шайб до упору, а півосьова шестірня має бути притиснута до сателітів (в беззазорному зачепленні).

					КРБМТВА 2520167.000 ПЗ	Арк.
						25
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 Характеристика ведучої шестерні редуктора заднього моста самоскида МАЗ-6516V8-521-000 (ЄВРО-5) та вибір її матеріалу

3.1 Основні дефекти ведучої шестерні редуктора заднього моста

Основні дефекти ведучої шестерні редуктора заднього моста самоскида МАЗ-6516V8-521-000 (ЄВРО-5) наступні:

1. Знос шліців за шириною $S_t = 8,2$ мм.
2. Знос шийок підшипників до діаметрів $\varnothing 39,580$ і $\varnothing 59,710$ мм.

Ескіз ведучої шестерні редуктора заднього моста наведений на рис. 1.1.

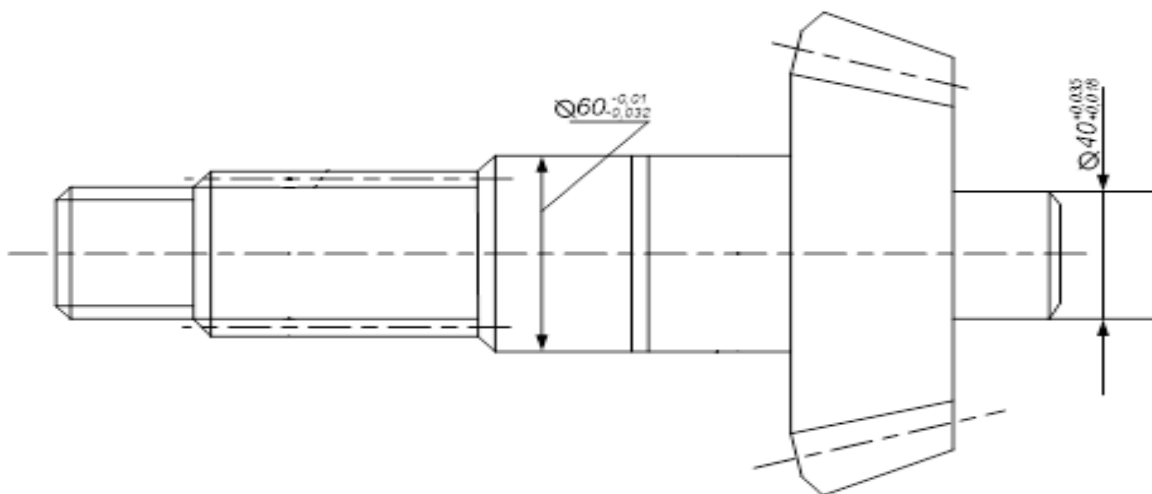


Рисунок 3.1 – Ескіз ведучої шестерні редуктора заднього моста

Твердість ведучої шестерні:

- на поверхні шліців – не < HRC 56,0;
- під підшипники – не < HRC 30,0.

					КРБМТВА 2520167.000 ПЗ	Арк.
						26
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2 Вибір матеріалу ведучої шестерні редуктора заднього моста

Для виготовлення ведучої шестерні редуктора заднього моста застосовують конструкційну леговану хромонікелеву сталь марки 20ХН3А ДСТУ 7806:2015. Цей матеріал широко застосовують для деталей, працюючих під дією ударних навантажень і при негативних температурах: вали, втулки, шестерні, силові шпильки, болти, муфти, черв'яки та інші цементовані деталі, до яких пред'являються наступні вимоги – висока:

- міцність;
- пластичність;
- в'язкість серцевини;
- поверхнева твердість. [8].

Марка сталі 20ХН3А має наступну розшифровку букв:

- 20: вказує на вміст вуглецю – близько 0,20%;
- Х: вказує на наявність хрому – близько 1,0%;
- Н3: вказує на наявність нікелю – близько 3,0%;

Буква "А" у маркуванні сталі 20ХН3А означає, що це сталь підвищеної якості, тобто що вміст сірки (S) і фосфору (P) в сталі мінімальний (< 0,03%) – див рис. 3.2.

Замінники сталі 20ХН3А: 20ХГНР, 20ХНГ, 38ХА, 15Х2ГН2ТА, 20ХГР [12].

Зарубіжні аналоги сталі 25ХГТ наведені у табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Зарубіжні аналоги сталі 20ХН3А [8]

Франція	20NC11
Швеція	2515
Болгарія	20ChN3A
Польща	20HN3A

Хімічний склад сталі 20ХН3А наведений на рис. 3.2 [7-12].

C	0,17 - 0,24
Si	0,17 - 0,37
Mn	0,3 - 0,6
Ni	2,75 - 3,15
S	до 0,025
P	до 0,025
Cr	0,6 - 0,9
Cu	до 0,3
Fe	~95

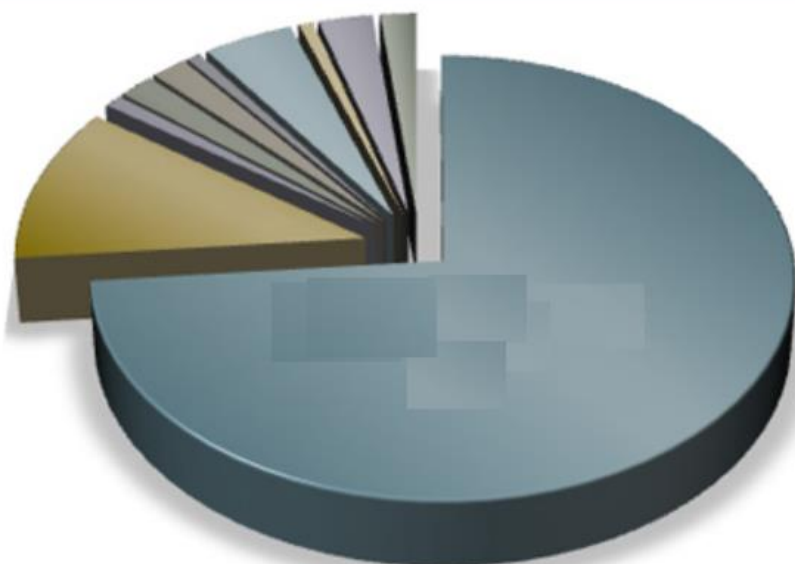


Рисунок 3.2 – Хімічний склад сталі 20ХН3А [8]

Механічні властивості сталі 20ХН3А після термообробки:

- цементація при $t = (920-950) \text{ } ^\circ\text{C}$;
- нормалізація при $t = (870-890) \text{ } ^\circ\text{C}$, повітря;
- відпуск при $t = (630-660) \text{ } ^\circ\text{C}$, повітря;
- гартування при $t = (790-810) \text{ } ^\circ\text{C}$, масло;
- відпуск при $t = (180-200) \text{ } ^\circ\text{C}$, повітря)

наведені у табл. 3.2 [8]

Таблиця 3.2 – Механічні властивості сталі 20ХН3А

$\sigma_{0,2}$, (МПа)	σ_B , (МПа)	δ_5 , (%)	Ψ , %	КСУ, (Дж/см ²)	НВ (НРС _e), не >
690	830	11	50	69	Серцевини 240 Поверхні (59-63)

Загальні властивості сталі 20ХН3А наведені у табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Загальні властивості сталі 20ХН3А [8]

Питома вага, кг/м ³	7850
Термообробка	Гартування і відпуск
Температура кування, °С	початку 1220, кінця 800
Твердість матеріалу, НВ 10 ⁻¹ , МПа	255
Оброблюваність різанням у гарячекатаному стані при НВ 177	$K_{об.ст}=0,95$
Зварюваність матеріалу	обмежено зварювана
Способи зварювання	РДС, АДС під флюсом
Флокеночутливість	чутлива
Схильність до відпускнуї крижкості	схильна

Температура критичних точок наведена у табл. 3.4

Таблиця 3.4 – Температура критичних точок [12]

Критична точка	°С
A_{c1}	730
$A_{c3} (A_{cm})$	810
$A_{r3} (A_{rcm})$	700
A_{r1}	615

4 Розробка технологічного процесу відновлення ведучої шестерні редуктора заднього моста самоскида МАЗ-6516V8-521-000 (ЄВРО-5)

4.1 Дефектація ведучої шестерні редуктора заднього моста

Розмір виробничої партії для відновлення ведучої шестерні, дет./ден. [14-16]:

$$X = \frac{N \times n \times t}{\Phi_{д.н}} \times K_m, \quad (4.1)$$

де $N = 7500,0$ шт. – прийнята річна виробнича програма;

$n = 1,0$ – число ведучих шестерень у редукторі;

$\Phi_{д.н} = 253,0$ шт. – число робочих днів у році;

$K_m = 0,39$ – маршрутний коефіцієнт відновлення ведучих шестерень [14];

$t = 2,0$ шт. – необхідний запас ведучих шестерень для забезпечення безперервності складання редуктора.

Тоді:

$$X = \frac{7500 \times 1 \times 2}{253} \times 0,39 = 23 \text{ дет./ден.}$$

Приймаємо $X = 23$ дет./ден.

Карта технічних вимог на дефектацію ведучої шестерні наведена у табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Карта технічних вимог на дефектацію ведучої шестерні

Найменування дефекту	Спосіб встановлення дефекту і вимірювальні інструменти	Розміри, мм			Висновок
		Ном.	Доп. без рем.	Доп. для рем.	
Облом і тріщини на шестерні	Огляд	-	-	-	Бракувати
Викришування	Огляд	-	-	-	Бракувати

					КРБМТВА 2520167.000 ПЗ	Арк.
						30
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

робочої поверхні зубів					
Зношення шліців за шириною	Калібр 8,860 мм	$\frac{8,91}{8,97}$	8,860	< 8,860	Ремонтувати. Наплавлення під шаром флюсу або у вуглекислому газі
Зношення шийки під задній підшипник	Скоба 40,00 мм або мікрометр 25-50 мм	$\frac{40,18}{40,35}$	40,00	< 40,00	Ремонтувати. Наплавлення під шаром флюсу
Зношення шийки під передній конічний підшипник	Скоба 40,00 мм або мікрометр 25-50 мм	$\frac{59,968}{59,988}$	59,950	<59,950	Ремонтувати. Вібродугове наплавлення. Наплавлення під шаром флюсу
Зношення шийки під задній конічний підшипник	Скоба 60,010 мм або мікрометр 50-75 мм	$\frac{60,020}{60,040}$	60,010	<60,010	Ремонтувати. Вібродугове наплавлення. Наплавлення під шаром флюсу

4.2 Вибір способу відновлення ведучої шестерні редуктора заднього моста

Способи відновлення ведучої шестерні наведені у табл. 4.2.

Таблиця 4.2 – Способи відновлення ведучої шестерні

Дефекти	Способи ремонту
Знос шліців за шириною $S_t = 8,2$ мм	1). Наплавлення: – вібродугове; – під шаром флюсу; – у середовищі CO ₂ 2). Електролітичне нарощування: – хромування; – залізнення. 3). Постановка ДРД
Знос шийок підшипників до діаметрів Ø 39,580 мм і Ø59,710 мм	

Вибираємо спосіб для відновлення дефектів – наплавлення під шаром флюсу, який забезпечує високі [14-18]:

– продуктивність процесу;

					КРБМТВА 2520167.000 ПЗ	Арк.
						31
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- механічну міцність;
- якість зварних з'єднань.

4.3 Назва, зміст і план технологічних операцій наплавлення ведучої шестерні під шаром флюсу

Назва і зміст технологічних операцій наплавлення ведучої шестерні під шаром флюсу наведена в табл. 4.3.

Таблиця 4.3 – Назва і зміст технологічних операцій наплавлення ведучої шестерні під шаром флюсу (настановні бази – центрові отвори)

Дефект	Назва і зміст операції
Знос шліців за шириною $S_t = 8,2$ мм	<p>1. Зварювальна Заплавити канавки з перекриттям зовнішнього діаметру шліців.</p> <p>2. Токарна а) Обточити до діаметру $\varnothing 55,20^{+0,10}$ мм. б) Зняти фаску $3 \times 45^\circ$.</p> <p>3. Слюсарна Фрезерувати десять шліців.</p> <p>4. Шліфувальна Шліфувати шліци до номінального діаметру.</p>
Знос шийок підшипників до діаметру $\varnothing 39,580$ мм і $\varnothing 59,710$ мм	<p>1. Токарна Проточити шийки до правильної геометричної форми.</p> <p>2. Зварювальна Наплавити шийки підшипників.</p> <p>3. Токарна а) Проточити шийки до діаметрів $\varnothing 40,2^{+0,1}$ і $\varnothing 60,2^{+0,1}$ мм. б) На шийці під задній підшипник зняти фаску $1 \times 30^\circ$ на торці. в) На шийці під задній підшипник проточити канавку під стопорне кільце.</p> <p>4. Шліфувальна Шліфувати шийки до номінальних діаметрів.</p>

План технологічних операцій наплавлення ведучої шестерні під шаром флюсу наведений у табл. 4.4.

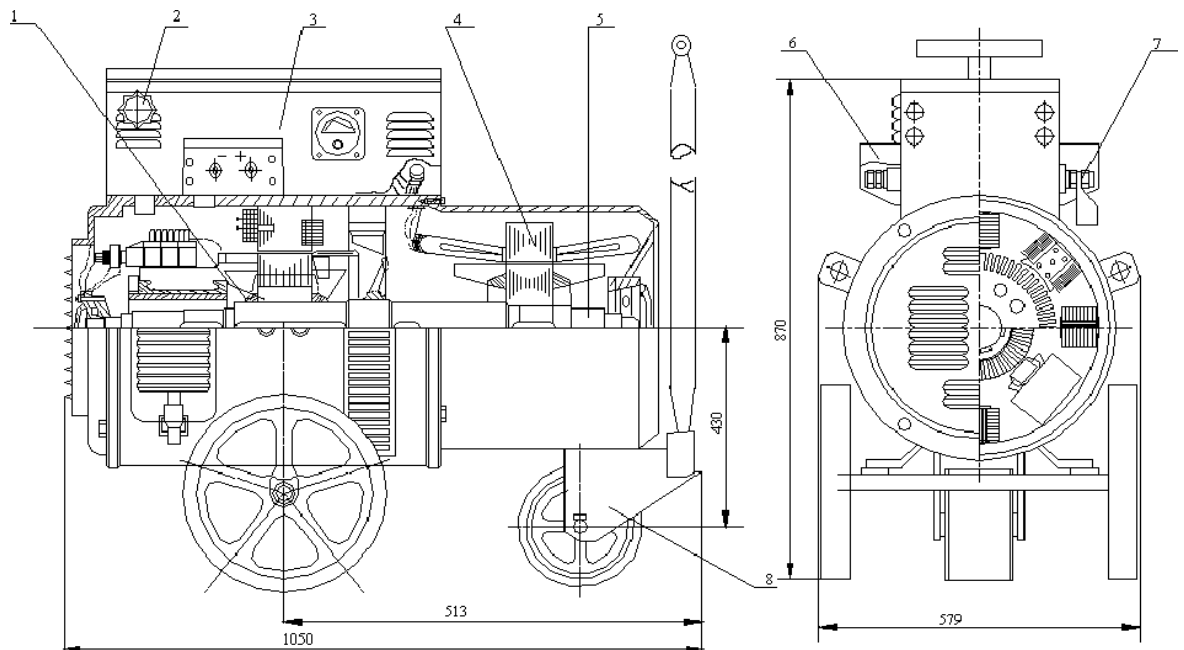
					КРБМТВА 2520167.000 ПЗ	Арк.
						32
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.4 – План технологічних операцій наплавлення ведучої шестерні під шаром флюсу

№ Поз.	Найменування і зміст операції	Устаткування	Пристосування	Інструмент	
				Робочий	Вимірювальний
005	Токарна: Проточити шийки підшипників до правильної геометричної форми: 1) до діаметру $\varnothing 39,00$ мм; 2) до діаметру $\varnothing 59,10$ мм.	ТГВ 1М63	Центри упорні	Різець прохідний Т5К10	ЩЦ-2 ДСТУ 166:209
010	Наплавлення: а) Заплавити канавки з перекриттям зовнішнього діаметру шліців до діаметру $\varnothing 59^{+0,50}$ мм; б) Наплавити шийки підшипників до: 1) діаметру $\varnothing 42,0$ мм; 2) діаметру $\varnothing 62,0$ мм.	Зварювальний перетворювач ПСГ-500- 1У3 [19]	Центри упорні. Наплавлювальна головка ОКС– 1252А [20]	Зварювальний дріт НП- 30ХГСА [21] діаметром 1,60 мм флюс АН- 348АМ [22]	ЩЦ-2 ДСТУ 166:209
015	Токарна: а) Обточити шліци до діаметру $\varnothing 55,20^{+0,10}$ мм; б) Проточити шийки підшипників до діаметрів $\varnothing 40,10^{+0,10}$ і $\varnothing 60,10^{+0,10}$ мм; в) Зняти фаску шліцьової шестерні $3 \times 45^{\circ}$; г) На шийці під задній підшипник зняти фаску $1 \times 30^{\circ}$ на торці.	ТГВ 1М63	Центри упорні	Різець прохідний Т5К10	ЩЦ-2 ДСТУ 166:209
	На шийці під задній підшипник проточити канавку під стопорне кільце шириною $h = 1,90^{+0,30}$ мм до діаметру $\varnothing 37,50^{-0,340}$ мм на відстані $h = 2,30^{+0,140}$ мм від торця зубчастого вінця.	ТГВ 1М63	Центри упорні	Різець прорізний Т5К10	ЩЦ-2 ДСТУ 166:209
020	Фрезерна: Фрезерувати десять шліців на довжині $l = 75,0^{+2,0}$ мм до внутрішнього діаметру $\varnothing 44,30^{-0,340}$ мм.	Зубофрез. верстат для шліць. валів 53А80К [23]		Шліцьова черв'ячна фреза ДСТУ 9324-2009	ЩЦ-2 ДСТУ 166:209

025	<p>Шліфувальна:</p> <p>а) Шліфувати шийку шліців до номінального діаметру $\varnothing 55_{-0,06}^{-0,03}$ мм;</p> <p>б) Шліфувати шийки підшипників до номінальних діаметрів:</p> <p>- під задній підшипник $\varnothing 40_{+0,018}^{+0,035}$ мм;</p> <p>- під задній конічний підшипник $\varnothing 60_{+0,020}^{+0,040}$ мм;</p> <p>- під передній конічний підшипник $\varnothing 60_{-0,032}^{-0,012}$ мм.</p>	Круглошліфувальний верстат 3М151В [24]		Шліфувальний круг 25А ПП ДСТУ 2442-2003 [25]	Мікрометр 50-75 мм
-----	---	--	--	--	--------------------

Загальний вигляд перетворювача наведено на рис. 4.1.



1 – генератор ПГС–500–І; 2 – регулятор напруги; 3 – шафа з пускорегулюючою апаратурою; 4 – електродвигун; 5 – вал перетворювача; 6 – клемна панель зварювального кола

Рисунок 4.1 – Загальний вигляд перетворювача ПСГ-500-1У3 [19]

Опис зварювального перетворювача ПСГ-500-1У3 демонструє особливості його конструкції та принципу роботи:

1. Конструкція: однокорпусне виконання захисного типу з самовентиляцією.

					КРБМТВА 2520167.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

2. Основні компоненти:

- генератор типу ПСГ-500-1;
- привідний трифазний асинхронний двигун;
- пускорегулювальна і контрольна апаратура;
- ходова частина (для переміщення агрегату).

Якір генератора і ротор двигуна знаходяться на спільному валу, що забезпечує компактність і надійність передачі крутного моменту.

Статор генератора має чотири головних полюси і чотири додаткових. Одна пара головних полюсів – з розвиненим перерізом (створює ненасичену магнітну систему (більш стабільне магнітне поле). Інша пара головних полюсів – з вирізами: формує сильнонасичену магнітну систему (вища щільність потоку, краща динаміка вихідного струму).

Це конструктивне поєднання насичених і ненасичених магнітних систем дає змогу генератору отримувати оптимальні характеристики зварювального струму – стабільність дуги, гарні динамічні якості та надійність роботи при змінних навантаженнях.

4.4 Проектування операцій з відновлення ведучої шестерні

4.4.1 Початкові дані

Для токарної операції:

- 1) Матеріал ведучої шестерні – сталь 20ХН3А ДСТУ 7806:2015.
- 2) Твердість ведучої шестерні:
 - на поверхні шліців не < HRC_e 56,0;
 - під підшипники не < HRC_e 30,0.
- 3) Устаткування - ТГВ 1М63.
- 4) Інструмент – різець прорізний Т5К10.

Для шліфувальної операції:

- 1) Матеріал ведучої шестерні - Сталь 20ХН3А ДСТУ 7806:2015.

					КРБМТВА 2520167.000 ПЗ	Арк.
						35
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2) Твердість ведучої шестерні:

– на поверхні шліців не $< HRC_e 56,0$;

– під підшипники не $< HRC_e 30,0$.

3) Устаткування – круглошліфувальний верстат 3М151В.

4) Інструмент – шліфувальний круг 25А ПП ДСТУ 2442-2003.

4.4.2 Зміст операцій

Для токарної операції:

Встановити ведучу шестерню у центри.

Проточити шийки ведучої шестерні.

Виміряти шийки ведучої шестерні.

Зняти ведучу шестерню.

Для шліфувальної операції:

Встановити ведучу шестерню у центри.

Відшліфувати шийку ведучої шестерні.

Виміряти шийку ведучої шестерні.

Зняти ведучу шестерню.

4.4.3 Визначення припуску на обробку ведучої шестерні

Глибина різання t , мм [26-28]:

$$t = \frac{D - d}{2}, \quad (4.1)$$

де $d = 39,0$ мм - необхідний діаметр;

$D = 39,58$ мм – діаметр.

Тоді:

					КРБМТВА 2520167.000 ПЗ	Арк.
						36
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$t = \frac{39,58 - 39,0}{2} = 0,29 \text{ мм.}$$

Довжина оброблюваної поверхні L , мм:

$$L = l + l_1 + l_2, \quad (4.2)$$

де $l = 30,0$ мм - довжина обробки;

l_1 - довжина урізування і перебігання інструменту;

$$l_2 = (1 \div 4) \text{ мм.}$$

Довжина оброблюваної поверхні l_1 , мм [26-28]:

$$l_1 = \frac{t}{\text{tg}\varphi} + (0,5 \div 2), \quad (4.3)$$

де $t = 0,290$ мм - глибина різання;

$\varphi = 45,0^\circ$ - головний кут в плані.

$$l_1 = \frac{0,29}{\text{tg}45^\circ} + (0,5 \div 2) = 2 \text{ мм,}$$

$$L = 30,0 + 2,0 + 1,0 = 33,0 \text{ мм.}$$

4.4.4 Розрахунок режиму обробки ведучої шестерні

Таблична подача $S_T = 0,40$ мм [26-28].

Фактична подача з урахуванням поправочного коефіцієнту S_p , мм/об. [26-28]:

$$S_p = S_T \times K_{заг}, \quad (4.4)$$

$$K_{заг} = K_1 \times K_2, \quad (4.5)$$

					КРБМТВА 2520167.000 ПЗ	Арк.
						37
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $K_1 = 0,750$ – коефіцієнт (залежний від твердості оброблюваної поверхні [26]);

$K_2 = 0,80$ - коефіцієнт (залежний від застосування охолодження [26]).

$$K_{заг} = 0,75 \times 0,8 = 0,6,$$

$$S_p = 0,4 \times 0,6 = 0,24 \text{ мм/об.}$$

Приймається $S_\phi = 0,230$ мм/об. [26-28].

Швидкість різання V_p , м/хв. [26-28]:

$$V_p = V_T \times K_{заг}, \quad (4.6)$$

$$K_{заг} = K_1 \times K_2 \times K_3, \quad (4.7)$$

де $K_1 = 0,750$ -коефіцієнт, залежний від матеріалу [27];

$K_2 = 1,0$ – коефіцієнт, залежний від періоду стійкості різця;

$K_3 = 1,0$ – коефіцієнт, залежний від охолодження (з охолодженням).

$$K_{заг} = 0,75 \times 1 \times 1 = 0,75,$$

$$V_p = 198 \times 0,75 = 148,5 \text{ м/хв.}$$

Частота обертання ведучої шестерні n , об./хв. [26-28]:

$$n = \frac{V_p \times 1000}{\Pi \times D}, \quad (4.8)$$

$$n = \frac{148,5 \times 1000}{3,14 \times 39,0} = 1213 \text{ об / хв.}$$

Приймаємо $n_\phi = 1000$ об./хв.

					КРБМТВА 2520167.000 ПЗ	Арк.
						38
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Фактична швидкість різання, V_ϕ , м/хв. [26-28]

$$V_\phi = \frac{n_\phi \times \Pi \times D}{1000}, \quad (4.9)$$

$$V_\phi = \frac{1000 \times 3,14 \times 39,0}{1000} = 122 \text{ м/хв.}$$

4.4.5 Розрахунок норм часу на обробку ведучої шестерні

Для токарної операції.

Основний час на перехід T_o , хв. [27]:

$$T_o = \frac{L}{n_\phi \times S_\phi} \times i, \quad (4.10)$$

$$T_o = \frac{33}{1000 \times 0,23} \times 1 = 0,14 \text{ хв.}$$

Допоміжний час T_d , хв., [27]:

$$T_d = t_{уст} + t_{пер} + t_{вим}, \quad (4.11)$$

де $t_{уст} = 0,240$ - допоміжний час на установку або зняття ведучої шестерні;

$t_{пер} = 0,120$ - допоміжний час, пов'язаний з переходом;

$t_{вим} = 0,10$ - допоміжний час на контрольні виміри.

Тоді:

$$T_d = 0,24 + 0,12 + 0,1 = 0,46 \text{ хв.}$$

					КРБМТВА 2520167.000 ПЗ	Арк.
						39
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Оперативний час $T_{оп}$, хв. [28]:

$$T_{оп} = T_o + T_d, \quad (4.12)$$

$$T_{оп} = 0,14 + 0,46 = 0,6 \text{ хв.}$$

Додатковий час T_d , хв. [28]:

$$T_d = t_{обс} + t_{відп}, \quad (4.13)$$

де $t_{обс}$ - допоміжний час на обслуговування робочого місця;

$t_{відп}$ - допоміжний час на відпочинок;

Час на обслуговування робочого місця $t_{обс}$, хв. [26-28]:

$$t_{обс} = 4\% \times T_{оп}, \quad (4.14)$$

$$t_{обс} = 0,04 \times 0,6 = 0,024 \text{ хв.}$$

Час на відпочинок $t_{відп}$, хв. [26-28]:

$$t_{відп} = T_{оп} \times \frac{\alpha_{ом.л}}{100}, \quad (4.15)$$

$$t_{відп} = 0,6 \times \frac{7}{100} = 0,042 \text{ хв.},$$

$$T_d = 0,024 + 0,042 = 0,066 \text{ хв.}$$

Штучний час $T_{ш}$, хв. [26-28]:

$$T_{ш} = T_o + T_b + T_d, \quad (4.16)$$

$$T_{ш} = 0,14 + 0,46 + 0,066 = 0,666 \text{ хв.}$$

					КРБМТВА 2520167.000 ПЗ	Арк.
						40
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Штучно-калькуляційний час $T_{шк}$, хв. [27]:

$$T_{шк} = T_{ш} + \frac{T_{п.з.}}{X}, \quad (4.17)$$

де $T_{п.з.}$ - підготовчо-завершальний час (23,0 хв. [27]):

Тоді:

$$T_{шк} = 0,666 + \frac{23}{23} = 0,666 \text{ хв.}$$

Річна програма на відновлення деталей N_P , шт. [26-28]

$$N_P = N \times n \times K_M, \quad (4.18)$$

де $n = 1$ - число ведучих шестерень у редукторі;

$K_M = 0,39$ - маршрутний коефіцієнт [28].

Тоді:

$$N_P = 7500 \times 1 \times 0,39 = 2925 \text{ шт.}$$

Річний час, необхідний для обробки деталей T_P , год. [26]:

$$T_P = \frac{T_{шк} \times N_P}{60}, \quad (4.19)$$

$$T_P = \frac{0,666 \times 2925}{60} = 32,5 \text{ год.}$$

Явочна кількість робітників $R_{я}$, чол. [26]:

					КРБМТВА 2520167.000 ПЗ	Арк.
						41
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$R_{я} = \frac{T_{Г}}{\Phi_{НВ}}, \quad (4.20)$$

де $\Phi_{НВ}$ - номінальний річний фонд робочого часу.

Тоді:

$$R_{я} = \frac{32,93}{2024} = 0,016 \text{ чол.}$$

Приймаємо $R_{я} = 1,0$ чол.

Для шліфувальної операції.

Основний час T_0 , хв. [26-28]:

$$T_0 = \frac{L \times h(t) \times 2}{n_{\phi} \times S_{пр} \times S_{тх} \times B} \times k, \quad (4.21)$$

де L - довжина шліфування, м;

$h(t)$ - швидкість шліфування, м/хв.;

n_{ϕ} - обороти фактичні, об./хв.;

$S_{пр}$ - подача подовжня, мм/об.;

$S_{тх}$ - подача поперечна, мм/об.;

B - ширина круга, мм.

$$L = 1 + 0,5B, \quad (4.22)$$

де l - довжина шийки, м.

Тоді:

$$L = 30 + 0,5 \times 63 = 61,5 \text{ м,}$$

					КРБМТВА 2520167.000 ПЗ	Арк.
						42
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Подача подовжня $S_{пн}$, мм/об. [26-28]:

$$S_{пн} = (0,4 \div 0,6) \times B, \quad (4.23)$$

$$S_{пн} = (0,4 \div 0,6) \times 63 = 25,2 \text{ мм.}$$

$S_{тх} = 0,005$ мм - подача поперечна, мм/об.;

$K = 1,50$.

Швидкість обертання ведучої шестерні n_d , об./хв. [26-28]:

$$n_d = \frac{V_d}{\Pi \times D} \times 1000, \quad (4.24)$$

$$n_d = \frac{30}{3,14 \times 60,1} \times 1000 = 159 \text{ об./хв.}$$

Приймаємо $n_{\phi} = 160,0$ об./хв.

Тоді:

$$T_o = \frac{61,5 \times 0,05 \times 2}{160 \times 25,2 \times 0,005 \times 63} \times 1,5 = 0,007 \text{ год. (0,42 хв.).}$$

Штучний час $T_{ш}$, хв. [28]:

$$T_{ш} = T_{оп} + T_{доп} + T_d, \quad (4.25)$$

де $T_{доп}$ - допоміжний час, хв.;

T_d - додатковий час, хв.;

$T_{оп}$ - оперативний час, хв.

Допоміжний час $T_{доп}$, хв. [28]:

$$T_{доп} = t_{уст} + t_{пер} + t_{вим}, \quad (4.26)$$

					КРБМТВА 2520167.000 ПЗ	Арк.
						43
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $t_{уст} = 0,240$ - допоміжний час на установку або зняття ведучої шестерні;

$t_{пер} = 0$ - допоміжний час, пов'язаний з переходом;

$t_{вим} = 0,220$ - допоміжний час на контрольні виміри.

Тоді:

$$T_{доп} = 0,24 + 0 + 0,22 = 0,46 \text{ хв.}$$

Оперативний час $T_{оп}$, хв. [26-28]:

$$T_{оп} = T_o + T_d, \quad (4.27)$$

$$T_{оп} = 0,42 + 0,46 = 0,88.$$

Додатковий час T_d , хв. [26-28]:

$$T_d = \frac{T_{оп}}{100} \times k, \quad (4.28)$$

де $k = 3,0 \%$ - відсоток додаткового часу.

Тоді:

$$T_d = \frac{0,88}{100} \times 3 = 0,026 \text{ хв,}$$

$$T_{ш} = 0,88 + 0,026 + 0,46 = 1,366 \text{ хв.}$$

Штучно- калькуляційний час $T_{шк}$, хв. [26-28]:

$$T_{шк} = T_{ш} + \frac{T_{п.з.}}{X}, \quad (4.29)$$

$T_{п.з} = 17,0$ хв. - підготовчо-завершальний час.

					КРБМТВА 2520167.000 ПЗ	Арк.
						44
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_{ШК} = 1,366 + \frac{17}{23} = 2,105 \text{ хв.}$$

Річний час, необхідний для обробки деталей T_p , год. [26-28]:

$$T_p = \frac{T_{ШК} \times N_{\Gamma}}{60}, \quad (4.30)$$

Річна програма на відновлення деталей N_p , шт. [26-28]:

$$N_p = N \times n \times K_M, \quad (4.31)$$

де $n = 1$ - число ведучих шестерень у редукторі;

$K_M = 0,390$ - маршрутний коефіцієнт.

$$N_p = 7500 \times 1 \times 0,39 = 2925 \text{ шт.}$$

$$T_p = \frac{2,105 \times 2925}{60} = 102,62 \text{ год.}$$

Явочна кількість робітників $R_{я}$, чол. [26-28]:

$$R_{я} = \frac{T_p}{\Phi_{нр}}, \quad (4.32)$$

де $\Phi_{нр}$ - номінальний річний фонд робочого часу.

Тоді:

$$R_{я} = \frac{102,62}{2024} = 0,05 \text{ чол.}$$

Приймаємо $R_{я} = 1$ чол.

					КРБМТВА 2520167.000 ПЗ	Арк.
						45
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.5 Відновлення ведучої шестерні наплавленням під шаром флюсу

Джерелом тепла слугує електрична дуга між електродом і поверхнею металу, яку наплавляють. Електрична дуга одночасно плавить [29-32]:

- основний метал;
- електрод;
- флюс (захисний шар).

Плавлення флюсу утворює рідкий шлак, що:

- ізолює дугу і зону зварювання від повітря;
- захищає ванну рідкого металу від O_2 й N_2 ;
- уповільнює охолодження, забезпечуючи краще очищення ванни від газів та неметалевих включень.

Під дугою формується заглиблення (канавка) з невеликою кількістю розплаву. Краплі розплавленого електроду переносяться в канавку, де змішуються з основним металом. Потік газів від дуги переміщує рідкий метал назад, де він застигає, утворюючи наплавлений валик.

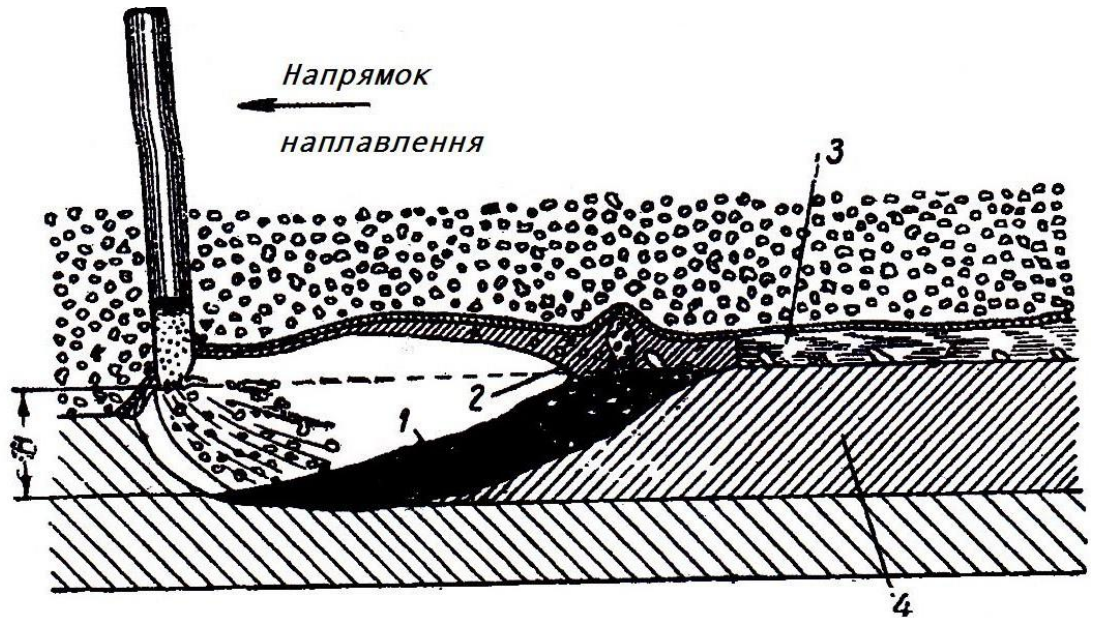
Переваги методу [29-32]:

1. Надійний захист від атмосферних впливів (N_2 , O_2) – висока пластичність наплавленого металу.
2. Висока якість формування валика навіть при великих струмах.
3. Мінімізація шлакових включень і мікропор – чистота наплавленого металу.
4. Підвищена продуктивність у порівнянні з ручним дуговим наплавленням.
5. Стабільність процесу, зручність механізації та автоматизації.

Схема наплавлення під шаром флюсу наведена на рис. 4.2,

- ступені механізації наплавлення під шаром флюсу – у табл. 4.5,
- шлангова апаратура: різновиди процесу – у табл. 4.6.

					КРБМТВА 2520167.000 ПЗ	Арк.
						46
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



1 – рідкий метал; 2 – рідкий шлак, 3 – твердий шлак, 4 – затверділий метал
шва

Рисунок 4.2 – Схема процесу наплавлення під шаром флюсу [29]

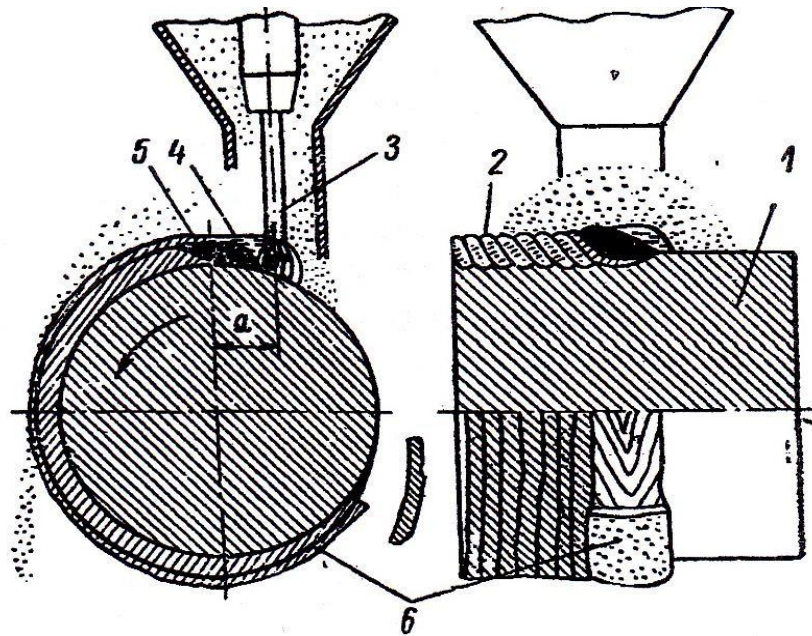
Таблиця 4.5 – Ступені механізації наплавлення під шаром флюсу

Тип наплавлення	Опис
Автоматичне	Усі операції (запалювання дуги, подача електрода, підтримання дуги, переміщення дуги) виконуються автоматично.
Напівавтоматичне	Подача електрода й підтримання дуги — автоматичні, переміщення головки з дугою — вручну (зварювальником).

Таблиця 4.6 – Шлангова апаратура: різновиди процесу

Тип шлангової апаратури	Переміщення головки
Автоматична	Головка шлангового автомата переміщується автоматично.
Напівавтоматична	Головка переміщується зварювальником вручну.

Схема наплавлення ведучої шестерні під флюсом наведені на рис. 4.3.



а – зміщення електроду; б –кірка наплавленого металу

1 – ведуча шестерня; 2 – наплавлений шар; 3 – електрод, 4 – шлак розплавлений, 5 – ванна рідкого металу

Рисунок 4.3 – Схема наплавлення ведучої шестерні під флюсом [29]

Застосування наплавленням під шаром флюсу в авторемонті:

1. Відновлення шліців півосей.
2. Відновлення шліців карданних валів.

Наплавлення по гвинтовій лінії:

1. Використовується для циліндричних поверхонь.
2. Труднощі при діаметрах (50–200) мм:
3. Метал може стікати вниз (особливо проблемно при довгій зварювальній ванні (високий струм, низька швидкість переміщення дуги).

У таких випадках (невеликий діаметр, ризик стікання) застосовують імпульсний режим струму, зменшують швидкість наплавлення, або використовують спеціальні пристрої обертання деталі, щоб рівномірно розподіляти розплавлений метал.

Джерела легування при автоматичному наплавленні:

Електродний дріт (марки: Св-18ХГСА, Св-30ХГСА, Св-18ХМА, Св-12Г2Х, Св-ОХ14).

					КРБМТВА 2520167.000 ПЗ	Арк.
						48
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Призначення флюсу:

1. Підвищення зносостійкості.
2. Отримання високої поверхневої твердості.

Флюси для зносостійкого наплавлення наведені у табл. 4.7.

Таблиця 4.7 – Флюси для зносостійкого наплавлення

Тип флюсу	Вміст MnO	Особливості
Безмарганцевий	< 14%	Застосовуються рідко.
Середньомарганцевий	14–22%	Компроміс між пластичністю та зносостійкістю.
Високомарганцевий	> 30%	Менше пустот і тріщин в шві. Найбільш поширений.

Найбільш використовувані марки флюсів:

1. АН-348-А, ОСЦ-45 – загального призначення.
2. АН-30 – для високолегованого дроту ($\geq 0,5\%$ Si).

Хімічний склад флюсу ОСЦ-45 (%):

- MnO: 38–43;
- SiO₂: 43–45;
- CaFe₂: 6–8;
- CaO: 5,5;
- Al₂O₃: 2,5;
- FeO: 1,5;
- S: 0,15;
- P: 0,08.

Вплив режимів наплавлення на проварювання наведений у табл. 4.8.

					КРБМТВА 2520167.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

Таблиця 4.8 – Вплив режимів наплавлення

Параметр	Вплив на проварювання	Наслідки
Велика швидкість	Менше проварювання	Вищий вміст легуючих елементів з дроту
Мала швидкість	Глибше проварювання	Більше змішування з основним металом (менше легування)

Висновок: режими наплавлення — ключовий регулятор хімічного складу наплавленого металу.

Обладнання та режими наплавлення ведучої шестерні наплавленням під шаром флюсу [29]:

1. Тип струму: постійний струм, зворотна полярність.
2. Верстати: переобладнані токарні з подаючими механізмами (ПШ-5, ПШ-54, ПДШМ-500 тощо).
3. Наплавочні апарати: А-384, А-580.
4. Установка УАНФ-3 (на базі ПДШМ-500) – рис. 4.4.

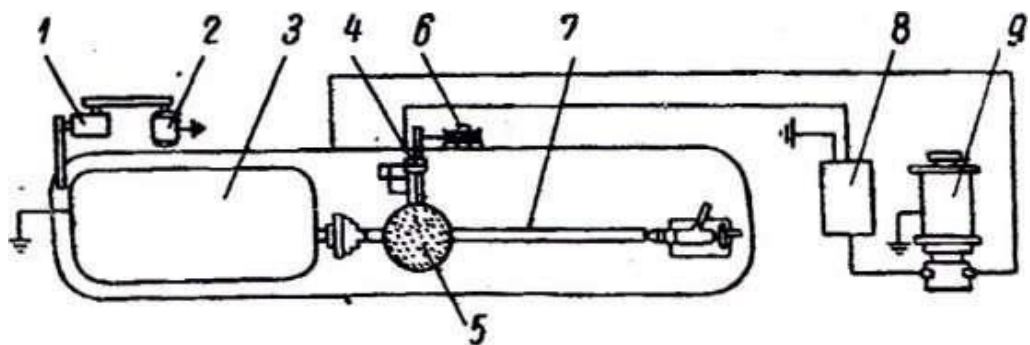


Рисунок 4.4 – Схема установки УАНФ-3 [29]

Складові установки для автоматичного наплавлення деталей під шаром флюсу (на базі токарного верстата з головкою напівавтомата ПДШМ-500) наведені у табл. 4.9 [29].

Таблиця 4.9 – Складові установки для автоматичного наплавлення деталей під шаром флюсу (на базі токарного верстата з головкою напівавтомата ПДШМ-500)

Елемент	Функція / Опис
Редуктор	Передає обертовий момент на шпindelь верстата для обертання деталі.
Електродвигун	Приводить у дію редуктор (обертання деталі).
Токарний верстат	Базова платформа для закріплення та обертання деталі.
Наплавляюча головка	Встановлюється на супорті, подає дріт, флюс і підтримує дугу.
Бункер для флюсу	Забезпечує подачу флюсу в зону наплавлення.
Касета з електродним дротом	Містить виток дроту, що подається в зону дуги.
Відновлювана деталь	Закріплюється в патроні або центрах верстата.
Розподільний пристрій	Розподіляє електроживлення та керує елементами системи.
Генератор постійного струму ПС-300	Живить електродвигун подачі дроту та наплавляючу дугу.

Принцип роботи установки для автоматичного наплавлення деталей під шаром флюсу [29]:

1. Деталь (7) закріплюють у патроні або між центрами токарного верстата (3).
2. За допомогою редуктора (1) та електродвигуна (2) деталь отримує обертовий рух:
 - швидкість $v = (1,50-25,0)$ об/хв.;
 - наплавляюча головка (4) переміщується поздовжньо;
 - швидкість подачі $(4,0-15,0)$ мм/об. (по супорту) ;
 - подача електродного дроту регулюється реостатом, вмикається в ланцюг збудження генератора (9) ;
 - діаметр дроту $(1,20-2,00)$ мм;
 - швидкість подачі дроту $(0-50)$ м/хв.
3. Флюс з бункера (5) подається в зону наплавлення, де захищає ванну.

4. Електрична дуга розплавляє дріт і основний метал, утворюючи наплавлений шар.

Конструктивні особливості головки [29]:

1. Встановлена на супорті токарного верстата.
2. Складається з подаючого механізму, мундштука, бункера з флюсом.
3. Механізм подачі змонтований на плиті, що встановлена на гвинтовій колонці.

4. Вертикальне регулювання — по колонці.

5. Горизонтальне переміщення — супортом.

Переваги такої установки [29]:

1. Висока точність і повторюваність процесу.
2. Можливість автоматизації при низьких витратах.
3. Надійний захист дуги і ванни флюсом.
4. Просте регулювання швидкості подачі дроту і режимів наплавлення.

Інститутом електрозварювання імені Патона Є. О. були розроблені спеціалізовані апарати А-580, А-384, А-409 для автоматичного наплавлення деталей під шаром флюсу. Ці апарати призначені для ефективного відновлення зношених поверхонь шляхом нанесення зносостійкого шару металу.

Особливості монтажу і експлуатації:

1. Установка на супорті токарного верстата.
2. Апарат кріпиться на поперечному супорті.
3. Верстат повинен відповідати габаритам деталі, що наплавляється.

Обертний рух деталі:

1. Забезпечується редуктором для зниження частоти обертання.
2. Частота обертання деталі залежить від діаметра та режиму наплавлення.

Поздовжнє переміщення головки [29]:

1. Виконується через подачу супорта верстата.
2. Від точності подачі залежить рівність і якість наплавленого шару.

					КРБМТВА 2520167.000 ПЗ	Арк.
						52
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Якість наплавленого шару залежить від режиму наплавлення (струм, напруга, швидкість подачі дроту, швидкість подачі головки). Правильний режим забезпечує гладку, рівну поверхню, що зменшує припуск на механічну обробку.

Переваги використання апаратів А-384, А-409, А-580:

1. Можливість механізації процесу наплавлення.
2. Зменшення людського фактору – стабільна якість.
3. Висока точність наплавлення, особливо при серійному ремонті.
4. Зниження обсягів механічного доопрацювання деталей після наплавлення.

Вибір режимів наплавлення визначається виходячи з:

- розміру та геометрії деталі;
- ступеня її зношення;
- діаметра електродного дроту;
- матеріалу деталі і її твердості;
- умов подальшої експлуатації.

Товщина наплавленого шару включає:

- товщину, що компенсує знос;
- припуск на подальшу механічну обробку.

Рекомендації щодо геометрії [29]:

1. Великі деталі ($\varnothing > 50,0$ мм) – Доцільно використовувати автоматичне наплавлення.

2. Малі деталі ($\varnothing < 50$ мм) – для запобігання стікання металу і шлаку електрод зміщують у протилежний бік від обертання;

- кут нахилу мундштука: $(70-80)^\circ$ до поверхні;
- зміщення електрода: $(3,0-25,0)$ мм (підбирається експериментально).

Глибина проплавлення має бути мінімальною для уникнення зниження міцності, особливо у відповідальних деталей, які працюють під змінними навантаженнями. Для цього зменшують силу зварювального струму, навіть ціною зниження продуктивності.

Рекомендується застосування легованого електродного дроту, щоб забезпечити високу поверхневу твердість і зносостійкість наплавленого шару.

					КРБМТВА 2520167.000 ПЗ	Арк.
						53
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Найвища якість наплавлення досягається при [29]:

- постійному струмі;
- зворотній полярності (електрод — “+”, деталь — “-”).

Кожний наступний валик повинен перекривати попередній на $\frac{1}{3}$ його ширини. Це забезпечує [29]:

- щільне з'єднання між валиками;
- рівномірність шару;
- відсутність раковин і дефектів.

Використовуються мінімальні значення струму для:

- зменшення глибини проплавлення;
- зниження ризику утворення гарячих тріщин.

Попередній підігрів деталі дозволяє:

- уповільнити охолодження;
- підвищити вміст вуглецю у наплавленому металі без утворення тріщин.

Але:

- застосовується обмежено, оскільки більшість деталей уже пройшли термообробку;
- небажаний для термічно оброблених деталей через можливе зниження міцності.

Порівняння продуктивності процесів наплавлення під шаром флюсу наведено у табл. 4.10 [29].

Таблиця 4.10 – Порівняння продуктивності процесів наплавлення під шаром флюсу [29]

Вид наплавлення	Продуктивність нанесення металу
Автоматичне (під шаром флюсу)	Висока (точне значення залежить від режиму, струму і подачі дроту)
Ручне дугове	0,50–0,70 кг/год.

Економічна ефективність автоматичного наплавлення наведена у табл. 4.11 і 4.12 [29].

Таблиця 4.11 – Економічна ефективність автоматичного наплавлення

Вид наплавлення	Швидкість або продуктивність
Автоматичне (дріт 30ХГСА, Ø 2,0 мм, струм 200,0–240,0 А)	~3,20 кг/год. наплавленого металу; ~0,70–0,90 кг/год. флюсу
Ручне дугове	2,0–6,0 м/год.
Автоматичне поздовжнє (шліци)	9,0–16,0 м/год.
Автоматичне кругове	18,0–25,0 м/год.

Таблиця 4.12 – Коефіцієнт наплавлення (г/А·год.)

Тип процесу	Значення
Ручне (покращуючі електроди)	7,0–10,0 г/А·год.
Автоматичне (дріт 30ХГСА)	до 14,0 г/А·год.

Втрати електродного дроту:

1. Автоматичне наплавлення $\approx 5\%$
2. Ручне наплавлення – до 25 %

ККД дуги:

1. Відкрита дуга (ручне зварювання) $\approx 0,40$.
2. Під шаром флюсу (автоматичне) – (0,86–0,92).

Таким чином, автоматичне наплавлення дротом під шаром флюсу:

1. Забезпечує вищу продуктивність.
2. Має нижчі витрати матеріалів і енергії.
3. Дозволяє ефективно відновлювати зношені деталі, особливо при централізованому ремонті.
4. Є значно економічнішим порівняно з ручним дуговим наплавленням.

Таким чином, приймаємо наступні параметри технологічного процесу відновлення ведучої шестерні редуктора заднього моста самоскида МАЗ-6516V8-521-000 (ЄВРО-5) наплавленням під шаром флюсу:

- апарат (головка) А-409;
- зварювальний перетворювач ПСГ-500-1УЗ;
- зварювальний дріт Нп-30ХГСА;
- діаметр дроту $\varnothing 2,0$ мм;
- швидкість подачі дроту $v = 9,0$ м/хв.;
- флюс АН-348АМ;
- сила зварювального струму $I = 140$ А;
- напруга зварювальної дуги $U = 27$ В;
- частота обертання валу $2,20$ хв.⁻¹;
- подача головки $4,50$ мм/об.;
- швидкість подачі дроту $v = 1,50$ м/хв.;
- зсув електроду $9,0$ м/хв.;
- виліт електроду $11,0$ мм.
- крок наплавлення $3,20$ мм/об..

					КРБМТВА 2520167.000 ПЗ	Арк.
						56
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки

Наведені технічні характеристики самоскида МАЗ-6516V8-521-000 (ЄВРО-5), будова його заднього моста, догляд за ним, регулювання, ремонт, технічне обслуговування. Описані конструктивні особливості редуктора заднього моста. Розглянута характеристика ведучої шестерні редуктора заднього моста та її основні дефекти з призначенням матеріалу.

Спроектований технологічний процес відновлення ведучої шестерні редуктора заднього моста самоскида МАЗ-6516V8-521-000 (ЄВРО-5) наплавленням під шаром флюсу:

- апарат (головка) А-409;
- зварювальний перетворювач ПСГ-500-1УЗ;
- зварювальний дріт Нп-30ХГСА;
- діаметр дроту $\varnothing 2,0$ мм;
- швидкість подачі дроту $v = 9,0$ м/хв.;
- флюс АН-348АМ;
- сила зварювального струму $I = 140$ А;
- напруга зварювальної дуги $U = 27$ В;
- частота обертання валу $2,2$ хв.⁻¹;
- подача головки $4,5$ мм/об.;
- швидкість подачі дроту $v = 1,5$ м/хв.;
- зсув електроду $9,0$ м/хв.;
- виліт електроду 11 мм.
- крок наплавлення $3,20$ мм/об..

Визначені припуски, розраховані режими і норми часу на обробку ведучої шестерні після відновлення.

					КРБМТВА 2520167.000 ПЗ	Арк.
						57
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Список використаних джерел

1. МАЗ-6516V8-521-000 (ЄВРО-5) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://kievspecteh.com/catalog/foton/maz-6516v8-521-000-ievro-5?srsltid=AfmBOoqWlsOXrK2AHM3CXIbamJImAUqfo9WxB0Nw26F2unxJtBvZR7D7>
2. МАЗ 6516V8 521-000 Base 2025 Самоскид, I покоління [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://auto.ria.com/uk/newauto/complete-maz-6516v8-100008.html>
3. Шасі МАЗ-6516V8-540-000 (ЄВРО-5) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://kievspetsteh.prom.ua/ua/p872294450-shassi-maz-6516v8.html>
4. Догляд за заднім мостом МАЗ і його регулювання [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://banga.ua/pages/avtomobil-maz-500/3810-ukhod-za-zadnim-mostom-i-ego-regulirovka>
5. Будова заднього моста МАЗ [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://banga.ua/pages/avtomobil-maz-500/3809-ustroystvo-zadnego-mosta>
6. Ремонт редуктора МАЗ [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://images.deal.by/380861128_w200_h200_remont-reduktorov-maz.jpg
7. Характеристика матеріалу 20ХН3А [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.splav-kharkov.com/mat_start.php?name_id=183
8. Сталь марки 20ХН3А [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://metallischekiy-portal.ru/marki_metallov/stk/20XN3A
9. Сталь 20ХН3А [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://auremo.org/materials/stal-20hn3a.html>
10. Сталь 20ХН3А [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://evok.com.ua/materials/stal-20hn3a.html>
11. Сталь 20ХН3А [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://auremo.org/materials/d-stal-20hn3a.html>
12. Сталь 20ХН3А [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://1metal.com/infosteel-steel_20hn3a.html

					КРБМТВА 2520167.000 ПЗ	Арк.
						58
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

13. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів. Організація самостійної та практичної роботи: навчальний посібник / М.В. Митко, О.П.Шиліна, С.В. Цимбал – Вінниця: ВНТУ, 2022. – 98 с.

14. Відновлення деталей автомобілів: Навчальний посібник / В.І. Кальченко, В.В. Кальченко, В.І. Венжега. – Чернігів: ЧНТУ, 2013. – 192с.

15. Конспект лекцій з дисципліни «Наплавлення та напилення» для студентів напряму 6.050504 «Зварювання»/ Укладачі Г.І. Камель, Ю.А. Гасило. – Кам'янське: ДДТУ 2017. – 108 с.

16. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни «Відновлення деталей» для здобувачів освітнього рівня бакалавр за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт» / Укладачі: Левкович М.Г., Сташків М.Я., Сіправська М.Д. – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2021. – 89 с.

17. Методичні вказівки до курсового проекту з дисципліни "Технологія та обладнання для наплавлення" для студентів напряму підготовки 6.050504 "Зварювання" / Укл. В.Д. Кузнецов, Д.В. Степанов. – К.: НТУУ "КПІ" 2013. – 35 с.

18. Методи відновлення працездатності типових з'єднань обладнання. Методичні вказівки для студентів, напряму підготовки 6.050503 „Машинобудування“ ОКР Бакалавр / Ф.Ю. Ялпачик, С.Ф. Буденко, В.Г. Циб. – Таврійський державний агротехнологічний університет, 2016. – 23 с.

19. Методичні вказівки до лабораторної роботи №1 з дисципліни «Зварювальні джерела живлення» на тему: «Вивчення призначення, будови і принципу роботи зварювального перетворювача типу ПСГ-500-1У3» для студентів освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр», напряму підготовки 6.050504 «Зварювання» / Б.М. Береженко, М.Я. Сташків. – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2017. – 13 с.

20. Відновлення деталей автомобілів: Навчальний посібник / В.І. Кальченко, В.В. Кальченко, В.І. Венжега. – Чернігів: ЧНТУ, 2013. – 192 с.

					КРБМТВА 2520167.000 ПЗ	Арк.
						59
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

21. Зварювальний дріт для наплавлення НП-30ХГСА Ф 1,2 мм (касета 15 кг) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://argon.in.ua/zvariuvalni-drit-dlia-naplavlennia-np-30khhsa-f-12-mm-kaseta-15-kh/?srsltid=AfmBOopG5TH1-zLYCSzl4GduugftYXpFy5ZP-nflbw0r1jIOwXw5iXYE>

22. Флюс зварний АН-348А, АН-348АМ [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://metal-shop.com.ua/fljus-svarochnyj-an-348a/>

23. 53А80К – Зубофрезерний станок [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://promstart.com.ua/ua/p2195816174-53a80k-zubofrezernyj-stanok.html>

24. Круглошліфувальні верстати [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://promstart.com.ua/ua/g4418381-krugloshlifovalnye-stanki>

25. Круг шліфувальний 25А ПП 150x16x32 F60(25) см2 ЗАК [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://instrumentservis.ua/products/krug-shlifovalnij-25a-pp-150h16h32-f6025-sm2-zak.html?srsltid=AfmBOorwBSMj6E82c1aqArLWTWLwZzqyW_wCOy59tcM7J9bYynQlkSB4

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

27. 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.

28. Ковалевський С. В. Технологія обробки типових деталей і складання машин: конспект лекцій / С. В. Ковалевський, С. Г. Онищук, Ю. Б. Борисенко. – Краматорськ: ДГМА, 2015. – 119 с.

29. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни «Відновлення деталей» для здобувачів освітнього рівня бакалавр за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт» / Укладачі: Левкович М.Г., Сташків М.Я., Сіправська М.Д. – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2021. – 89 с.

					КРБМТВА 2520167.000 ПЗ	Арк.
						60
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

30. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Наплавлення та напилення». Розділ «Наплавлення» / Ч.В. Пулька, В.С. Сенчишин. – Тернопіль.: ТНТУ імені Івана Пулюя, 2016. –66 с.

31. Конспект лекцій з дисципліни «Основи технічного обслуговування та ремонт автомобілів» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня спеціальності 274 “Автомобільний транспорт” очної та заочної форм навчання / Укладач. к.т.н., доцент Сасов О.О., Кам’янське, ДДТУ, 2022 р. - 100 с.

32. Технологія та устаткування для наплавлення. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів спеціальності 131 Прикладна механіка / Уклад.: В.Д. Кузнецов, Д.В. Степанов – К: 2017. – 78 с.

					КРБМТВА 2520167.000 ПЗ	Арк.
						61
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додатки

					КРБМТВА 2520167.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62