

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 ЗІЛ-5321»


Шифр: ДРМТВАТАМ 23.20099.000. ПЗ

Виконав: студент 3 курсу, група МТВАс-20-2  Р.Р. Коваленко

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 Коваленка Романа Руслановича на тему: «Відновлення вал-шестерні заднього мосту автомобіля ЗІЛ-5321».

Обсяг пояснювальної записки – 67, кількість рисунків – 14, таблиць – 14, додатків – 1, кількість джерел згідно із переліком посилань – 20.

**Об'єкт дослідження:** вал-шестерня заднього мосту автомобіля ЗІЛ-5321.

**Мета роботи:** відновлення вал-шестерні заднього мосту автомобіля ЗІЛ-5321.

**Актуальність теми:** на самоскид ЗІЛ-5321 «Бичок» встановлено ведучий задній міст з одноступінчастою гепоїдною головною передачею. Його деталі (зокрема, вал-шестерня) давно зняті з виробництва й не випускаються у вигляді запасних частин. Тому відновлення зношених у результаті тривалої експлуатації вал-шестерень має під собою цілком виправдане економічне підґрунтя.

**Новизна роботи:** розроблена технологія вібродугового наплавлення вал-шестерні та призначені відповідні матеріали з параметрами процесу. Для проектування дільниці відновлення проведені розрахунки трудомісткості робіт, кількості робітників та основного обладнання.

**Перелік ключових слів:** САМОСКИД ЗІЛ-5321, ЗАДНІЙ МІСТ, ВАЛ-ШЕСТЕРНЯ, ВІБРОДУГОВЕ НАПЛАВЛЕННЯ.

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

Зав. кафедрою Т.А.М.

ЗАТВЕРДЖЕНО

«20» березня 2023 р.

## ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Коваленку Роману Руслановичу

1. Тема проекту:  
«Відновлення вал-шестерні заднього мосту автомобіля ЗІЛ-5321»

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 ЗІЛ-5321.
- 2) Результати літературного огляду і патентного пошуку.

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

1. Загальні відомості й технічні характеристики самоскида ЗІЛ-5321
2. Будова, діагностика стану, складання, випробування, регулювання заднього мосту самоскида ЗІЛ-5321 «Бичок».
3. Властивості матеріалу вал-шестерні заднього мосту самоскида ЗІЛ-5321 «Бичок».
4. Проектування ТП відновлення вал-шестерні редуктора заднього мосту самоскида ЗІЛ-5321 «Бичок».
5. Технологія вібродугового наплавлення вал-шестерні заднього мосту самоскида ЗІЛ-5321 «Бичок».

5. Консультанти розділів роботи

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

6. Дата видачі завдання: 20 березня 2023 р.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Огляд літературних джерел	01.05.2023	
2	Загальні відомості й технічна характеристика самоскида ЗІЛ-5321	05.05.2023	
3	Будова, діагностика стану, складання, випробування, регулювання заднього мосту самоскида ЗІЛ-5321 «Бичок»	10.05.2023	
4	Властивості матеріалу вал-шестерні заднього мосту самоскида ЗІЛ-5321 «Бичок»	15.05.2023	
5	Проектування ТП відновлення вал-шестерні редуктора заднього мосту самоскида ЗІЛ-5321 «Бичок»	18.05.2023	
6	Технологія вібродугового наплавлення вал-шестерні заднього мосту самоскида ЗІЛ-5321 «Бичок»	20.05.2023	
7	Оформлення пояснювальної записки	01.06.2023	
8	Оформлення презентаційних матеріалів	10.06.2023	

Студент





 Коваленко Р.Р.

Керівник роботи

 Рудик О.Ю.

## Зміст

Перелік скорочень.....	2
Вступ.....	3
<b>1 Загальні відомості й технічні характеристики самоскида ЗІЛ-5321 .....</b>	<b>9</b>
1.1 Загальні відомості про самоскид ЗІЛ-5321 «Бичок».....	9
1.2 Технічні характеристики самоскида ЗІЛ-5321 «Бичок».....	11
<b>2 Будова, діагностика стану, складання, випробування, регулювання</b>	
<b>    заднього мосту самоскида ЗІЛ-5321 «Бичок» .....</b>	<b>12</b>
2.1 Будова заднього мосту самоскида ЗІЛ-5321 «Бичок».....	12
2.2 Діагностика стану заднього мосту самоскида ЗІЛ-5321 .....	13
2.3 Складання заднього мосту самоскида ЗІЛ-5321 .....	16
2.3.1 Складання вал-шестерні заднього мосту .....	17
2.3.2 Складання диференціалу заднього мосту самоскида .....	17
2.3.3 Складання головної передачі заднього мосту .....	19
2.3.4 Установка півосей заднього мосту .....	21
2.3.5 Випробування зібраного заднього мосту .....	21
2.4 Регулювання головної передачі самоскида ЗІЛ-5321 .....	22
2.4.1 Регулювання диференціалу заднього мосту .....	25
2.4.2 Регулювання п'ятна контакту в зачепленні шестерень головної передачі .....	27

ДРМТВА 23.20099.000. ПЗ				
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата
Виконав		Коваленко		5.08
Перевір.		Рудик		06.08
Н.контр.		Бабак		7.08
Затвер.		Диха		8.08
Відновлення вал-шестерні заднього мосту автомобіля  ЗІЛ-5321			Літера	Аркуш
			9	4
			Аркушів	
			67	
ХНУ гр.МТВАс-20-2				

## Зміст

Перелік скорочень.....

Вступ.....

**1 Загальні відомості й технічні характеристики самоскида ЗІЛ-5321 .....**

1.1 Загальні відомості про самоскид ЗІЛ-5321 «Бичок».....

1.2 Технічні характеристики самоскида ЗІЛ-5321 «Бичок».....

**2 Будова, діагностика стану, складання, випробування, регулювання**

**заднього мосту самоскида ЗІЛ-5321 «Бичок».....**

2.1 Будова заднього мосту самоскида ЗІЛ-5321 «Бичок».....

2.2 Діагностика стану заднього мосту самоскида ЗІЛ-5321.....

2.3 Складання заднього мосту самоскида ЗІЛ-5321 .....

2.3.1 Складання вал-шестерні заднього мосту .....

2.3.2 Складання диференціалу заднього мосту самоскида .....

2.3.3 Складання головної передачі заднього мосту .....

2.3.4 Установка півосей заднього мосту .....

2.3.5 Випробування зібраного заднього мосту.....

2.4 Регулювання головної передачі самоскида ЗІЛ-5321 .....

2.4.1 Регулювання диференціалу заднього мосту.....

2.4.2 Регулювання п'ятна контакту в зачепленні шестерень

головної передачі.....

					ДРМТВАТАМ 23.20099.000. ПЗ			
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата	<b>Відновлення вал-шестерні заднього мосту автомобіля ЗІЛ-5321</b>	Літера	Аркуш	Аркушів
Виконав	Коваленко						4	
Перевір.	Рудик							
Н.контр.	Бабак							
Затвер.	Диха							
						ХНУгр.МТВАс-20-2		

### 3 Властивості матеріалу вал-шестерні заднього мосту самоскида

ЗІЛ-5321 «Бичок».....

3.1 Загальні властивості матеріалу вал-шестерні заднього мосту .....

3.2 Термообробка вал-шестерні.....

3.2.1 Гартування вал-шестерні .....

3.2.2 Відпустка вал-шестерні.....

3.2.3 Відпалювання вал-шестерні .....

### 4 Проектування ТП відновлення вал-шестерні редуктора

заднього мосту самоскида ЗІЛ-5321 «Бичок».....

4.1 Аналіз дефектів вал-шестерні редуктора заднього мосту .....

4.2 Обґрунтування розміру виробничої партії.....

4.3 Аналіз і вибір методу відновлення вал-шестерні .....

4.4 Послідовність операцій ТП відновлення вал-шестерні .....

4.5 Розрахунки припусків на механічну обробку вал-шестерні .....

4.6 Вибір обладнання, пристосувань, робочого  
й вимірювального інструменту.....

4.7 Розрахунок основного часу для відновлення вал-шестерні .....

4.8 Розрахунки норм часу та режимів обробки вал-шестерні.....

4.9 Розрахунки трудомісткості робіт на ділянці відновлення  
вал-шестерні.....

4.10 Розрахунки кількості робітників для відновлення вал-шестерні .....

4.11 Розрахунки кількості основного обладнання для відновлення .....

4.12 Розрахунки площі ділянці відновлення вал-шестерні .....

					ДРМТВАТАМ 23.20099.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

## 5 Технологія вібродугового наплавлення вал-шестерні

заднього мосту самоскида ЗІЛ-5321 «Бичок» .....

5.1 Загальні поняття про вібродугове наплавлення .....

5.2 Обладнання для вібродугового наплавлення .....

5.2.1 Будова й призначення віброелектродугової насадки .....

5.2.2 Додаткові технічні умови вібродугового наплавлення .....

5.2.2.1 Охолодження наплавлюваної поверхні.....

5.2.2.2 Забезпечення стабільності процесу наплавлення .....

5.2.2.3 Видаткові матеріали для нарощування металу .....

5.2.2.4 Догляд за устаткуванням електродугового наплавлення.....

**Висновки** .....

**Список літератури**.....

**Додатки**.....

					ДРМТВАТАМ 23.20099.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

## Перелік скорочень

ТП – технологічний процес.

$s_B$  – межа короткочасної міцності, [МПа].

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

$\delta_5$  – відносне подовження при розриві, [ % ].

$\psi$  – відносне звуження, [ % ].

КСУ – ударна в'язкість, [кДж/м<sup>2</sup>].

НВ – твердість за Брінеллем, [МПа].

НV – твердість за Віккерсом, [МПа].

НRC – твердість за Роквеллом, [МПа].

T (t) – температура [Град].

E – модуль пружності першого роду, [МПа].

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

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

$\rho$  – щільність матеріалу, [кг/м<sup>3</sup>].

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

R – питомий електричний опір, [Ом·м].

$K_u$  – коефіцієнт відносної оброблюваності.

$s_{0,2}$  – номінальна межа текучості з допуском навантаження 0,2% від величини пластичної деформації.

$t_{-1}$  – межа витривалості на кручення (симетричний цикл).

$s_{-1}$  – межа витривалості на стиск-розтягнення (симетричний цикл).

N – кількість циклів деформацій/напружень, утримуваних об'єктом під навантаженням до появи втомного руйнування/тріщини.

					ДРМТВАТАМ 23.20099.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

## Вступ

Ремонт – об'єктивна необхідність, обумовлена технічними та економічними причинами. І при збільшенні масштабу виробництва автомобілів зростає об'єм ремонтних робіт [1]. Тому одночасно з пошуком методів і шляхів підвищення надійності автомобіля, які закладають в його конструкцію при проектуванні, потрібно досліджувати вирішення тієї ж задачі при експлуатації та ремонті [2].

Для оптимального впровадження організації ремонту потрібно створити необхідну технічну базу з упровадженням прогресивних форм організації праці, підвищенням рівня механізації робіт і продуктивності устаткування, скороченням витрат праці та засобів відновлення зношених деталей [3]. Тому метою і задачею даної роботи є проектування ТП відновлення вал-шестерні заднього мосту автомобіля ЗІЛ-5321 з відповідними розрахунками режимів механічної обробки й проектування ділянки відновлення.

					ДРМТВАТАМ 23.20099.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

# 1 Загальні відомості й технічні характеристики самоскида ЗІЛ-5321

## 1.1 Загальні відомості про самоскид ЗІЛ-5321 «Бичок»

ЗІЛ-5321 — вантажний автомобіль, розрахований на середні навантаження. З часом його піддавали модернізації, внаслідок чого він став зручнішим в експлуатації [4].

Модель ЗІЛ-5321 (рис. 1.1) з мотором ММЗ Д-245.9 Е2 (Євро 2) знаходиться актуальною до цього часу (з 2008 р. всі конфігурації ЗІЛа-5301 поставляють в комплектації з різновидами моторів, які за екологічним параметром співвідносяться з класом Євро 3, тобто відповідають сучасним вимогам [5]).



**Рисунок 1.1 – Загальний вигляд самоскида ЗІЛ-5321 «Бичок»**

Самоскид ЗІЛ-5321 одержав назву «Бичок» через особливості дизайну й велику потужність при компактних розмірах. Прототипом за ходовою частиною був узятий Mercedes-Benz T2: використали конструкцію раму сходового типу з лонжеронами перетину «швелер». Це дало можливість

					ДРМТВАТАМ 23.20099.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

«бичку» навіть при лобовому зіткненні не допускати складання його рами [5, 6].

Область призначення цього автомобіля – вантажоперевезення:

- будматеріалів для потреб ремонтного будівництва;
- меблевої, побутової, сільськогосподарської та іншої продукції.

Переваги самоскида «Бичок»:

- компактність і висока маневреність;
- вузька колія і малий радіус розвороту (7800 мм);
- потужність, яка розвиває швидкість до 60 км/год. за 30 с. навіть з максимальним вантажем;
- рамна конструкція кабіни, що забезпечує безпеку водія при виникненні аварійних ситуацій;
- висока теплова- і звукоізоляція місця водія;
- простота конструкції, дешевизна запчастин і ремонту вузлів;
- колеса машини витримують великі навантаження, так як виготовлені зі сплаву особливої міцності (штамповані диски).

Недоліки самоскида «Бичок» [5, 6]:

- після закінчення деякого терміну активного користування виникають проблеми з ходовою частиною;
- навіть на холостому ходу мотор починає шуміти; щоб цього уникнути, його додатково звукоізольовують (використовують повсть чи інший матеріал);
- ненадійність системи автономного опалювання, яку встановлюють додатково;
- патьоки з люка в даху;
- запуск у зимній час затруднений;
- прорив гуми при тривалій роботі з перевантаженням;
- дефекти шестерінок диференціалу і розтріскування хрестовин заднього мосту;

					ДРМТВАТАМ 23.20099.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

– чутливість до неякісних паливно-мастильних матеріалів.

Рама автомобіля аналогічна моделі Vario, яка використовується на Mercedes Benz. Силовий агрегат (ММЗ) – чотирициліндричний двигун Д-245.9 (130 к. с.) модифікації Євро-2 або Євро-3 [6].

## 1.2 Технічні характеристики самоскида ЗІЛ-5321 «Бичок»

Технічні характеристики самоскида ЗІЛ-5321 «Бичок» наведені у табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Технічні характеристики самоскида ЗІЛ-5321 «Бичок»

Характеристики	Од. вимі- рювання	Показники
Маса: загальна технічна/допустима	кг	3695/6950
Вантажопідйомність	кг	3000
Двигун, варіанти, марка/потужність	к. с.	ММЗ Д-245.7 / 122 Д- 245.9 (Е2 або Е3) / 130
Крутний момент	Н*м	460

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

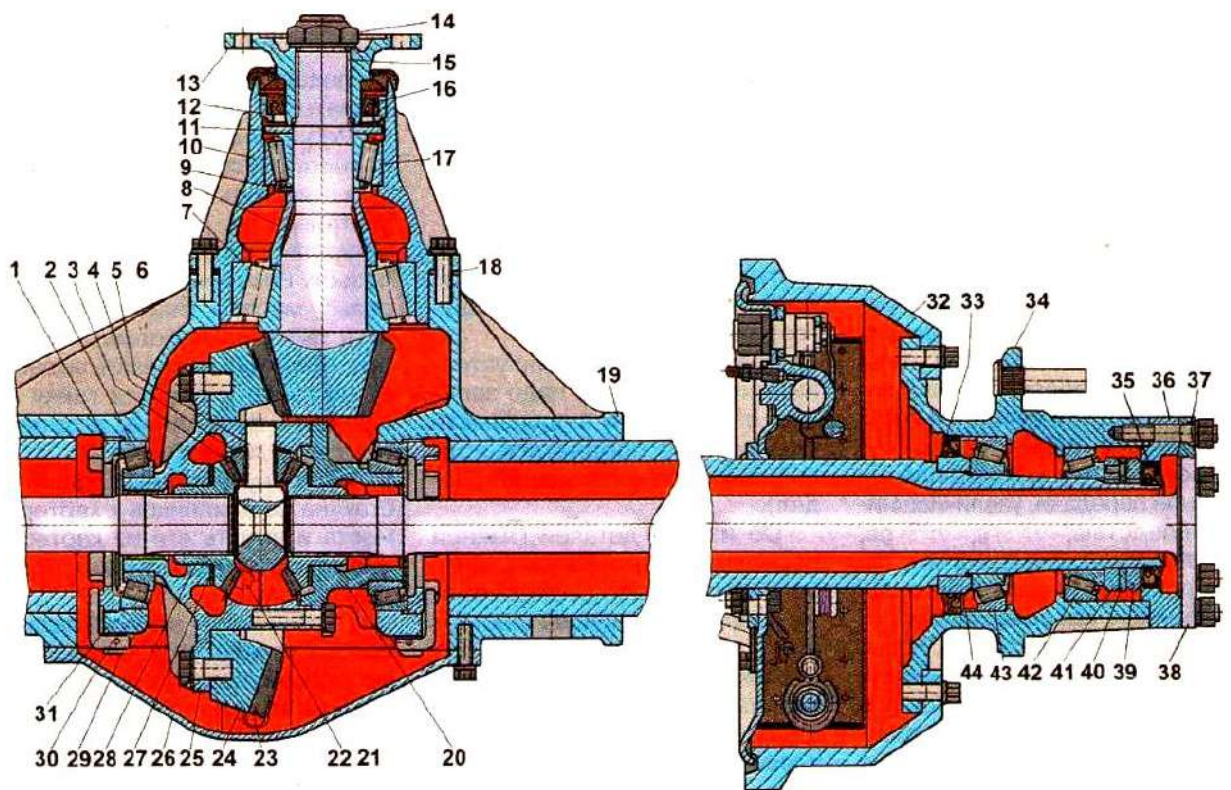
ДРМТВАТАМ 23.20099.000. ПЗ

Арк.

## 2 Будова, діагностика стану, складання, випробування, регулювання заднього мосту самоскида ЗІЛ-5321 «Бичок»

### 2.1 Будова заднього мосту самоскида ЗІЛ-5321 «Бичок»

На ЗІЛ-«Бичок» встановлено ведучий задній міст з одноступінчастою гепоїдною головною передачею (рис. 2.1 та А1) і повністю розвантаженими півосями. Передавальне число головної передачі – 3,273 (або 3,45). Диференціал – конічний з 4-ма сателітами [7].



1 – гайка підшипника диференціалу М128; 2 – роликовий конічний підшипник диференціалу; 3 – сателіт; 4, 27 – шайби опорні; 5 – палець сателіту; 6 – штифт; 7, 17 – роликові конічні підшипники шестерні ведучої; 8 – втулка розпірна; 9 – шайби регулювальні; 10 – стакан підшипників шестерні ведучої;

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

ДРМТВАТАМ 23.20099.000. ПЗ

Арк.

11 – шайба; 12 – обойма манжети; 13 – фланець шестерні ведучої з брудовідбивачем; 14 – гайка; 15 – шестерня ведуча; 16, 13, 33 – манжети; 18 – прокладки регулювальні; 19 – картер заднього мосту; 20, 25 – чашки диференціалу; 21 – корпус хрестовини; 22, 13 – пробки зливного і заливного отворів; 24 – шестерня ведена; 26 – кришка картера; 28 – шестерня півосі; 29 – шплінт; 30 – штопор; 31 – кришка підшипника; 32 – барабан гальмівний; 34 – маточина; 36 – корпус манжети; 37 – втулка розтискна; 38 – піввісь; 39 – контргайка; 40 – шайба замкова; 41 – гайка; 42, 43 – роликові конічні підшипники маточини; 41 – кільце захисне

### **Рисунок 2.1 – Задній міст самоскида ЗІЛ-5321 «Бичок»**

Піввісь – це вал з нарізаними шліцями на одному кінці, а 2-й кінець виконано як фланець.

Півосі встановлюються всередину напівосьових зубчастих коліс шліцьовим кінцем, а фланцем кріплять болтами до маточини колеса автомобіля.

Картер ведучого моста – нероз'ємний, збірний: литий чавунний корпус із запресованими в нього сталевими кожухами, а до них приварено кронштейни та фланці.

### **2.2 Діагностика стану заднього мосту самоскида ЗІЛ-5321**

Щоб визначити стан заднього мосту за шумами, потрібно переконатись, що саме від мосту виходить звук. Але це здійснити важко внаслідок високого шуму при роботі двигуна [8].

Перевірка здійснюється наступним чином:

1. Під час розгону самоскида слухають шуми з відміткою швидкості їх появи та зникання. Аналогічно діють при гальмуванні двигуном (не

					ДРМТВАТАМ 23.20099.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

використовуючи гальмівну систему). Відомо, що шуми заднього мосту під час прискорення й уповільнення виникають за однакових швидкостях.

2. Під час руху накатом з нейтральним положенням важеля перемикання передач шестерні головної передачі не зазнають навантаження і не шумлять. Отже, при співпадінні характеру шуму з шумом при розгоні самоскида або гальмуванні двигуном, то джерело його не є головною передачею. Але при зміні характеру шуму можливо, що його зародком будуть підшипники ведучої шестерні, або шестерні головної передачі чи диференціалу.

3. При загальмованому нерухомому самоскиді на різних режимах потрібно: а) прослухати роботу двигуна з метою вилучення викликаних його роботою шумів; б) на самоскиді запускається двигун (при піднятих задніх колесах) і включається п'ята передача. Це дає змогу визначити, що шуми поступають від головної передачі.

Несправності заднього мосту самоскида ЗІЛ-5321 наведені у табл. 2.1 [8].

Таблиця 2.1 – Несправності заднього мосту самоскида ЗІЛ-5321

<b>Несправність</b>	<b>Метод усунення</b>
1	2
<b>У районі коліс підвищений шум мосту</b>	
Кріплення коліс ослабло	Кріплення коліс затягнути
Руйнування чи знос підшипників маточин коліс	Підшипники замінити
<b>Підвищений шум при роботі заднього мосту</b>	
Рівень мастила в картері мосту недостатній	Рівень мастила відновити
Затяг гайки фланця ведучої шестерні ослабшав	Гайку підтягнути

1	2
Порушення регулювання чи зношення підшипників ведучої шестерні	Стан підшипників і проміжки у них перевірити; у разі потреби відрегулювати чи замінити підшипники
На робочій поверхні зубів шестерень головної передачі задири	Шестерні замінити
<b>Шум при русі на повороті, стукіт на повороті</b>	
На робочій поверхні осей сателітів	Зачистити наждачним папером невеликі шорсткості, замінити деталі при значному пошкодженні
На поверхнях сателітів чи опорних шайб напівосьових шестерень задири	Зачистити наждачним папером невеликі шорсткості, замінити деталі при значному пошкодженні
Підшипники маточин коліс ушкоджені	Підшипники замінити
<b>Стукіт на початку руху вантажівки</b>	
Зазор у зачепленні шестерень головної передачі збільшений	Шестерні замінити
Отвори під осі сателітів пошені	Корпус хрестовини й чашку диференціала замінити
<b>Витік мастила</b>	
Манжета ведучої шестерні пошкоджена чи зношена	Манжету замінити
Через знос манжети маточини замаслились гальмівні щити, барабани й колодки	Манжету замінити
Прокладки ущільнювачів ушкоджені; болти кріплення кришки картера або кріплення гайок напівосі ослабли	Замінити прокладки, кріплення затягнути

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

ДРМТВАТАМ 23.20099.000. ПЗ

Арк.

1	2
Сапун засмічений	Сапун почистити

Поява металевого стукоту, який передається по всій трансмісії, під час руху самоскида (на п'ятій передачі) свідчить про відсутність у редукторі заднього мосту зуба (або декількох зубів). Помилково вважається, що цей звук йде від КПП. Але, якщо піддомкратити заднє колесо, завести мотор і перемкнутися на передачу, стукіт означиться. Цей стукіт спостерігається також, якщо: самоскид пустити накатом; перемикнути передачу з підвищеної на знижену [8].

### 2.3 Складання заднього мосту самоскида ЗІЛ-5321

Перед операцією складання деталі головної передачі і диференціалу промивають у розчині МС 8 чи МС 6 (ТУ 6-15-978-76), обдувають стислим повітрям, перевіряють на їх відповідність технічним вимогам [9]. Пастою УГ-6 змащують площини роз'єму і прокладки ущільнювачів.

Ведуча шестерня, встановлена в картері, повинна обертатися плавно (без заїдань).

Якщо болти мають вхід в порожнині з мастилом, а також заливна й зливна пробки, то вони встановлюватися на пастах УН-25 чи УГ-6.

На заводі шестерні головної передачі підбираються парами і на кожну шестерню наноситься комплектуючий номер. Якщо несправна одна шестерня, то замінюють обидві [9].

### 2.3.1 Складання вал-шестерні заднього мосту

Запресувати до упору в буртик зовнішнє кільце переднього підшипника 17 (див. рис. 2.1) у стакан 10 підшипників ведучої конічної шестерні за допомогою оправки з натягом 0,009 – 0,059 мм.

Повернути стакан і зовнішнє кільце заднього підшипника 7 валу запресувати з натягом 0,10 – 0,068 мм. На вал ведучої шестерні 15 запресувати внутрішнє кільце заднього роликового підшипника 7.

На вал ведучої шестерні 15 надіти розпірну втулку 8, шайби регулювальні 9. Якщо деталі не мінялися, а перед розбиранням визначили величину зазору в підшипниках, то товщину пакету знову встановлюваних шайб беруть меншою на величину зазору, яку закругляють до десятих часток міліметра у більшу сторону.

Встановлюють:

- передній підшипник 17;
- упорну шайбу 11;
- технологічний фланець 13 на шліци валу з напресуванням.

Шайбу гайки надягають і закріплюють фланець гайкою 14, яку законтрюють після того, як перевірять попередній натяг підшипників [9].

### 2.3.2 Складання диференціалу заднього мосту самоскида

Чашки диференціалу мають один порядковий номер комплекту й мітки, які суміщають при складанні заднього мосту. Чашки та шестерні при складанні диференціалу змащують мастилом.

					ДРМТВАТАМ 23.20099.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Складання правої чашки диференціалу проводять у наступній послідовності:

- установити її на плиту;
- установити підшипник на фаску шийки чашки;
- напресувати підшипник за допомогою оправки, забезпечивши його натяг у (0,018 – 0,046) мм.

Складання лівої чашки диференціалу проводять у наступній послідовності:

- установити її на підставку з отвором;
- установити в чашку шестірню лівої півосі та опорну шайбу.

Наступні операції:

1. В отвір чашки диференціалу на глибину  $h = 5$  мм вставити палець сателіту (осі отвору в пальці й під штифт у чашці диференціалу повинні бути паралельними) і запресувати його молотком до з отвору на  $l = 5$  мм.
2. Установити на палець сателіт й опорну шайбу.
3. Палець запресувати до збігу отворів під штифт.
4. Штифт запресувати на глибину  $h = (17,04 – 18,04)$  мм спеціальною оправкою.
5. У чашку на палець установити корпус хрестовини разом з протилежним сателітом та опорною шайбою.
6. Аналогічно запресувати 2-й, 3-й та 4-й пальці.
7. На сателіти установити шестерню правої півосі з опорною шайбою.
8. Установити праву чашку за мітками, які були нанесені керном при розбиранні диференціалу.
9. Від руки закрутити болти, установивши на них стопорні пластини (попарно).
10. З підставки зняти диференціал й установити його в лещата.
11. Болти затягнути рівномірно з моментом (110 – 120) Нм.
12. Стопорні пластини загнути на грань кожного болта.

					ДРМТВАТАМ 23.20099.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

13. На диференціал установити ведену шестірню; закріпити її болтами (момент затягування 150 – 200 Нм) зі стопорними пластинами.

Зауваження:

– зачеплення шестерень диференціалу та їх обертання у зібраному диференціалі повинне бути вільним при повертанні від руки;

– биття торця веденої шестірні при установці по шийках під підшипники у зібраному диференціалі не повинне бути більшим 0,11 мм [9].

### 2.3.3 Складання головної передачі заднього мосту

Складання головної передачі заднього мосту проводять у наступному порядку:

1. Установити в картер заднього мосту стакан ведучої конічної шестірні разом з регулювальними прокладками та підшипниками: при складанні регулювати зачеплення зубів конічних шестерень і підшипники. Кількість прокладок визначають дослідним шляхом у залежності від форми плями контакту в зачепленні (першочергово встановлюється комплект, що стояв до ремонту диференціалу). Під фланцем стакана встановлюють прокладки завтовшки  $h = 0,05$  мм (більше 2-х) і  $h = 0,1$  мм (більше 1-ї) та інші, які встановлюють по обидві сторони.

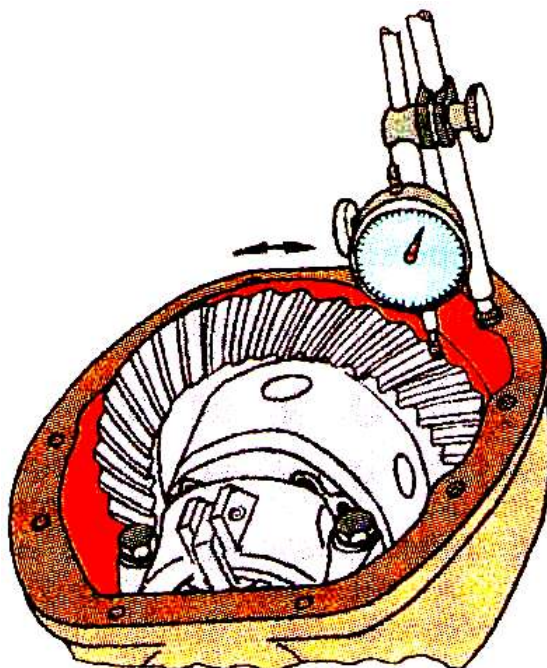
Регулювальні прокладки перед установкою змащують веретенним маслом АУ або індустріальним И-40А ДЕСТ 17479.4-87. Затягують болти кріплення стакана підшипників ведучої шестерні крутним моментом  $M_{кр} = 75 - 110$  Нм (ведуча шестірня повинна обертатися без заїдань).

2. Диференціал установити у картер на гнізда підшипників.

3. Закрутити регулювальні гайки й установити кришки підшипників. Для уникнення ушкодження різьби на кришках, картері та гайках необхідно так установлювати кришки, щоб збігалась різьба на сполучних деталях. Болти

					ДРМТВАТАМ 23.20099.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

кріплення кришок підшипників затягують крутним моментом  $M_{кр} = 70...210$  Нм. Зазор вимірюється індикатором (рис. 2.2).



**Рисунок 2.2 – Індикатор для вимірювання зазору**

4. Відрегулювати натяг підшипників диференціалу й зачеплення шестерень за плямою контакту (так як зовнішні кільця підшипників не взаємозамінні, то кожний підшипник замінюється комплектно): маточину колеса установити й зазор у підшипниках коліс відрегулювати наступним чином [9]:

а) регулювальну гайку затягнути моментом  $M = (50 - 70)$  Нм; при цьому повертати маточину в 2-х напрямках, щоб правильно установити ролики у підшипники (маточина після затягування не повинна обертатися – осьовий зазор не допустимий);

б) регулювальну гайку відкрутити на кут  $45^\circ$  та поставити замкову шайбу; при умові, що отвір у замковій шайбі не збігається зі штифтом на регулювальній гайці, перевертають шайбу на кут  $180^\circ$ ; допустимий незначний поворот гайки у будь-який бік;

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

ДРМТВАТАМ 23.20099.000. ПЗ

Арк.

в) контргайку затягнути моментом  $M = (260 - 320)$  Нм; при перевірці індикаторною голівкою осьового зазору він повинен знаходитись у межах  $0,12 - 0,24$  мм.

Правильність регулювання перевіряють за нагріванням маточини після пробігу  $10 - 12$  км (її нагрівання допускається тільки для нових підшипників). При значному нагріванні регулювання повторюють.

Міст маркується на заводі на задній частині правого кожуха картера й містить інформацію про: передаточне число головної передачі; дати виготовлення; номері мосту в зборі [9].

### 2.3.4 Установка півосей заднього мосту

Порядок складання:

1. Корпус манжети у зборі з манжетою й прокладкою півосі установлюється на шпильки мосту.
2. Півосі шліцевим кінцем вставляються у півосьові шестерні диференціалу.
3. Фланці півосей надягаються на шпильки маточин коліс.
4. Розтискні втулки та пружинні шайби ставляться на шпильки, гайки закручують моментом  $M = 75 - 95$  Нм.

Задній міст на самоскид установлюють у послідовності, зворотній розбиранню [9].

### 2.3.5 Випробування зібраного заднього мосту

Зібраний задній міст перевіряють або на стенді, або пробігом самоскиду [9]. Випробувані мости наприкінці досліджень повинні задовольняти наступним вимогам:

					ДРМТВАТАМ 23.20099.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

1. Не допускаються: виражений шум шестерень головної передачі; стукоти та шум у диференціалі, якщо один барабан загальмований.

2. Повинні бути холодними або теплими ( $\leq 50^{\circ}\text{C}$ ) місця установки: в картері й кришці картера підшипників ведучої шестерні й диференціалу; підшипників маточини колеса.

3. Нагрівання гальмівного барабану повинно бути  $\leq 50^{\circ}\text{C}$  (перевіряється рукою на дотик).

4. Теча мастила через манжети й у з'єднаннях неприпустима [9].

#### 2.4 Регулювання головної передачі самоскида ЗІЛ-5321

Ремонт чи регулювання головної передачі можна проводити без знімання заднього мосту із самоскида [10].

На заводі регулюються: переднатяг підшипників головної передачі; бічний зазор у зачепленні; пляма контакту. Тому вони не регулюються при експлуатації (це необхідно здійснювати після перебирання мосту й заміни деталей, а також при значному зношуванні підшипників).

Заводом випускається набір шайб товщиною  $h = (2,65 - 3,15)$  мм з різницею товщин в 0,1 мм.

Натяг підшипників не повинен перевищувати 0,1 мм. Їх регулюють наступним способом [10]:

– відкрити (не розконтруючи) гайку 14 (рис. 2.1); перед цим змастити різьбу мастилом;

– відкрити боти кріплення стакана підшипників до картера мосту; витягнути стакан разом з регулювальними прокладками;

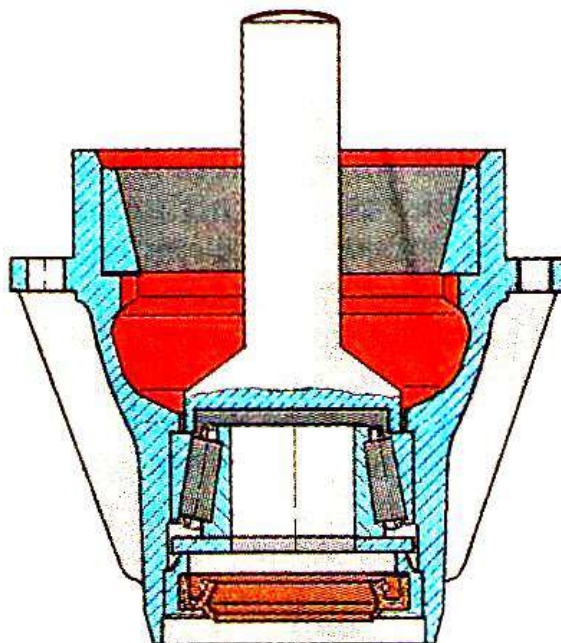
– стакан підшипників установити на підкладки пресу і випресувати ведучу шестерню разом із внутрішнім кільцем підшипника 7 (рис. 2.1), розпірною втулкою 8 і регулювальними шайбами 9;

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

ДРМТВАТАМ 23.20099.000. ПЗ

Арк.

- фланець ведучої шестірні витягнути зі стакана підшипників;
- стакан підшипників перевернути і за допомогою оправки, яка установлена на внутрішню обойму переднього підшипника, випресувати з нього обойму з манжетою в зборі (рис. 2.3);



**Рисунок 2.3 – Оправка для випресування зі стакана підшипників  
обойми з манжетою**

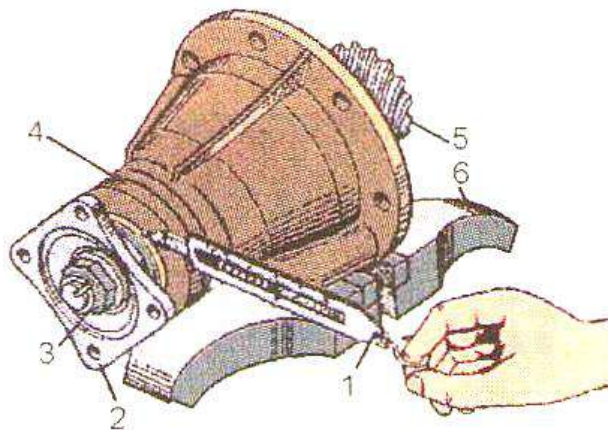
- після огляду знятих деталей за потреби замінити несправні;
- товщину пакету повторно встановлюваних регулювальних шайб роблять меншою на величину зазору (за умови, що інші деталі не замінювалися), а зазор заокруглюють у більшу сторону до десятих часток мм;
- щоб перевірити правильність підбору шайб, зібрати стакан у зворотній послідовності (обойму манжети не встановляти), а технологічний фланець установити без брудовідбивача.
- затягти гайку фланця ( $Mkr = 450 - 550$  Нм); при цьому затиснути ведучу шестерню в лещатах з прокладками з м'якого металу і повертати стакан підшипників, щоб ролики зайняли відповідне положення.

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

ДРМТВАТАМ 23.20099.000. ПЗ

Арк.

Правильність переднатягу підшипників перевіряється за величиною крутного моменту  $M_{кр} = 2,5 \div 4$  Нм [10], необхідного для повороту ведучої шестерні без манжети й брудовідбивача (рис. 2.4).



**Рисунок 2.4 – Перевірка правильності переднатягу підшипників**

Крутний момент замірюється при безперервному обертанні в одну сторону після 5-ти повних обертів валу; при цьому підшипники повинні бути змащені мастилом.

Якщо деталі замінювалися, то підбирають дослідним шляхом 2 шайби так, щоб після пробного складання був невеликий зазор. Його замірюють індикатором і підбирають відповідні шайби.

Корпус манжети в зборі з манжетою запресовують у стакан після остаточного регулювання підшипників; перед цим закладають між робочими кромками манжети консистентне мастило. Якщо манжету виймали з корпусу, то перед зворотною установкою її посадкову поверхню змащують моторним мастилом.

Затягують гайку кріплення фланця ведучої шестерні й законтрують шляхом вдавнення її кромки у паз на валу шестерні.

При затягуванні гайки ведучу шестерню або стакан підшипників потрібно провертати, щоб ролики підшипників зайняли потрібне положення.

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

ДРМТВАТАМ 23.20099.000. ПЗ

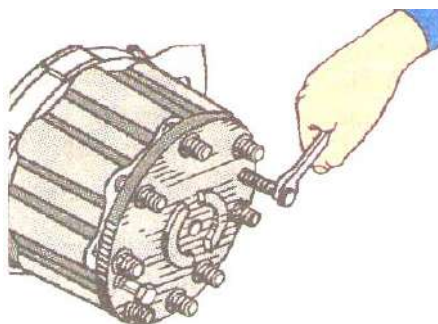
Арк.

Регулювальні прокладки 18 (див. рис. 2.1) перед установкою стакана підшипників у картер повинні бути змащені веретенним або індустріальним мастилом, при цьому тонкі прокладки установлюють по обидві сторони набору прокладок.

Болти кріплення стакана підшипників ведучої шестерні затягують крутним моментом  $M_{кр} = (75 - 110)$  Нм; при цьому ведуча шестерня має обертатися без заїдань, плавно [10].

### 2.4.1 Регулювання диференціалу заднього мосту

1. Мастило зливається через зливний отвір.
2. Кришка картера знімається.
3. Гайки кріплення півосі до маточини відкручуються.
4. Пружинні шайби й 4 розтискні втулки знімаються зі шпильок [10].
5. Два болти М10х1,5 вкручуються в отвори фланця (рис. 2.5); вручну знімається піввісь, прокладка й корпус манжети разом з нею. За аналогією витягується інша піввісь.



**Рисунок 2.5 – Методика зняття півосі, прокладки та корпусу манжети разом з нею**

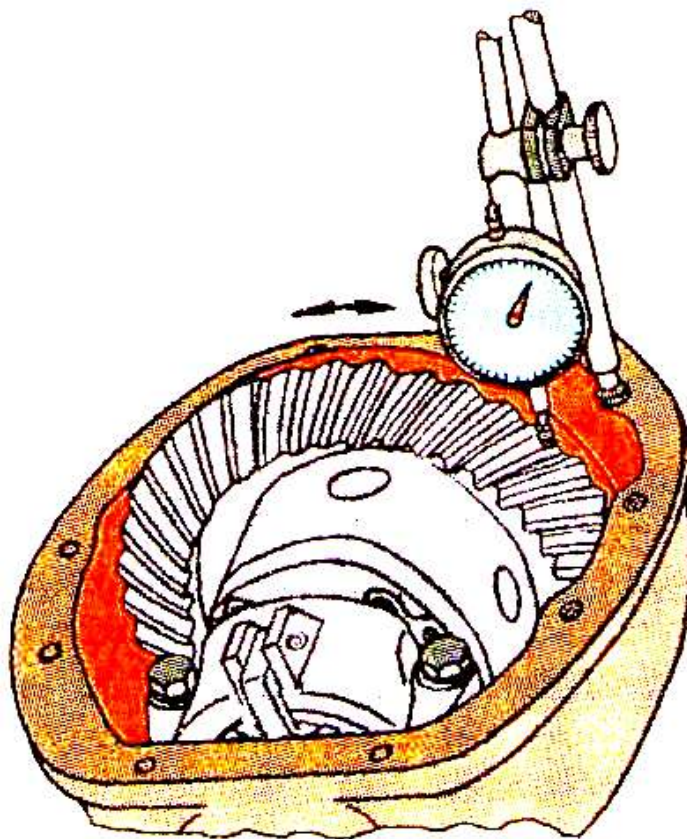
6. Витягуються шплінти 29 (див. рис. 2.1) зі стопорів 30.

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

ДРМТВАТАМ 23.20099.000. ПЗ

Арк.

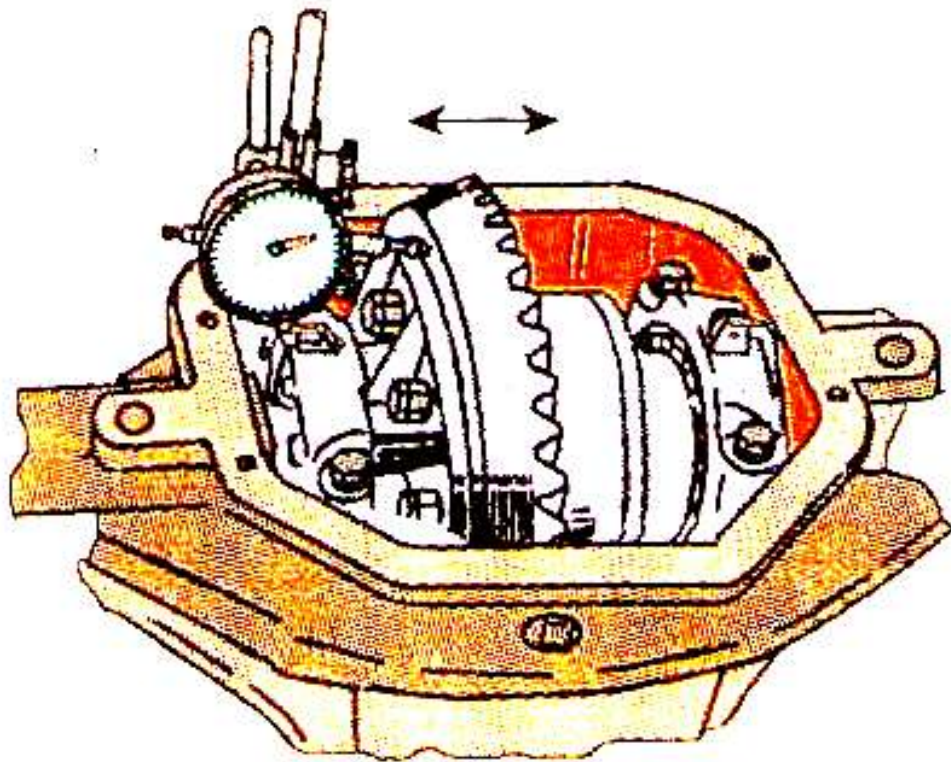
7. Індикатором, який установлений на широкій частині зуба, вимірюється бічний зазор  $f = 0,22 - 0,28$  мм у зачепленні (рис. 2.6). Остаточна перевірка зазору проводиться після регулювання плями контакту в зачепленні та переднатягу підшипників.



**Рисунок 2.6 – Вимірювання бокового зазору в зачепленні**

8. Щоб забезпечити необхідний попередній натяг у підшипниках диференціалу, рівномірно (без натягу) затягуються регулювальні гайки до усунення осьового зазору у підшипниках; при цьому диференціал повертається для правильної установки роликів у підшипниках. При утрудненому обертанні регулювальних гайок затягування болтів кріплення кришок підшипників розконтрують і послаблюють. Осьовий зазор замірюється індикатором (рис. 2.7).

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата



**Рисунок 2.7 – Методика вимірювання осьового зазору індикатором**

9. Щоб одержати правильний переднатяг, гайки по обидва боки затягують на 2 пази від положення нульового зазору. Регулювальні гайки стопорять після остаточної перевірки бічного зазору в 3-х рівномірно розташованих зубах.

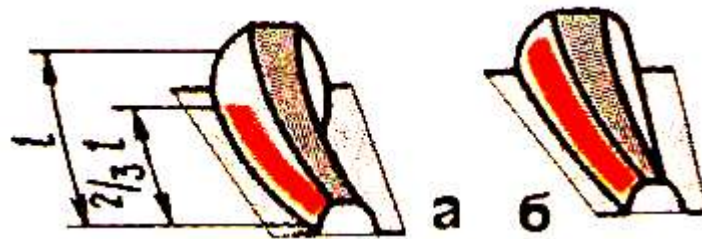
#### **2.4.2 Регулювання п'ятна контакту в зачепленні шестерень головної передачі**

При відрегульованому зачепленні шестерень положення плями контакту на зубах повинне відповідати плямі контакту, яка зображена на рис. 2.8 (а), а при навантаженні – на рис. 2.8 (б). При цьому повинен бути витриманий зазор між зубами  $f = 0,22 - 0,28$  мм для нових шестерень і  $f \leq 0,5$  мм – для експлуатованих [10].

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

ДРМТВАТАМ 23.20099.000. ПЗ

Арк.



**Рисунок 2.8 – Положення п'ятна контакту на зубах нових шестерень при відрегульованому зачепленні шестерень**

Болти кріплення кришок підшипників диференціалу затягуються після закінчення регулювання ведучої й веденої конічних шестерень (момент затягування  $M = 150 - 200$  Нм). Індикатором замірюється зазор між зубами у широкої частини зуба (не менше, ніж для 3-х зубів веденої шестерні, розташованих рівномірно по колу).

Щоб правильно установити зачеплення зубів шестерень за плямою контакту, на робочі поверхні декількох зубів веденої конічної шестерні наносять тонким шаром олійну фарбу. При цьому провертають вал ведучої шестерні у різні боки з пригальмуванням рукою веденої шестерні. За утвореними плямами контакту визначається характер зачеплення шестерень. Правильна установка зачеплення наведена на рис. 2.8.

Зміною товщини набору регулювальних прокладок (установлені між фланцями стакана підшипників ведучої шестерні й картером редуктора) здійснюється зміщення ведучої шестерні [10].

Слюсарно-складальні операції ремонту заднього мосту самоскида ЗІЛ-5321 «Бичок» наведено на рис. А6 – А9.

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

ДРМТВАТАМ 23.20099.000. ПЗ

Арк.

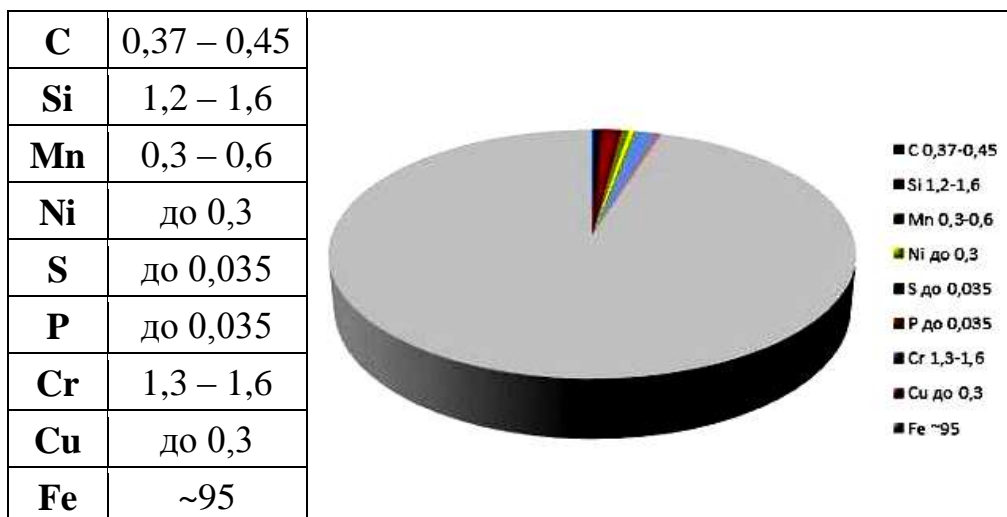
### 3 Властивості матеріалу вал-шестерні заднього мосту самоскида ЗІЛ-5321 «Бичок»

#### 3.1 Загальні властивості матеріалу вал-шестерні заднього мосту

Вал-шестерня заднього мосту самоскида ЗІЛ-5321 «Бичок» виготовляється зі сталі 45ХС (ДСТУ 2591-2006).

Сталь 45ХС – конструкційна, легована (замінники: сталі 38ХС, 35ХГТ) – хромокремниста, містить у середньому 0,45% вуглецю. Буква Х вказує вміст у ній хрому Cr ( $\cong 1\%$ ); буква С – кремнію Si ( $\cong 1\%$ ). Легуючі компоненти підвищують прокалюваність сталі, що призводить до рівномірного розподілу та покращенню її властивостей за перерізом. Хімічний склад сталі 45ХС наведені у табл. 3.1 [11 – 13].

Таблиця 3.1 – Хімічний склад ( % ) сталі 45ХС



Технологічні особливості (термообробка, зварюваність, оброблюваність різанням, механічні властивості, температура критичних точок) сталі 45ХС наведені у табл. 3.2 – 3.6.

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

ДРМТВАТАМ 23.20099.000. ПЗ

Арк.

Таблиця 3.2 – Термообробка сталі 45ХС

Режим	Охолоджуюче середовище	t, °С
Гартування	масло	900
Відпустка	вода	640

Таблиця 3.3 – Зварюваність сталі 45ХС

Зварюваність	Способи зварювання	Рекомендації
Важкозварювана	РДС, КТС	Підігрів + термообробка

Таблиця 3.4 – Оброблюваність різанням сталі 45ХС

Вихідні дані			Оброблюваність різанням $K_u$	
Стан	НВ, МПа	$s_B$ , МПа	твердий сплав	швидкоріжуча сталь
Загартована Відпущена	250 – 300	780 – 800	0,8	0,72

Таблиця 3.5 – Механічні властивості сталі 45ХС (сортамент – пруток діаметром  $\varnothing$  130 мм)

Режим термообробки	t	КСУ	y	$d_5$	$s_T$	$s_B$
	°С	кДж/м <sup>2</sup>	%	%	МПа	МПа
Гартування (масло)	900	880	54	19	700	870
Відпустка (вода)	640					

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

ДРМТВАТАМ 23.20099.000. ПЗ

Арк.

Таблиця 3.6 – Температура критичних точок, °С

Ac1	Ac3	Ar1	Ar3	Mn
763	810	680	735	320

Мікроструктура нормалізованої сталі 45ХС наведена на рис. 3.1.



Рисунок 3.1 – Мікроструктура сталі 45ХС у нормалізованому стані  
( $t = 830\text{ °C}$ , витримка  $T_e = 80\text{ хв.}$ , HV 230)

### 3.2 Термообробка вал-шестерні

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

ДРМТВАТАМ 23.20099.000. ПЗ

Арк.

Термообробка – це комплекс операцій нагрівання, охолодження й витримки металів для одержання необхідних властивостей через зміну структури й внутрішньої будови. Її застосовують у якості проміжної операції для поліпшення оброблюваності різанням, тиском, або як остаточна операція ТП, яка забезпечує потрібний рівень властивостей деталі [14].

### 3.2.1 Гартування вал-шестерні

Гартування – це вид термічної обробки матеріалів, яка полягає у їх нагріванні вище критичної температури зі швидким наступним охолодженням. Мета – одержати нерівновісні структури з підвищеною швидкістю охолодження. Загартування може бути як з і без поліморфного перетворення.

Для сталі 40ХС застосовують повне гартування з температурою нагрівання на (30 – 50) °С вище критичної температури Ас3.

Для одержання необхідної структури сталі прохолоджують із різною швидкістю, яку визначають формою виробу, видом охолоджувального середовища й теплопровідністю вал-шестерні. Мета охолодження – запобігти виникненню великих гартівних напружень. Але при високих швидкостях охолодження можуть виникнути внутрішні напруження, що спричиняють розтріскування та жолоблення.

### 3.2.2 Відпустка вал-шестерні

Відпустка – це термічна обробка загартованого на мартенсит металу (сплаву), яка проводиться для розпаду мартенситу, рекристалізації та полігонізації. Мета – зняття внутрішніх напружень для додання металу необхідних механічних та експлуатаційних властивостей.

					ДРМТВАТАМ 23.20099.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

### 3.2.3 Відпалювання вал-шестерні

Відпалювання полягає у нагріванні сталі, витримці при потрібній температурі й повільному охолодженні разом з піччю. Результат – стійка структура, вільна від залишкових напружень. Відпалювання – одна з найважливіших операцій термообробки сталі. Його мета:

- знизити твердість і підвищити пластичність, щоб полегшити обробку металів різанням;
- зменшити внутрішні напруження, які виникають після обробки тиском (штампування, кування тощо), механічної обробки;
- підвищити опір ударній в'язкості й зняти крихкість;
- усунути структурну неоднорідність складу сталі, яка виникає при затвердінні виливка через ліквідацію.

При відпалюванні сталь нагрівається вище критичної точки  $A_{c3}$  (або тільки вище  $A_{c1}$  – неповне відпалювання) з наступним повільним охолодженням. Нагрівання вище  $A_{c3}$  забезпечує повну перекристалізацію сталі. Повільне охолодження при відпалюванні призводить до розпаду аустеніту і перетворення його в перлітні структури [14].

Для сталі 40ХС проводиться повне відпалювання – на  $(30 - 50)^\circ\text{C}$  вище критичної температури  $A_{c3}$ . При такій температурі нагрівання отримують дрібнозернистий аустеніт, а після охолодження сталь має дрібнозернисту структуру.

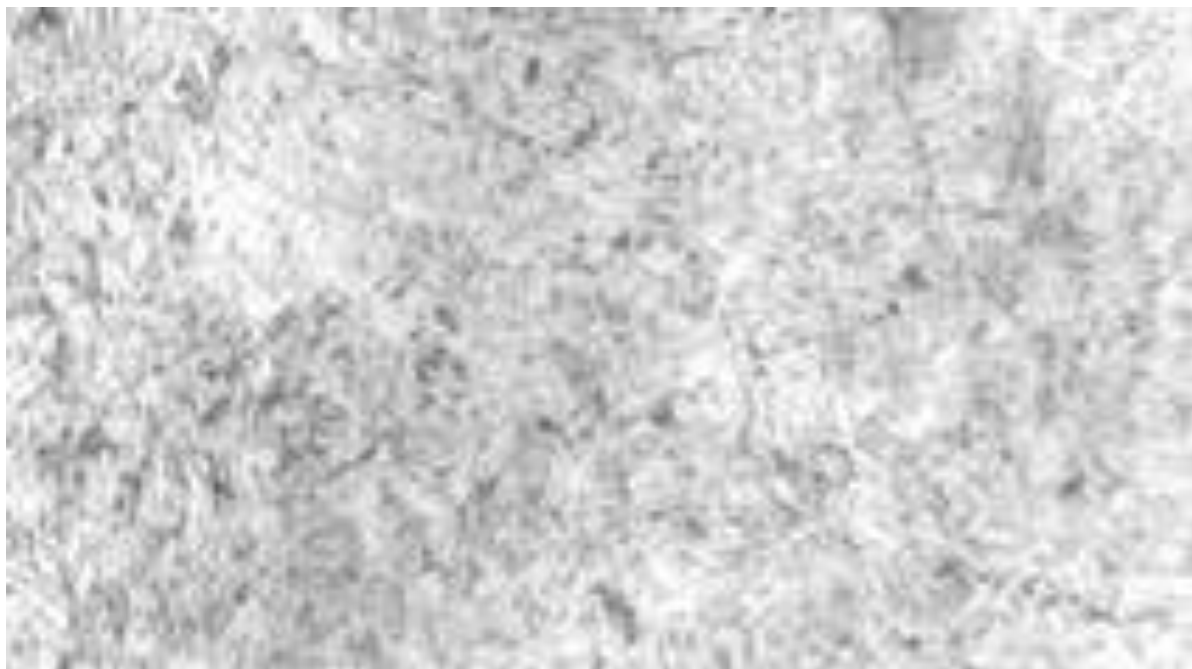
Висновок – для вал-шестерні застосовуємо:

- відпалювання поковки протягом 2 год. при  $t = 860^\circ\text{C}$  (НВ 140 – 160);
- гартування в електропечі після наплавлення при  $t = (840 - 870)^\circ\text{C}$  протягом  $T_p = 35$  хв.; охолодження протягом  $T_o = 10$  хв.; охолодження у ванні з водою протягом  $T_o = 10$  хв. (HRC 58 – 62);

					ДРМТВАТАМ 23.20099.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

– відпустку після гартування протягом 2 год. при  $t = 400\text{ }^{\circ}\text{C}$  (HRC 42 – 44).

На рис. 3.2 наведена мікроструктура сталі 45ХС після гартування



**Рисунок 3.2 – Мікроструктура сталі 45ХС після гартування**

					ДРМТВАТАМ 23.20099.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

## 4 Проектування ТП відновлення вал-шестерні редуктора заднього мосту самоскида ЗІЛ-5321 «Бичок»

### 4.1 Аналіз дефектів вал-шестерні редуктора заднього мосту

Вал-шестерня відноситься до класу деталей «круглі стержні» (3D-модель вал-шестерні наведена на рис. А2), працює при високих швидкостях, великих крутних моментах, у несприятливих умовах (рис. 4.1).

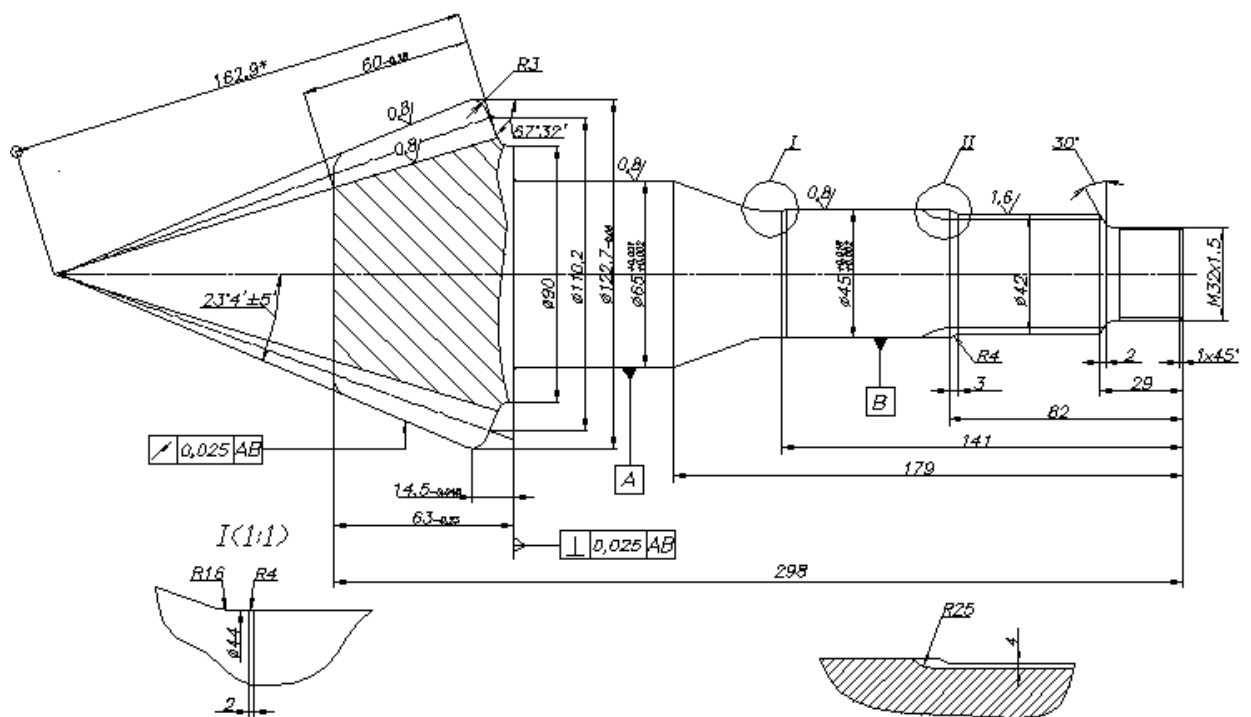


Рисунок 4.1 – Вал-шестерня редуктора заднього мосту

Вал ведучої конічної шестерні редуктора заднього мосту передає крутний момент від карданного валу до веденої шестерні. На нього діють знакозмінні навантаження, які викликають механічні деформації. Результат: вигин, скручування, зріз, тертя.

У табл. 4.1 представлені дефекти вал-шестерні редуктора заднього мосту.

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

ДРМТВАТАМ 23.20099.000. ПЗ

Арк.

Таблиця 4.1 – Дефекти вал-шестерні редуктора заднього мосту

№	Дефект	Ном. розмір, мм	Додат- ковий розмір для ремонту, мм	Додат- ковий розмір без ремонту, мм	Метод відновлення
1	Зовнішня поверхня під розпірну втулку і роликотідшипник зносились	Ø45,018	$D_{zn} = 44,15$	Ø45,002	Наплавлення
2	Поверхні під роликотідшипник зносились	Ø65,02	Ø64,1	Ø65,002	Наплавлення
3	Шліці зносились по товщині	$h=10,55$	$h=9,45$	$h=10,53$	Наплавлення
4	На зубах шестерні заусенці	8,43	8,23	8,40	Наплавлення
5	Різьба пошкодилась	M32x1,5	Ø30,160	-	Нарізання різьби M30x1,5

Ремонт вал-шестерні полягає у відновленні:

- 1) зовнішньої поверхні під розпірну втулку і поверхні під роликотідшипник номінального діаметра Ø 45,018 мм;
- 2) поверхні під роликотідшипник номінального діаметра Ø 65,021 мм;
- 3) шліців по товщині;
- 4) зубів шестерні;
- 5) різьби.

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

ДРМТВАТАМ 23.20099.000. ПЗ

Арк.

## 4.2 Обґрунтування розміру виробничої партії

Розмір виробничої партії [15] для відновлення вал-шестерні, дет./день:

$$X = \frac{N * n * u}{\Phi_{\text{дні}}} * K_m, \quad (4.1)$$

де  $N = 3500$  шт. – програма деталей (на рік);

$n = 1$  – число вал-шестерень у редукторі;

$u = 10$  – запас деталей (у днях) для забезпечення неперервності складання;

$\Phi_{\text{дні}}$  – число робочих днів у році;

$K_m = 0,40$  – маршрутний коефіцієнт відновлення деталей.

$$X = \frac{3500 * 1 * 10}{253} * 0,40 = 55,34.$$

Приймаємо  $X = 54$  дет./день.

## 4.3 Аналіз і вибір методу відновлення вал-шестерні

Можливі та прийняті методи відновлення вал-шестерні наведені у табл. 4.2.

					ДРМТВАТАМ 23.20099.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.2 – Вибір методу відновлення вал-шестерні

№	Дефект	Можливий метод усунення дефекту	Прийнятий метод усунення дефекту
1	Зовнішня поверхня під розпірну втулку зносилась.	Вібродугове наплавлення. Наплавлення у вуглекислому газі.	Вібродугове наплавлення.
2	Поверхні під роликотідшипники зносились.	Вібродугове наплавлення. Наплавлення у вуглекислому газі.	Вібродугове наплавлення.
3	Шліци по товщині зносились.	Наплавлення у вуглекислому газі. Нанесення покриттів електроконтактним приварюванням стрічки.	Наплавлення у вуглекислому газі.
4	На зубах шестерні заусенці.	Наплавлення у вуглекислому газі. Вібродугове наплавлення.	Наплавлення у вуглекислому газі.
5	Різьба пошкоджена.	Напилення різбової поверхні, обточування та нарізання нової різьби. Нарізання різьби зі зменшеним розміром.	Нарізання різьби зі зменшеним розміром.

#### 4.4 Послідовність операцій ТП відновлення вал-шестерні

Послідовність операцій ТП відновлення вал-шестерні наведена у табл. 4.3.

Таблиця 4.3 – Схема ТП відновлення вал-шестерні

Дефект	Метод усунення	№ операції	Найменування операції	Установча база
Зовнішня поверхня під розпірну втулку зношується.	Вібродугове наплавлення.	1	Додання правильної геометричної форми.	Базування по зовнішніх циліндричних поверхнях.
		2	Наплавлення.	
		3	Обточування.	
		4	Шліфування.	
Поверхні під ролико-підшипники зношуються.	Вібродугове наплавлення.	1	Додання правильної геометричної форми.	Базування по зовнішніх циліндричних поверхнях.
		2	Наплавлення.	
		3	Обточування.	
		4	Шліфування.	
Шліци по товщині зношуються.	Наплавлення у вуглекислому газі.	1	Додання правильної геометричної форми.	Базування по зовнішніх циліндричних поверхнях.
		2	Наплавлення.	
		3	Обточування.	
		4	Шліфування.	
На зубах шестерень заусенці.	Наплавлення у вуглекислому газі.	1	Додання правильної геометричної форми.	Базування по зовнішніх циліндричних поверхнях.
		2	Наплавлення.	
		3	Обточування.	
		4	Шліфування.	
Різьба пошкоджена.	Нарізка різьби меншого розміру.	1	Механічна обробка.	Базування по зовнішніх циліндричних поверхнях.
		2	Нарізування різьби.	

#### 4.5 Розрахунки припусків на механічну обробку вал-шестерні

Значення припусків при різних видах обробки [16, 17]:

- точіння чорнове (0,20 – 2,2) мм;
- точіння чистове (0,10 – 0,18) мм;
- шліфування чорнове (0,10 – 0,22) мм;
- шліфування чистове (0,01 – 0,06) мм;
- наплавлення (0,60 – 1,2) мм.

Припуск на обробку посадкової поверхні під підшипник при відновленні наплавленням, мм [16, 17]:

$$Q = \frac{D_{\max} - D_{\min}}{2}, \quad (4.2)$$

Максимальний діаметр після наплавлення поверхні під розпірну втулку (див. табл. 4.1) [18]:

$$D_{\max} = D_{\text{ном}} + 2\delta_1 + 2\delta_2 + 2\delta_3 + 2\delta_4 \quad (4.3)$$

де  $D_{\text{ном}} = 45,018$  мм – номінальний діаметр поверхні під розпірну втулку;

$2\delta_1 = 1,0$  мм – припуск на чорнову обробку точінням;

$2\delta_2 = 0,4$  мм – припуск на чистову обробку точінням;

$2\delta_3 = 0,4$  мм – припуск на чорнове шліфування (на діаметр);

$2\delta_4 = 0,2$  мм – припуск на чистове шліфування (на діаметр)

Тоді:

$$D_{\max} = 45,018 + 1,0 + 0,4 + 0,4 + 0,2 = 47,18 \text{ мм.}$$

Мінімальний діаметр [18]:

$$D_{\min 1} = D_{\text{zn}} - 2\delta_4 \quad (4.4)$$

					ДРМТВАТАМ 23.20099.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

де  $D_{zn} = 44,15$  мм – діаметр зношеної поверхні (див. табл. 4.1);

Тоді:

$$D_{min1} = 44,15 - 0,2 = 43,95 \text{ мм.}$$

Звідси товщина наплавлюваного шару:

$$Q = \frac{47,18 - 43,95}{2} = 3,23 \text{ мм}$$

#### 4.6 Вибір обладнання, пристосувань, робочого й вимірювального інструменту

Вибір обладнання, пристосувань, робочого й вимірювального інструменту розміщено у табл. 4.4.

Таблиця 4.4 – Вибір обладнання, пристосувань, робочого й вимірювального інструменту

№	Найменування операції	Обладнання	Пристосування	Інструмент	
				робочий	вимірюв.
1	2	3	4	5	6
1	Наплавлення з наступним обточуванням і шліфуванням.	Токарно-гвинторізний верстат 1К612М. Токарний верстат ГС526У-02. Круглошліфувальний верстат CG2550-AL.	Установка наплавлювальна УСН 900-8000ГФ.	Різець токарний прохідний прямий 25x16x140 Т15К6 ДЕСТ 18878-73. Електродний дріт.	Штангенциркуль ШЦ-1-125 ДЕСТ-166-74. Мікрометр МК-25-75 ДЕСТ 6507-90.

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

ДРМТВАТАМ 23.20099.000. ПЗ

Арк.

1	2	3	4	5	6
2	Токарна з наступним наплавленням і шліфуванням.	Токарно-гвинторізний верстат 1К612М. Токарний верстат ГС526У-02. Круглошліфувальний верстат СГ2550-АЛ.	Установка для газодинамічного напилювання ДИМЕТ-405.	Різець токарний прохідний прямий 25х16х140 Т15К6 ДЕСТ 18878-73. Електродний дріт.	Штангенциркуль ШЦ-1-125 ДЕСТ-166-74. Мікрометр МК-25-75 ДЕСТ 6507-90.
3	Фрезерна, фрезерування шліцьових пазів.	Верстат горизонтально-фрезерний 6Т82Г.		Дискова фреза тристороння 90х12х27 Р6М5 ДЕСТ 28527-90.	Штангенциркуль ШЦ-1-125 ДЕСТ-166-74.
4	Токарна з видаленням старої різьби і наступним нарізуванням нової.	Верстат токарно-гвинторізний 1К62М.		Різець токарний прохідний прямий 25х16х140 Т15К6 ДЕСТ 18878-73.	

#### 4.7 Розрахунок основного часу для відновлення вал-шестерні

При вібродуговому наплавленні основний час для відновлення вал-шестерні (поверхня під розпірну втулку і роликотідшипник), хв. [18]:

$$T_o = \frac{L * i}{S * n} = \frac{\pi * D_{\min} * l * i}{1000 * V_n * S}, \quad (4.5)$$

де  $L = 141 - 82 = 59$  мм – довжина наплавлюваної поверхні (див. рис. 2.1);  
 $i = 1$  – число проходів;  
 $S = 3,0$  мм/об. – подача (крок наплавлення) [18];  
 $n = 3,5$  об/хв. – частота обертання наплавлюваної вал-шестерні;  
 $D_{min1} = 43,95$  мм – діаметр наплавлюваної поверхні (формула 4.4);  
 $V_n = 1,5$  м/хв. – швидкість наплавлення (колова швидкість вал-шестерні)  
[18].

$$T_o = \frac{3,14 * 43,95 * 59 * 1}{1000 * 1,5 * 3,0} = 1,81 \text{ хв.}$$

#### 4.8 Розрахунки норм часу та режимів обробки вал-шестерні

Розрахунки штучного часу вібродугового наплавлення ділянки вал-шестерні діаметром  $D_{min1} = 43,95$  мм: товщина наплавлюваного шару  $Q = 3,23$  мм; довжина наплавлюваної поверхні  $L = 59$  мм.

1) Розрахунки основного часу, хв. [16 – 18]:

$$T_o = \frac{L * i}{n_{г-ш} * p}, \quad (4.6)$$

де  $i = 1$  – число проходів наплавлення;

$n_{г-ш}$  – частота обертання вал-шестерні, об./хв.;

$p = 3,2$  мм/об. – подача (крок наплавлення) [18];

$$n_{г-ш} = 318 \frac{V_n}{D_{min1}}, \quad (4.7)$$

					ДРМТВАТАМ 23.20099.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

де  $V_n = 1,8$  м/хв. – швидкість наплавлення (колова швидкість вал-шестерні)  
[18].

Тоді:

$$n_{\text{в-ш}} = 318 \frac{1,8}{43,95} = 13,02 \text{ об./хв.}$$

$$T_o = \frac{59 * 1}{13,02 * 3,2} = 1,42 \text{ хв.}$$

2) Розрахунки допоміжного часу, хв. [16, 17]:

$$T_{\text{доп}} = T_{\text{устан}} + T_{\text{наплав}}, \quad (4.8)$$

де  $T_{\text{устан}} = 1,0$  хв. – коефіцієнт установки вал-шестерні вагою 4,12 кг у трикулачковому патроні [16, 17];

$T_{\text{наплав}} = 1,33$  хв. – тривалість наплавлення.

Тоді:

$$T_{\text{доп}} = 1,0 + 1,33 = 2,33 \text{ хв.}$$

3) Розрахунки додаткового часу, хв. [16, 17]:

$$T_{\text{дод}} = \frac{T_o + T_{\text{доп}}}{100} * E, \quad (4.9)$$

де  $E = 20$  % – додатковий час у відсотковому відношенні до оперативного  
[16, 17].

Тоді:

					ДРМТВАТАМ 23.20099.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

$$T_{доод} = \frac{1,42 + 2,33}{100} * 20 = 0,75 \text{ хв.}$$

4) Розрахунки штучного часу, хв. [16, 17]:

$$T_{ум} = T_o + T_{дон} + T_{доод} . \quad (4.10)$$

Тоді:

$$T_{ум} = 1,42 + 2,33 + 0,75 = 4,5 \text{ хв.}$$

#### 4.9 Розрахунки трудомісткості робіт на дільниці відновлення вал-шестерні

Сумарна трудомісткість виконання річної виробничої програми відновлення вал-шестерні, хв. [16, 17]:

$$T_{рік} = \sum T_{відн.i} * N, \quad (4.11)$$

де  $T_{відн.i} = 32,45$  хв. – трудомісткість відновлення і-го дефекту вал-шестерні (сума норм часу на кожну операцію відновлення);

$N = 4000$  шт. – програма деталей (на рік).

Тоді:

$$T_{рік} = 32,45 * 3500 = 113575 \text{ хв.} = 1892 \text{ год.}$$

#### 4.10 Розрахунки кількості робітників для відновлення вал-шестерні

Кількість виробничих робітників, чол. [16, 17]:

					ДРМТВАТАМ 23.20099.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

$$BP = \frac{T_{рік}}{\Phi_{рік}}, \quad (4.12)$$

де  $\Phi_{рік}$  – річний фонд часу штатного працівника, год..

$$\Phi_{рік} = (K_{рік} - K_{відп} - K_{поваж}) * T_{зм} \quad (4.13)$$

де  $K_{рік} = 253$  днів – кількість робочих днів у році;

$K_{відп} = 24$  днів – число днів відпустки для ремонтників;

$K_{нов} = 2$  днів – число днів невиходу на роботу з поважних причин;

$T_{зм} = 8$  год. – тривалість зміни при п'ятиденній робочій неділі.

Тоді:

$$\Phi_{рік} = (253 - 24 - 2) * 8 = 227 * 8 = 1816 \text{ год.}$$

$$BP = \frac{2704}{1816} = 1,49 \text{ чол.}$$

Приймаємо 2 робітника для відновлення вал-шестерні.

#### 4.11 Розрахунки кількості основного обладнання для відновлення

Кількість основного обладнання на одну операцію, шт. [16, 17]:

$$O = \frac{T_{рік}}{\Phi_{обл}}, \quad (4.14)$$

де  $\Phi_{обл} = K_{рік} * T_{зм}$ , год. – фонд часу роботи обладнання [16, 17].

Тоді:

					ДРМТВАТАМ 23.20099.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

$$\Phi_{обл} = 253 * 8 = 2024 \text{ год.}$$

$$O = \frac{1892}{2024} = 0,94$$

Тому приймаємо:

- круглошліфувальний верстат 1 шт.;
- токарний верстат 1 шт.;
- токарно-гвинторізний верстат 1 шт.;
- горизонтально-фрезерний верстат 1 шт.;

Параметри основного обладнання наведено у табл. 4.5.

Таблиця 4.5 – Основне обладнання для наплавлення вал-шестерні

№	Найменування	Тип, марка, модель	Кількість	Габаритні розміри	Площа, м <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6
1	Круглошліфувальний верстат.	CG2550-AL.	1	2100 x 1200	2,52
2	Токарний верстат.	ГС526У-02.	1	3600 x 1500	5,40
3	Токарно-гвинторізний верстат.	1К612М	1	2820 x 1170	3,30
4	Верстат горизонтально-фрезерний.	6Т82Г	1	2360 x 1755	4,14
5	Установка наплавлявальна.	УСН 900-8000ГФ	1	-	Знаходиться на токарному верстаті.
6	Стелаж для деталей.	-	2	1800 x 900	3,24
7	Верстак слюсарний.	-	1	1300 x 550	0,72

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

ДРМТВАТАМ 23.20099.000. ПЗ

Арк.

1	2	3	4	5	6
8	Набір інструментів.	-	2	-	Знаходиться у верстаку.
9	Пожежний щит.	-	1	1450 x 350	0,51
10	Ящик з піском.	-	1	700 x 500	0,35
11	Умивальник.	-	1	450 x 450	0,20
	Площа основного обладнання (1-5)		5		15,36
	Площа допоміжного обладнання (6-11)		8		5,02
	Всього		13		20,38

#### 4.12 Розрахунки площі ділянки відновлення вал-шестерні

Площа ділянки відновлення, м<sup>2</sup> [16, 17]:

$$S_{\text{дільн}} = k_{\text{обладн}} * \Sigma S_{\text{обладн}}, \quad (4.15)$$

де  $S_{\text{обладн}} = 20,38 \text{ м}^2$  – сумарна площа обладнання;

$k_{\text{обладн}} = 4,2$  – коефіцієнт щільності розміщення обладнання.

Тоді:

$$S_{\text{дільн}} = 4,2 * 20,38 = 855,96 \text{ м}^2.$$

Приймаємо  $S_{\text{дільн}} = 900 \text{ м}^2$  (проект ділянки відновлення вал-шестерні наведено на рис. Б4).

У додатку А наведено:

– рис. Б2 – Карта ескізів: операція 005 Дефектація;

– рис. Б3 – Карта ескізів: операція 030 Шліфувальна.

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

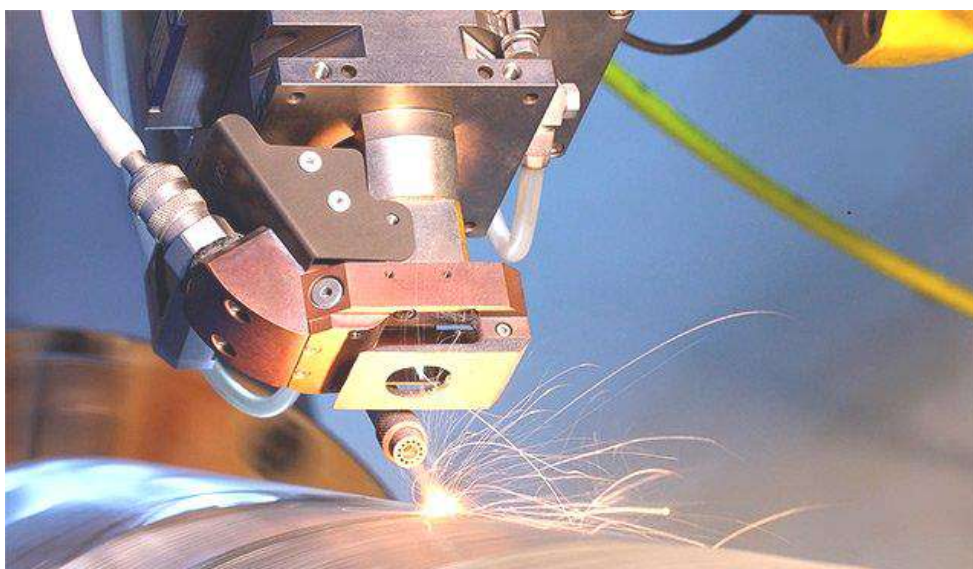
ДРМТВАТАМ 23.20099.000. ПЗ

Арк.

## 5 Технологія вібродугового наплавлення вал-шестерні заднього мосту самоскида ЗІЛ-5321 «Бичок»

### 5.1 Загальні поняття про вібродугове наплавлення

Кращий спосіб відновлення зношених частин деталей (вал, обід колеса, диск, тобто тіла обертання) – вібродугове наплавлення: на відміну від газокисневого та інших дугових методів ним забезпечується рівномірність нанесення наплавлюваного металу на відновлювану деталь [19] (рис. 5.1).



**Рисунок 5.1 – Нанесення покриття вібродугове наплавленням**

Від інших способів вібродугове наплавлення відрізняється наступним [20]:

- при відновленні деталі кінець електродного дроту коливається у площині, яка перпендикулярна до відновлювальної поверхні;
- наплавлений шар металу примусово прохолоджують.

Процес здійснюється нестабільною дугою (на стадії тліючого розряду) комбіновано з коротким замиканням електричного зварювального ланцюга,

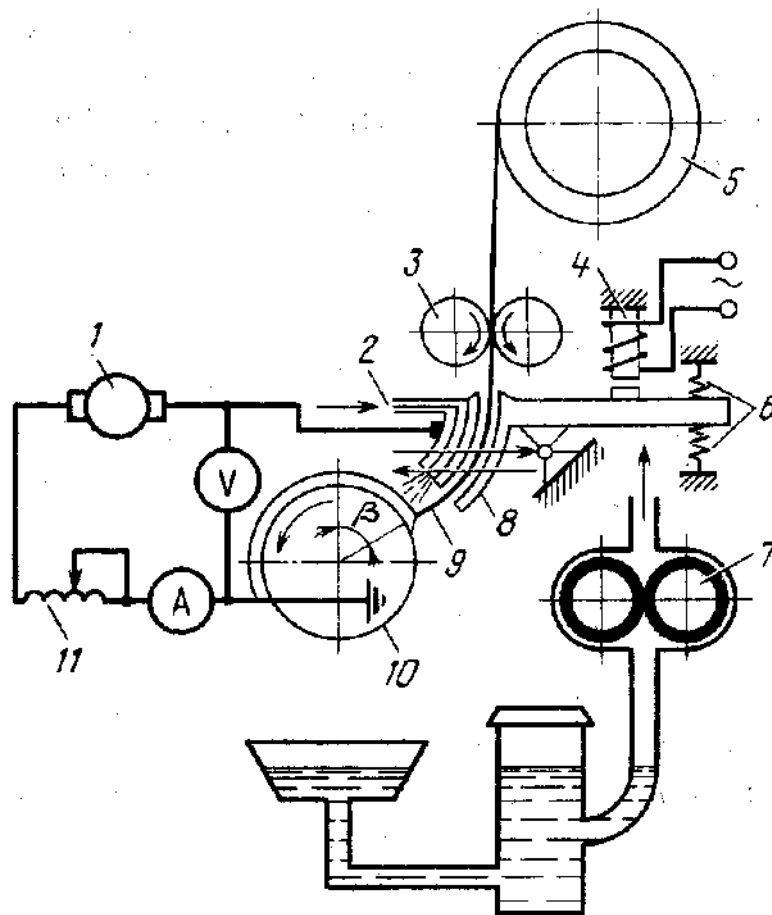
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

ДРМТВАТАМ 23.20099.000. ПЗ

Арк.

який періодично повторюється, що зм'якшує тепловий режим наплавлення. Перенос металу в режимі коротких замикань краще формує наплавлювані валики.

Вібродугове наплавлення проводять на установці (рис. 5.1) сталевим дротом 9, який подають через мундштук 8 до зіткнення з поверхнею вал-шестерні 10.



1 — джерело зварювального струму; 2 — штуцер для подачі охолоджуючої рідини; 3 — механізм подачі електродного дроту; 4 — електровібратор; 5 — касета з електродним дротом; 6 — урівноважуючі пружини; 7 — насос для подачі охолоджуючої рідини; 8 — мундштук; 9 — електрод; 10 — наплавлювана вал-шестерня; 11 — дросель

**Рисунок 5.1 – Схема установки для вібродугового наплавлення**

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

ДРМТВАТАМ 23.20099.000. ПЗ

Арк.

До деталі й дроту підводиться зварювальний струм (низька напруга). При зіткненні електроду 9 з вал-шестернею 10 по дроту протікає струм короткого замикання, який розплавляє поверхню деталі в місці контакту. При цьому торець електроду нагрівається до температури плавлення. При такій взаємодії виникає структурний зв'язок між поверхнею вал-шестерні й наплавленим металом. Через коливальний рух мундштука 8 торець електроду 9 короткочасно відходить від поверхні вал-шестерні 10. Тому в розриві зварювального електричного ланцюга утворюється іскровий розряд з переходом у стадію тліючого. Він продовжується до моменту чергового зіткнення торця електроду з поверхнею вал-шестерні [19].

Користь при виконанні електродом такого коливального циклу – під час короткого замикання зварювального ланцюга переважна кількість тепла акумулюється у вильоті електроду, а також у невеликому мікрооб'ємі поверхневого шару вал-шестерні. У даному випадку температура рідкої ванни сягає (1450 – 1500) °С, тобто не більше температури плавлення сталі, що сприяє зм'якшенню теплового режиму наплавлення й не дає вигоряти й випаровуватись хімічним компонентам металу.

Також стадію тліючого розряду при віддаленні торця електроду від поверхні вал-шестерні використовують, щоб попередньо підігріти поверхню деталі перед наплавленням чергової порції металу. Якщо температура стабільної дуги у середній частині становить  $t \approx 6000$  °С, то дуга на стадії тліючого розряду має  $t < 4000$  °С. Це зм'якшує тепловий режим наплавлення [19]. Крім того, молекули азоту, які містяться у повітрі, при цій температурі не дисоціюють, і тому N залишається хімічно нейтральним відносно Fe. Тому вібродугове автоматичне наплавлення забезпечує високу якість наплавлення без застосування захисних флюсів, газів тощо.

Також у зону наплавлення можна подавати охолоджуючу рідину (2,5 – 6)%-ий водяний розчин кальцинованої соди або 20%-ий водяний розчин

					ДРМТВАТАМ 23.20099.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		



Вібродугове наплавлення застосовують для відновлення як сталевих, так і чавунних деталей. Наплавлення низьковуглецевим дротом (наприклад, Св-08) поверхня легко обробляється різцем. Щоб одержати зносостійкі поверхні, застосовуються дроти Нп-50Г, Нп-65Г, Нп-30ХГСА, Нп-40Х13 та ін. [19].

Коефіцієнт корисної дії вібродугового наплавлення низький внаслідок того, що при частоті струму вібратора в 50 Гц дотик електроду до вал-шестерні складає 0,01 с. Тобто 65% часу процесу – холостий хід [20]. Але без цієї фази наплавлення не відбувається.

За період дотику електроду й вал-шестерні в місці контакту струм зростає до 400 А/мм<sup>2</sup> з нагрівом електроду у місці дотику внаслідок стрибка температури до критичних станів.

На товщину наплавлюваного на вал-шестерню металу мають вплив дві швидкості:

- обертання заготовки (колова швидкість, залежна від діаметра деталі)
- подачі наплавлюваного електроду.

Збільшення швидкості обертання призводить до утворення вузького і тонкого валика з малою швидкістю нарощування покриття. А зниження – до швидшого збільшення наплавлюваної поверхні в діаметрі. Крім цього, щоб збільшити товщину нарощуваного шару металу потрібен товстіший дріт.

Щоб у нарощуваному шарі не з'являлись каверни, уникають збільшення швидкості обертання заготовки й виставляють мінімальну швидкість, так як при підвищенні обертання збільшується кількість каверн [20].

Також при забрудненні вал-шестерні мастилами утворюється пористе неякісне наплавлення металу.

					ДРМТВАТАМ 23.20099.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

## 5.2 Обладнання для вібродугового наплавлення

Принцип обладнання для рівномірного нанесення металу – суміщення деталі обертання, яка закріплена на валу токарного верстату, з необхідною для неї вільною зоною для віброелектродугової насадки або наплавлювальної головки (розміщують на місці штатного супорта верстата або кріплять на ньому).

### 5.2.1 Будова й призначення віброелектродугової насадки

Віброелектродугова насадка – це механічний вібратор або електромагнітна установка, що працює за принципом соленоїда в реле: стержень-електрод, який розміщено усередині обмотки, коливається подаваним змінним струмом. В електромагнітних і механічних вібраторів частота коливань стержня-електроду чи наплавного рівна (50 –100) Гц [20].

Переміщеннями стержня в обмотці викликаються його короточасні дотики до наплавлюваної вал-шестерні й відриви від неї:

- дотик викликає коротке замикання;
- напруга стає нульовою;
- струм стрибкоподібно наростає.

При відриві:

- напруга стрибає;
- струм переривається;
- між деталлю й електродом виникає дуга.

Тому в ланцюг включили котушку індуктивності: у ланцюзі не вистачає напруги для дуги розряду, а імпульсна подача напруги й струму викликає потрібну дугу.

					ДРМТВАТАМ 23.20099.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

В електродугову насадку входять джерело зварювального струму й наплавлювальна головка УАНЖ-5 (УАНЖ-6, ВДГ-5, АБС, А-384, А-409, А-580 та інші).

Вібродугова головка забезпечується наступними складовими:

- роликами подачі дроту;
- опорними вузлами;
- вібратором з двигуном (для коливання електроду);
- наконечником, щоб підводити електрод до вал-шестерні.

Вібратором відривається електрод від вал-шестерні, а на ній залишається його розплавлена частка. Під впливом залишкового імпульсу в обмотці:

- електрод віддаляється від вал-шестерні;
- відстань збільшується;
- струм падає до нуля;
- дуга гасне;
- настає фаза холостого ходу.

Періодичність процесу –  $(50 - 100) \text{ с}^{-1}$ : тобто у чергуванні холостого ходу й дотиків з дугою метал електроду наплавляється на зношену поверхню.

Джерело нагромадження енергії під час розімкнутого стану електричного кола – це індуктивність, введена в ланцюг дуги. Вона фазово зрушує напругу й струм. Через це перехід струму через нульову фазу викликає електрорушійну силу самоіндукції, яка збігається за напрямком з напругою випрямленої мережі. Це допомагає повторно виникнути дузі після розриву ланцюга та її стійкому горінню між дотиком і холостим ходом. Частина електроду після короткого замикання й відриву в результаті імпульсу в обмотці залишається на вал-шестерні у розплавленому стані.

## 5.2.2 Додаткові технічні умови вібродугового наплавлення

### 5.2.2.1 Охолодження наплавлюваної поверхні

Для запобігання перегріву вал-шестерні та її деформації (для збереження габаритів) наплавлювану поверхню охолоджують:

- (3 – 4)% водняним розчином кальцинованої соди;
- (10 – 20)% розчином технічного гліцерину;
- потоками холодного повітря.

Якщо місце подавання охолоджувальних речовин збігається з місцем горіння дуги, то порушується якість наплавлення. Тому одночасно з вібраторами встановлюється магістраль, по якій подається охолоджувальні речовини. При цьому застосовують регульовальні механізми подачі водної чи гліцеинової суміші, або повітряний вентиль. Крім цього, охолоджувальний розчин запобігає процесам азотування й кисневого окиснювання наплавленого металу.

### 5.2.2.2 Забезпечення стабільності процесу наплавлення

Відносно стабільності процесу наплавлення свідчать показання амперметра й рівномірність характерного тріскучого звуку в момент процесу: так як частота коливань напруги та струму становить (50-100) Гц [20], стрілка приладу не встигає коливатися (буде стояти на місці). А це свідчить про стабільність наплавлення. У протилежному випадку утворюються каверни, а шар буде нерівним і пухким.

					ДРМТВАТАМ 23.20099.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

### 5.2.2.3 Видаткові матеріали для нарощування металу

Для наплавлення використовують наступні типи дроту [19 – 20]:

- Св-15 для наплавлення металу на вироби із чавуну (забезпечує поверхню особливою твердістю при незначній крихкості);
- Св-08А, Св-08ГС, Св-12ГС, Св-08Г2С, Св-18ХГС, Св-18ХГСА, Нп-50 (65Г), Нп-30ХГСА, ОЗН-300М, Т-590 для наплавлення сталевих шарів.
- порошкові дроти ПП-АНЗ, ПП-АН4, ПП-Х12ВФТ, ПП-ЗХ2В8Т, ПП-Р18Т, ПП-Р19Т;
- дріт пружинного типу за ДЕСТ 9389-75.

### 5.2.2.4 Догляд за устаткуванням електродугового наплавлення

Щоб забезпечити безперебійну та стабільну роботу дугових насадок для наплавлення потрібно:

- постійно слідкувати за працездатністю устаткування;
- виставляти точні параметри процесу;
- застосовувати контрольно-вимірвальні прилади.

Якщо у голівці регулярно не замінювати й регулювати подавальний мундштук, то відбувається поломка роликів. А це призводить до вад в утвореному шарі (пропуски, раковини, каверни), що знижує якість відновлення.

Таким чином, для вібродугового наплавлення ділянки вал-шестерні діаметром  $D_{min1} = 43,95$  мм товщиною наплавленого шару  $Q = 3,23$  мм і довжиною наплавленої поверхні  $L = 59$  мм приймаємо (див. табл. 5.1) [19-20]: діаметр електродного дроту Т-590 ДЕСТ 10051-75  $d_{en} = 2,2$  мм; силу струму  $I = 110$  А; щільність струму  $q = 120$  А/мм<sup>2</sup>; напругу дуги  $U = 20$  В; подачу дроту  $s = 72$  м/год. (0,020 м/с); швидкість подачі дроту  $V_n = 130$  м/год.; швидкість наплавлення 30 м/год.; крок наплавлення 1,8 мм/об.; амплітуду вібрації

					ДРМТВАТАМ 23.20099.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

електроду 2,0 мм; продуктивність наплавлення 1,2 кг/год. ( $0,4 \cdot 10^{-5}$  кг/с); швидкість подачі електроду 22 м/год.; витрату охолоджувальної рідини (5%-вий водяний розчин кальцинованої соди) 0,3 л/хв.; відстань охолоджувальної рідини від електроду 35 мм.

При цьому твердість наплавленого металу становитиме HRC 58 – 64.

Обладнання для вібродугового наплавлення вал-шестерні: джерело живлення електричної дуги – генератор АНД-500/250; випрямляч ВСА-600/300; перетворювач ПД-305; індуктивний опір – дросель ДР-0,4-0,34 (послідовне включення у відновлювальне коло); головка ОКС- ОКС-1252; електромагнітний вібратор УАНЖ-5.

					ДРМТВАТАМ 23.20099.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

## Висновки по роботі

1. Наведені загальні відомості й технічні характеристики самоскида ЗІЛ-5321, а також будова, діагностика стану, складання, випробування, регулювання його заднього мосту.

2. Представлені хімічний склад і технологічні особливості (термообробка, зварюваність, оброблюваність різанням, механічні властивості, температура критичних точок) матеріалу вал-шестерні (сталь 45ХС). Термообробка вал-шестерні наступна:

– гартування в електропечі після наплавлювання при  $t = (840 - 870) \text{ }^\circ\text{C}$  протягом  $T_p = 35$  хв.; охолодження протягом  $T_o = 10$  хв.; охолодження у ванні з водою протягом  $T_o = 10$  хв. (HRC 58 – 62);

– відпустка після гартування протягом 2 год. при  $t = 400 \text{ }^\circ\text{C}$  (HRC 42 – 44).

3. Для вал-шестерні редуктора заднього мосту самоскида ЗІЛ-5321 «Бичок»:

– проаналізовані дефекти;  
– обґрунтований розмір виробничої партії;  
– проведено аналіз і вибраний метод її відновлення;  
– розроблений ТП відновлення з розрахунками припусків на механічну обробку; вибором обладнання, пристосувань, робочого й вимірювального інструменту; розрахунками норм часу та режимів обробки.

Для проектування ділянки відновлення проведені розрахунки трудомісткості робіт, кількості робітників та основного обладнання.

4. Розроблена технологія вібродугового наплавлення вал-шестерні та призначені відповідні матеріали з параметрами процесу:

– діаметр електродного дроту Т-590 ДЕСТ 10051-75  $d_{el} = 2,2$  мм;

– сила струму  $I = 110$  А;

– щільність струму  $q = 120$  А/мм<sup>2</sup>;

– напруга дуги  $U = 20$  В;

					ДРМТВАТАМ 23.20099.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		



## Список літератури

1. Коваленко В. М. Діагностика і технологія ремонту автомобілів: підруч. / В. М. Коваленко, В. К. Щуріхін. — Київ: Літера ЛТД, 2017. — 224 с.
2. Форнальчик Є. Ю. Технічна експлуатація та надійність автомобілів: Навчальний посібник / Є. Ю. Форнальчик, М. С. Оліскевич, О. Л. Мастикаш, Р. А. Пельо. – Львів: Афіша, 2004. – 492с.
3. Проектування ТП відновлення деталей і ремонту складальних одиниць [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://studfile.net/preview/5853311/page:11/>
4. ЗІЛ-5301: технічні характеристики, вантажепід'ємність автомобіля-самоскида [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://machinspec.com/str/samosval/zil-5301.html>
5. ЗІЛ-5301 (Бичок) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://guzovo.com/zil-5301-bychok.html>
6. Самоскид ЗІЛ-5301 «Бичок» – велика потужність при компактних розмірах [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://allspectech.com/guzovaya-tehnika/samosvaly/avtosamosvaly/zil-5301-bichok.html>
7. Ведучий міст ЗІЛ-5301 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://autoruk.ru/zil-5301/vedushchij-most-zil-5301>
8. Діагностика стану заднього мосту ЗІЛ-5301 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://autoruk.ru/zil-5301/diagnostika-sostoyaniya-zadnego-mosta-zil-5301>
9. Складання заднього мосту ЗІЛ-5301 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://autoruk.ru/zil-5301/sborka-zadnego-mosta-zil-5301>
10. Регулювання головної передачі ЗІЛ-5301 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://autoruk.ru/zil-5301/regulirovka-glavnoj-peredachi-zil-5301>

					ДРМТВАТАМ 23.20099.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

11. Сталь марки 40ХС [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://metallcheckiy-portal.ru/marki\\_metallov/stk/40XS](https://metallcheckiy-portal.ru/marki_metallov/stk/40XS)

12. Характеристика матеріалу 40ХС [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://www.splav-kharkov.com/mat\\_start.php?name\\_id=166](http://www.splav-kharkov.com/mat_start.php?name_id=166)

13. Сталь 40ХС характеристики [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://metall.life/marochnik/stal-40XC>

14. Соболев О. В. Матеріалознавство: лабораторний практикум для студентів матеріалознавчих, машинобудівних та металургійних спеціальностей усіх рівнів освіти / О. В. Соболев, О. О. Павлюченко. – Х. : НТУ «ХПІ», 2015. – 544 с.

15. 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.

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

17. 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.

18. 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.

19. Процес вібродугового наплавлення металу [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://martensit.ru/termoobrabotka/vibrodogovaya-naplavka/>

					ДРМТВАТАМ 23.20099.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

20. Вібродугове наплавлення деталей [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://studfile.net/preview/2069495/page:32/>

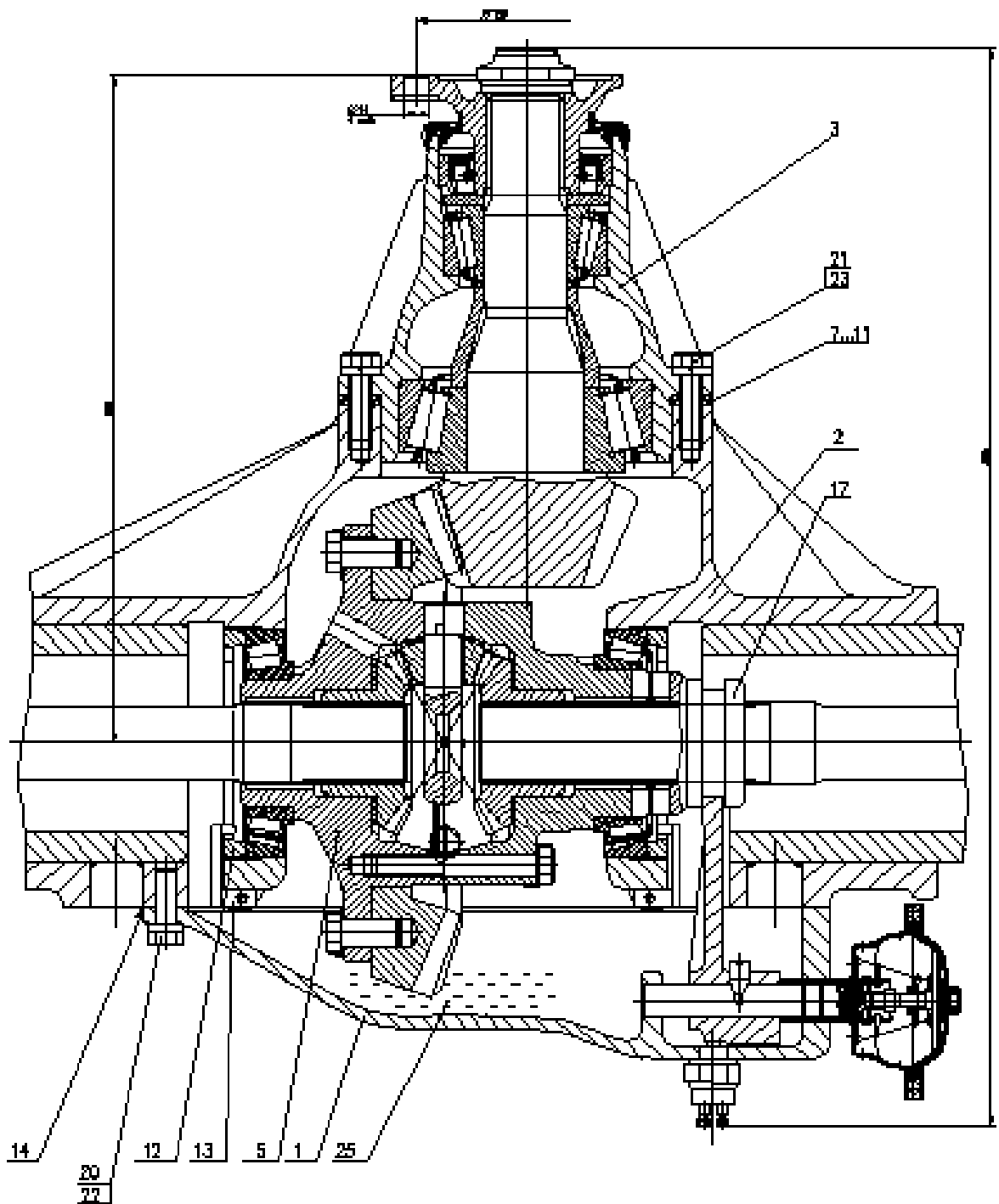
					ДРМТВАТАМ 23.20099.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

**Додатки**

					<b>ДРМТВАТАМ 23.20099.000. ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Графічне забезпечення дипломної роботи

					ДРМТВАТАМ 23.20099.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		



**Рисунок А1 – Головна передача заднього мосту самоскида ЗІЛ-5321  
«Бичок» (позначення – див. рис. 2.1) – AutoCAD**

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

ДРМТВАТАМ 23.20099.000. ПЗ

Арк.





Операція № 4. Слюсарно-складальна  
Установка ведучої шестерні в картер головної передачі

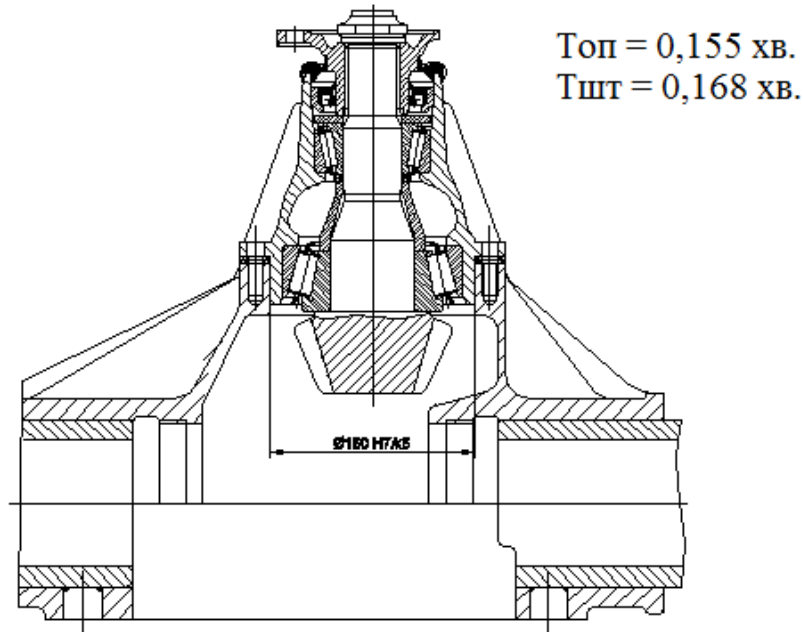


Рисунок А5 – Слюсарно-складальна операція № 4 (AutoCAD)

Операція № 5. Слюсарно-складальна  
Кріплення ведучої шестерні до картера головної передачі

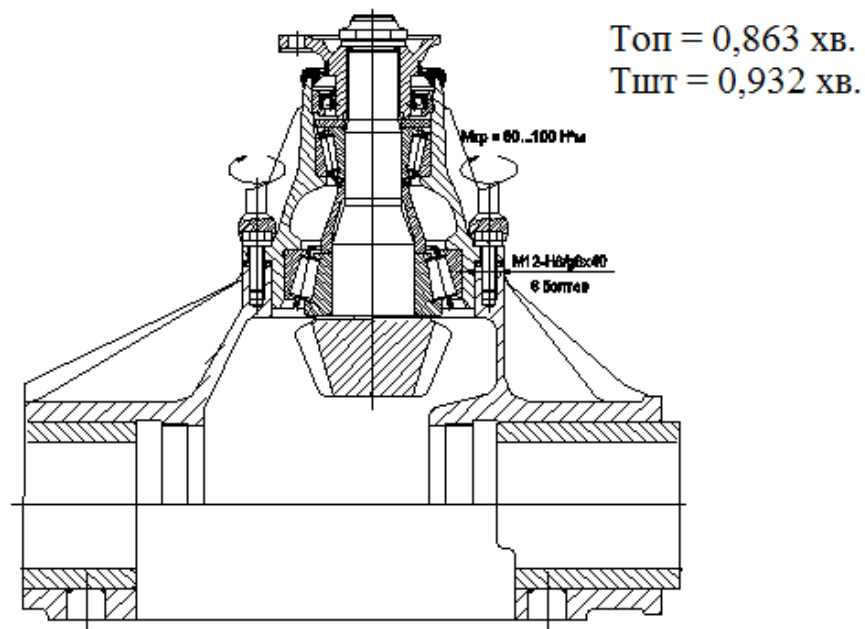


Рисунок А6 – Слюсарно-складальна операція № 5 (AutoCAD)

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

ДРМТВАТАМ 23.20099.000. ПЗ

Арк.

Операція № 8. Слюсарно-складальна  
Установка диференціалу

Топ = 3,012 хв.  
Тшт = 3,273 хв.

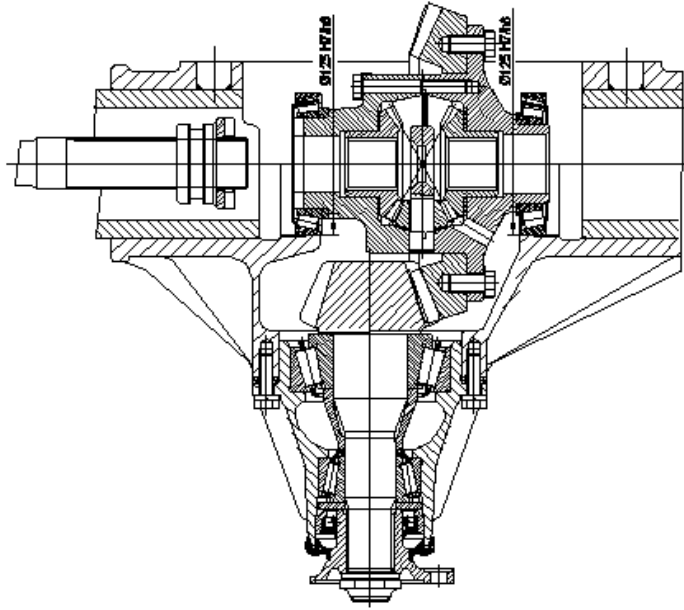
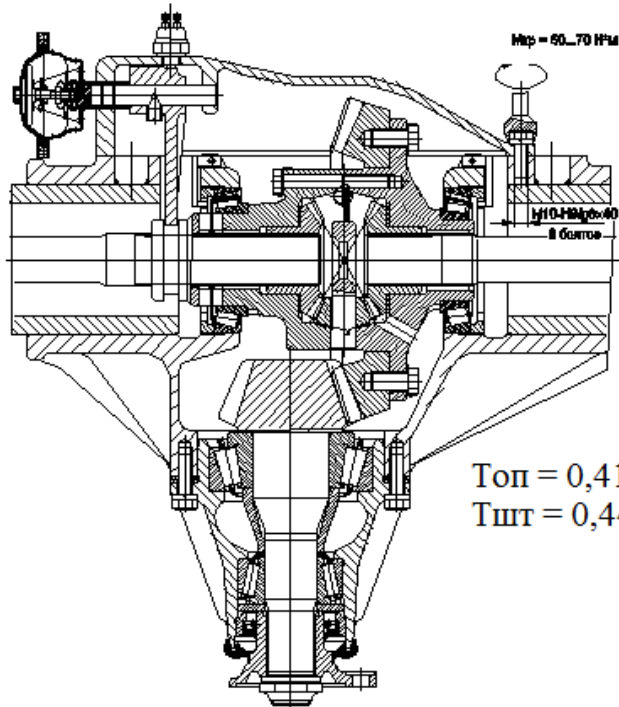


Рисунок А7 – Слюсарно-складальна операція № 8 (AutoCAD)

Операція № 14. Слюсарно-складальна  
Кріплення кришки картера мосту разом з  
механізмом блокування диференціалу



Топ = 0,415 хв.  
Тшт = 0,449 хв.

Рисунок А8 – Слюсарно-складальна операція № 14 (AutoCAD)

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

ДРМТВАТАМ 23.20099.000. ПЗ

Арк.