

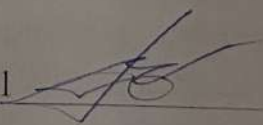
# ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

## до магістерської роботи

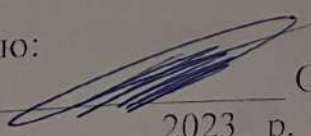
Галузь знань – 13 Механічна інженерія  
Спеціальність – 132 Матеріалознавство  
Рівень вищої освіти – Магістр  
Освітньо-професійна програма – Відновлення та технічний сервіс автомобілів

на тему: *«Підвищення довговічності автомобільних агрегатів і вузлів  
через використання технологій відновлення та повторного використання  
деталей в умовах сучасної транспортної галузі України»*

Шифр: МРТАМ 2322371 ПЗ

Виконав студент 2 курсу, група МТВАм-22-1  Олег ХІЛЬЧЕНКО

Керівник роботи к.т.н., доц.  Олег МАКОВКІЙ

До захисту допускаю:  
Зав. кафедри ТЛМ  Олександр ДИХА  
2023\_р.

14 12

Хмельницький, 2023 р.

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії, транспорту та архітектури

Кафедра трибології, автомобілів та матеріалознавства

Галузь знань 13 Механічна інженерія

Спеціальність – 132 Матеріалознавство

Рівень вищої освіти – Магістр

Освітньо-професійна програма – Відновлення та технічний сервіс автомобілів

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТАМ

проф., д.т.н. Диха О.В.

10 10 2023 року

**ЗАВДАННЯ**  
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Хільченку Олегу Андрійовичу

Прізвище, ім'я, по батькові

Тема проекту (роботи)

Підвищення довговічності автомобільних агрегатів і вузлів через використання технологій відновлення та повторного використання деталей в умовах сучасної транспортної галузі України»

Рівнік проекту (роботи)

Маковкін Олег Миколайович к.т.н., доцент

Прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання

Затверджено наказом університету від 15 серпня 2023р. № 28 додаток 30

Строк подання студентом проекту на кафедру 11 грудня 2023 року

Вихідні дані до проекту (роботи) Матеріали практики; робочі креслення сліджуваних деталей; нормативно – технологічна документація по розбиранню, ефектації, складанню і регулюванню вузлів гальмівного стенду; вимоги з охорони праці і безпеки роботи при виконанні ремонтних робіт; техніко – економічні показники роботи підприємства.

Вміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Аналіз стану питання; 2 Розробка конструкції гальмівного стенда для підвищення працездатності гальмівної системи автомобіля; 3 Технологічний процес; 4 Розрахунок ефективності спроектованої конструкції

Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень)

Графічна частина роботи представлена у вигляді презентації на слайдах

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

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

7. Дата видачі завдання 01.09.2023

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Прим.
1	Літературний огляд	18.09.2023	
2	Технологічний розділ	2.10. 2023	
3	Конструкторський розділ	23.10. 2023	
4	Оформлення розрахунково-пояснювальної записки	20.11. 2023	
5	Оформлення презентації бакалаврської роботи	27.11. 2023	
6	Нормоконтроль магістерської роботи	4.12. 2023	
7	Підписання розділів. Затвердження дати захисту	11.12. 2023	

Студент

Керівник проекту (роботи)

  
Підпис

  
Підпис

Олег ХІЛЬЧЕНКО  
Ініціали, прізвище

Олег МАКОВІКІН  
Ініціали, прізвище

## РЕФЕРАТ

У рамках випускної магістерської роботи запропонована розробка підвищення довговічності автомобільних агрегатів і вузлів через використання технологій відновлення та повторного використання деталей в умовах сучасної транспортної галузі.

Грунтуючись на високому рівні досліджень у сфері технічних інновацій та технологічного прогресу, а також на обстеженні актуальних літературних джерел і проведеному аналізі сучасних тенденцій в автомобільній промисловості, намір автора полягає у розробці концепції підвищення довговічності автомобільних агрегатів і вузлів. Зокрема, увага фокусується на використанні передових технологій відновлення та повторного використання деталей, спрямованих на оптимізацію ресурсу та функціональності автомобільних систем.

Одним із ключових напрямків дослідження є створення інноваційних методів відновлення деталей автомобільних агрегатів, спрямованих на збільшення їхньої ефективності та тривалості служби. Використання сучасних матеріалів і технологій ремонту може значно підвищити стійкість до зносу та забезпечити оптимальне функціонування автомобільних компонентів.

Випускна магістерська робота складається із шести розділів.

У першому розділі розглянуто обґрунтування актуальності ремонту карданної передачі.

У другому розділі розглянуто порівняння методів відновлення карданних передач.

У третьому розділі запропоновано технічне вдосконалення вибору та застосування обладнання для відновлення карданних валів.

У четвертому розділі представлено технологічний процес відновлення карданної передачі.


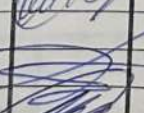
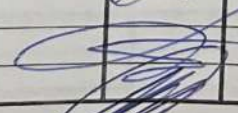

У п'ятому розділі представлено правила безпеки при роботі на гальмівному стенді автомобілів

У шостому розділі представлено розрахунок економічної ефективності.

Випускна магістерська робота складається з 88 сторінок, і містить у собі 11 ілюстрації, 7 таблиці, 25 джерел, 2 додатки.

Ключеві слова: ВІДНОВЛЕННЯ, НАПЛАВКА, ЕЛЕКТРОД, ЗНОС

ВСТУП		ЗМІСТ	
1. ОБГРУНТУВАННЯ АКТУАЛЬНОСТІ РЕМОНТУ			9
КАРДАННОЇ ПЕРЕДАЧІ			12
1.1	Призначення карданної передачі		12
1.2	Конструкція карданної передачі		13
1.3	Принцип роботи карданної передачі		18
1.4	Збереження та технічне обслуговування карданної передачі		22
1.5	Класифікація карданних передач		23
1.6	Обґрунтування теми та постановка завдання дослідження		25
2 ПОРІВНЯННЯ МЕТОДІВ ВІДНОВЛЕННЯ КАРДАННИХ ПЕРЕДАЧ			26
2.1	Методи відновлення карданних передач		26
2.2	Основи надійності та економії в ремонтно-відновлювальних роботах карданних валів		38
3. ВДОСКОНАЛЕННЯ ВИБОРУ ТА ЗАСТОСУВАННЯ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ КАРДАННИХ ВАЛІВ			40
3.1	Вибір обладнання		40
3.2	Розрахунок допустимих навантажень		44
4 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ВІДНОВЛЕННЯ КАРДАННОЇ ПЕРЕДАЧІ			47
4.1	Розбирання очищення миття та дефектування карданної передачі		47
4.2	Відновлення форми зношених деталей		50
4.3	Процес балансування карданного вала		62

					МРТАМ 2322371 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ доким.	Підпис	Дата				
Розроб.		Хільченко			Підвищення довговічності автомобільних агрегатів і вузлів через використання технологій відновлення та повторного використання деталей в умовах сучасної транспортної галузі України	Літ.	Арк.	Архів
Перевір.		Маковкін					5	88
Реценз.						ХНУ група МТВАМ-22-1		
Н. Контр.		Бадак						
Затверд.		Диха						

5. РОЗДІЛ ОХОРОНИ ПРАЦІ	65
5.1 Оцінка ризиків та впливу небезпек в розробленому технологічному процесі	65
6. ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ	71
6.1 Розрахунок капітальних вкладень	71
6.2. Розрахунок витрат на виробництво при проектуванні дільниць та цехів	79
6.3 Визначення виробничої собівартості	83
6.4 Розрахунок річної економічної ефективності	84
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	86
ДОДАТКИ	88

					<b>МРТАМ 2322371 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



може включати аналіз ефективності процесів збирання та переробки вживаних деталей для подальшого використання у виробництві.

Завершальний етап дослідження передбачає оцінку переваг і недоліків використання технологій відновлення та повторного використання деталей в автомобільній галузі. Це може включати аналіз економічної ефективності, екологічних вигод та можливих технічних обмежень.

У підсумку, дане дослідження не лише дозволить виявити проблеми в автомобільній галузі України, але й вказати на шляхи подальшого вдосконалення та впровадження інновацій, спрямованих на підвищення терміну служби автомобільних агрегатів і вузлів.

					<i>МРТАМ 2322371 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		











Цей хвостовик має завальцьовану заглушку і грязевідштовхувач, що забезпечують захист від зовнішніх впливів. Хвостовик розташований в сальниках і втулці задньої частини картера коробки передач Задній міст. Під час переміщень хвостовика вилки ковзання здійснює переміщення по шліцах вторинного валу і втулки заднього картера, забезпечуючи плавну і ефективну роботу карданної передачі.

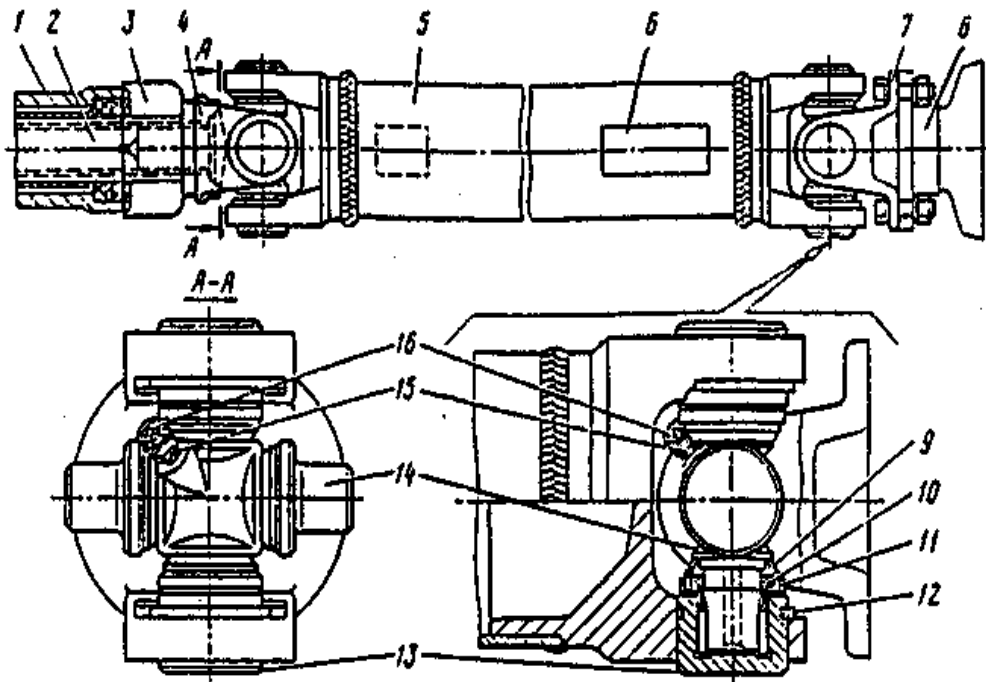


Рисунок. 1.2 - Карданна передача

1. Картер коробки передач задній. 2. Вал коробки передач вторинний. 3. Грязевідштовхувач вилки ковзання. 4. Вилка ковзання. 5. Карданний вал. 6. Пластина для балансування. 7. Фланец валу карданного. 8. Фланец ведучої шестерні заднього мосту. 9. Грязевідштовхувач. 10. Манжета. 11. Обойма манжети. 12. Штопорне кільце. 13. Корпус голчастого підшипника. 14. Хрестовина. 15. Прес-маслянка. 16. Захисний ковпачок для маслянки

Карданний шарнір представляє собою хрестовину 14, з цапфами, які утримують голчасті підшипники, встановлені в вушках вилок. У центрі хрестовини 14 розташована прес-маслянка 15 з гумовим захисним

					Арк.
МРТАМ 2322371 ПЗ					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

ковпачком, через яку забезпечується змащення голчастих підшипників і торців цапф, використовуючи відповідні отвори та канавки на цапфах хрестовини.

Корпуси 13 голчастих підшипників установлені в вушках і фіксуються стопорними кільцями 12, які тісно прилягають до внутрішньо обробленої поверхні вушок при встановленій хрестовині. Завдяки мінімальному зазору між торцями хрестовини та піддонами корпусів (не більше 0,03 мм), хрестовина надійно фіксується відносно вилок і утримується в центрі.

В корпусі розташовано 20 голчастих підшипників товщиною 2 мм, які стабілізуються штампованою обоймою 11 манжети, яка служить голкотримачем, не допускаючи зміщення голок і їх контакту з торцем гумової манжети.

Габарити голчастих підшипників та отворів у корпусі спеціально підібрані так, щоб після установки голчасті підшипники створювали склепіння і не виходили в радіальному напрямку.

Для запобігання витoku мастила з підшипника використовується гумова манжета 10 із пружиною. Особливість конструкції полягає в розташуванні кромки манжети, яка дозволяє мастилу виходити при створенні високого тиску, обходячи необхідність використання запобіжного клапану (рис. 1.2).

					<i>МРТАМ 2322371 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

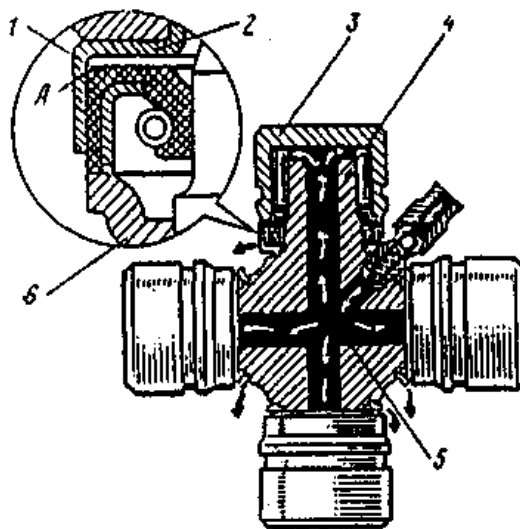


Рисунок. 1.2 - Схема мащення карданного шарніра

1. Манжета. 2. Обойми манжети. 3. Підшипник голчастий. 4. Хрестовина. 5. Масляні канали 6. А - Фаска манжети

Сила, що діє від пружини, що надає тиск кромці манжети, регулюється так, щоб забезпечити вивід повітря та зайвого мастильного матеріалу під час стискання та підвищення тиску. Це також досягається завдяки дії відцентрових сил, при цьому забезпечується необхідна кількість мастила для ефективної роботи підшипника.

Щоб захистити манжету від потрапляння води, бруду і пилу, використовується напресований брудовідштовхувач 6, до якого прилягає торець манжети.

Розвиток конструкцій карданних шарнірів для передачі нерівних кутових швидкостей пов'язаний з постійним вдосконаленням їх експлуатаційних характеристик: надійність, здатність передачі обертання при збільшенні кута між валами та підвищення коефіцієнта корисної дії. Вимога до забезпечення високого коефіцієнта корисної дії карданної передачі впливає з необхідності збільшення її стійкості до зносу та тривалості служби.

Використання карданних шарнірів для передачі нерівних кутових швидкостей на голчастих підшипниках відповідає встановленим вимогам, за умови належної конструкції шарніра та точного виконання технологічного процесу, а також ефективного змащення голчастих підшипників.

Коефіцієнт корисної дії карданного шарніра залежить від кута між валами, і з його збільшенням коефіцієнт корисної дії значно зменшується. У деяких автомобілях для зниження цього кута двигун розташовують під кутом 2 ... 3°. Іноді встановлюють задній міст так, що ведучий вал головної передачі знаходиться під кутом. Однак зменшення кута між валами до нуля не можливе, оскільки це призводить до швидкого зносу шарніра через брінелірування голок підшипників на поверхнях контакту.

Вплив брінелювання голчастих підшипників збільшується при великому сумарному міжголковому зазорі, коли голчасті підшипники перекошуються і творять високий тиск на шип хрестовини. Сумарний зазор між голчастими підшипниками в різних карданних передачах варіюється в широких межах (0,1 ... 1,5 мм). Вважається, що сумарний зазор між голчастими підшипниками повинен бути менше половини діаметра підшипника. У більшості карданних передач легкових і вантажних автомобілів використовують підшипники, діаметр яких становить 2 ... 3 мм (допуск діаметра не більше 5 мкм).

Точне центрування хрестовини карданної передачі вирішується за допомогою прецизійної фіксації стаканів підшипників за допомогою стопорних кілець. Забезпечення відсутності зазору між торцями шипів хрестовини та днищами стаканів є критичним, оскільки будь-яке відхилення може призвести до нерівномірного дисбалансу карданного валу під час обертання. Занадто сильне затягування стаканів також не допускається, оскільки це може викликати задирання торців шипів і днищ стаканчиків, а також викривлення голчастих підшипників.

										Арк.
					МРТАМ 2322371 ПЗ					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Надійність карданної передачі визначається, перш за все, надійністю голчастих підшипників та їхнім ресурсом. Окрім брінеллювання, спостерігається втомне викривання (пітінг) на торцевих поверхнях, що пояснюється високим контактним тиском. Таким чином, для шипів хрестовини карданного шарніра використовується високолегована сталь, а робочі поверхні стаканчиків і шипів - цементована сталь.

### 1.3 Принцип роботи карданної передачі

Для карданної передачі з двома шарнірами та валами, розташованими в одній площині (рис. 1.3), приймається, що ведучі вилки шарнірів розташовані під кутом  $\pi/2$  одна відносно однієї. Для першого шарніра, в якого ведуча вилка лежить у площині креслення, що є точкою відліку для кута повороту валів, впливають такі взаємозв'язки кутів повороту ведучого та веденого валів:

$$\operatorname{tg}\beta = \operatorname{tg}\alpha / \cos\gamma_1 \text{ или } 1 / \operatorname{tg}\beta = \cos\gamma_1 / \operatorname{tg}\alpha \quad (1.1)$$

Для другого шарніра, у котрого ведуча вилка повернена на кут  $\pi / 2$  відносно площині креслення,

$$\operatorname{tg}(\pi/2 + \varphi) = \operatorname{tg}(\pi/2 + \beta) / \cos\gamma_2 \text{ f, j } 1 / \operatorname{tg}\beta = \cos\gamma_2 / \operatorname{tg}\alpha \quad (1.2)$$

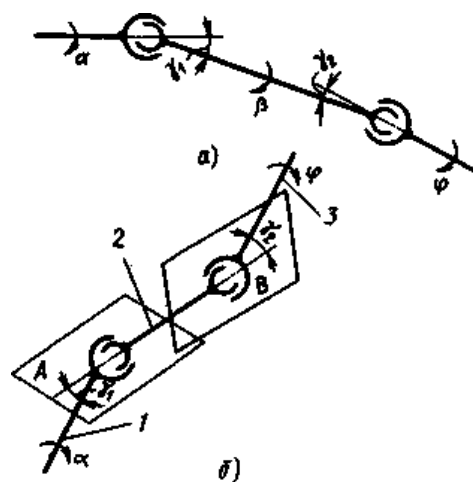


Рисунок. 1.3 - Схема карданної двошарнірної передачі:

а - плоскої; б – просторової

						MPTAM 2322371 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Прирівнюючи праві частини рівнянь для першого і другого шарнірів, отримаємо

$$\cos\gamma_1 / \operatorname{tg}\alpha = \cos\gamma_2 / \operatorname{tg}\varphi \quad (1.3)$$

звідки

$$\operatorname{tg}\alpha / \operatorname{tg}\varphi = \cos\gamma_2 / \cos\gamma_1 \quad (1.4)$$

Значить рівність кутів повороту (синхронність обертання ведучого і веденого валів) карданної передачі з двома шарнірами, ведучі вилки котрих повернені відносно одна одної на кут  $\pi / 2$ , можливо в разі, якщо

$$\gamma_1 = \gamma_2 \quad (1.5)$$

Для карданної передачі автомобіля характерні такі кути установки  $\gamma_1 = \gamma_2 = 3^\circ$ , значить нерівномірність обертання в даному випадку не спостерігається, тобто ведучий і ведений вали будуть обертатися синхронно.

Якщо не звертати увагу на втрати в карданном шарнірі, то можна вважати, що потужності на ведучому і веденому валах однакові:

$$N_1 = N_2; M_1\omega_1 = M_2\omega_2 \quad (1.6)$$

де  $M_1$ ,  $M_2$  - моменти відповідно на ведучому і веденому валах. Моменти  $M_1$  і  $M_2$  включають в себе моменти інерції, котрі виникають в результаті обертання мас, пов'язаних з карданним шарніром.

$$M_2 = M_1\omega_1 / \omega_2 = M_1 (1 - \sin 2\gamma \cos 2\alpha) / \cos\gamma \quad (1.7)$$

Максимального значення момент  $M_2$  досягає при  $\alpha = \pi/2 + \pi k$  ( $k = 0, 1, 2, \dots, n$ ).

$$M_{2\max} = M_1 / \cos\gamma \quad (1.8)$$

Мінімальне значення  $M_2$  – при  $\alpha = \pi k$  ( $k = 0, 1, 2, \dots, n$ )

$$M_{2\min} = M_1 \cos\gamma \quad (1.9)$$

					<i>MPTAM 2322371 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

З рівняння (1.8) випливає, що карданна передача функціонує як редуктор із змінним передаточним числом, передаючи змінний за величиною момент на ведений вал. На рисунку 1.4 наведено графік, який демонструє зростання моменту на ведучому валу в залежності від зміни кута  $\gamma$  між валами. Якщо припустити, що маси, пов'язані з ведучим і веденим валами карданної передачі, обертаються рівномірно, то додатковий момент  $M_{\text{доп.}}$ , викликаний нерівномірністю обертання веденого вала, буде завертати карданний вал на кут, що дорівнює різниці між кутами  $\beta$  та  $\alpha$  (див. рисунок 1.4).

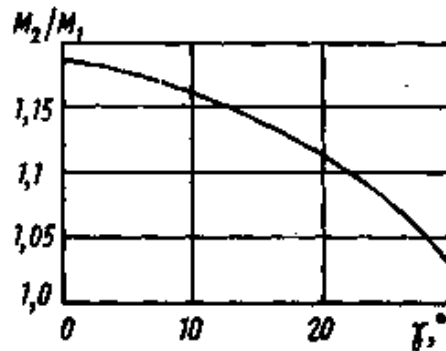


Рисунок. 1.4 - Графік зміни моменту на веденому валу карданного шарніра в відповідно до зміни кута між валами

$$M_{\text{доп.}} = M_{2\text{max}} - M_1 = M_1 / \cos\gamma - M_1 = M_1 (1 - \cos\gamma) / \cos\gamma \quad (1.10)$$

Додатковий кут закручення вала

$$\beta - \alpha = M_{\text{доп.}} / C_{\text{св}}, \quad (1.11)$$

Карданна передача є важливим компонентом складної трансмісійної системи, де можуть виникати круті коливання внаслідок періодичних збурюючих моментів, одним із джерел яких є саме ця передача.

В карданній передачі з нерівними кутовими швидкостями розглядаються навантаження на хрестовину і вилку. Шпи хрестовини витримують напруження згину і змінюються, а хрестовина витримує

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	MPTAM 2322371 ПЗ					

напруження розриву. Вилка переносить напруження вигину і кручення. Як зазначено вище, момент, який передається шарніром при нахилі валу, не залишається постійним протягом одного оберту. Отже, сили, що діють на деталі шарніра, також змінюються. Для визначення цих навантажень припускається, що шарнір передає максимальний крутний момент двигуна при включеній першій передачі в коробці передач.

$$M_p = M_{двmax} \cdot U_I \quad (1.12)$$

де:  $M_p$  - розрахунковий крутний момент, Нм;

$M_{двmax}$  - максимальний крутний момент двигуна,  $M_{двmax} = 172,7$  Нм;

$U_I$  - передавальне число I-й передачі коробки передач,  $U_I = 4,05$ .

Напруження згину хрестовини (рис. 1.5.)

$$\sigma_u = \frac{Pa}{W_\sigma} \quad (1.13)$$

Де  $P$  - зосереджена нормальна сила, котра знаходиться в середині шипа,

$H$ ;

$a$  - плече сили  $P$ ,  $a = 7$  мм;

$W_\sigma$  - момент опору перерізу шипа, мм<sup>3</sup>.

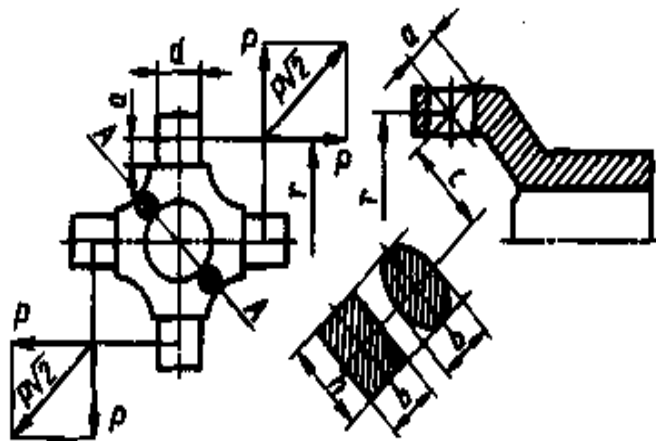


Рисунок. 1.5 - Схема розрахунку карданного шарніра, умовно зосереджена нормальна сила буде дорівнювати:

						MPTAM 2322371 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

$$P = \frac{10^3 M_p}{2r \cos \gamma} \quad (1.14)$$

де  $M_p$  - крутний момент для розрахунку, Нм;

$2r$  - відстань між центрами голчастих роликів, які протилежно розташовані в карданних підшипниках,

$\cos \gamma$  - кут установки карданного валу,  $\gamma = 3^\circ$ .

Момент опору перетину шипа знаходиться за формулою:

$$W_\sigma = 0,1d^3 \left[ 1 - \left( \frac{d_0}{d} \right)^4 \right] \quad (1.15)$$

Момент опору перетину шипа буде визначатися за формулою:

$$\tau_s = \frac{4P}{\pi(d^2 - d_0^2)} \quad (1.16)$$

#### 1.4 Збереження та технічне обслуговування карданної передачі

Під час експлуатації важливо регулярно здійснювати підтяжку гайок болтів, які кріплять фланець карданного вала до фланця ведучої шестерні заднього моста, з використанням встановленого моменту.

Після проходження 20 тисяч кілометрів (або 10 тисяч кілометрів у разі руху по забруднених дорогах) слід провести змащення карданної передачі, забезпечуючи виходу мастила через манжету хрестовини.

У процесі змащення карданної передачі слід використовувати визначені мастильні матеріали, призначені для цього типу передач.

Заборонено використовувати солідол або інші консистентні мастильні матеріали, оскільки вони не можуть досягти голок підшипників під час роботи, твердіють у каналах хрестовини і створюють перешкоди для прокладання рідкого мастила в майбутньому.[5]

					<b>МРТАМ 2322371 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 1.5 Класифікація карданних передач

Класифікація карданних передач базується на їх призначенні, типі, присутності або відсутності проміжної опори та наявності компенсуючих пристроїв. За призначенням розрізняють основні та допоміжні карданні передачі. Основні використовуються для приводу ведучих коліс, а допоміжні – для приводу різноманітних вторинних механізмів.

Тип карданної передачі визначається залежно від розташування відносно агрегатів автомобіля, конструкції карданів та пристроїв компенсації. Закритою вважається передача, яка знаходиться всередині автомобільного механізму, наприклад, в карданній трубі або в картері ведучої осі. В іншому випадку її називають відкритою.

Універсальна карданна передача компенсує значні осьові переміщення між центрами карданів, тоді як проста не забезпечує компенсацію. Вона також може бути обладнана напівкарданами з пружним елементом для дозволу обмежених осьових переміщень за рахунок їх пружних властивостей.

Вид кардана визначає основні параметри карданної передачі, кінематичні характеристики, гранично допустимі кути нахилу валів, вплив на частоти крутних коливань і може бути синхронним або асинхронним.

Якщо встановлена проміжна опора, застосовують передачу з двома валами і трьома чи чотирма карданами. Основним критерієм класифікації карданів є їх кінематика, поділяючи їх на дві групи: асинхронні та синхронні.

Асинхронні кардани поділяються на напівкардани і повні кардани. Напівкардани, які не мають фізичних осей гойдання, дозволяють лише обмежені осьові переміщення під невеликим кутом. Ці напівкардани можуть бути жорсткими або пружними, залежно від конструкції.

Додатковий розподіл пружних напівкарданів визначається формою пружного елемента (диска, ланки, втулки, сухаря) і наявністю чи відсутністю пристроїв центрування.

					<b>МРТАМ 2322371 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Повний карданний вал включає елементи шарнірного з'єднання деталей і має фізичні осі гойдування, що дозволяє передавати зусилля при великих кутах між валами. Якщо конструкція повного карданного валу допускає осьові переміщення всередині кардана, то такий вал вважається універсальним, в іншому випадку - простим. Прості карданні вали, такі як карданні вали з хрестовиною, широко використовуються в автомобільній промисловості. Інші типи карданних передач є менш поширеними і не включені в загальну класифікацію.

Термін "карданна передача" у визначенні деталей машин вважається певним видом муфти. У літературі, що стосується автобудування, використовується термін "кардан". Синхронні карданні передачі використовуються в автобудуванні для привода ведучих і керованих осей. Ці карданні передачі можуть складатися з елементів звичайних карданів з хрестовиною або мати унікальну конструкцію. Карданні передачі першої групи називають здвоєними карданами, а другої групи - спеціальними. Здвоєний кардан представляє собою два кардани з хрестовиною, замість карданного вала, з'єднані проміжною ланкою. Спарені карданні передачі можуть бути без пристроїв центрування. Щодо класифікації спеціальних типів карданів, взята за основу форма ланки, яка передає зусилля через напівмуфти. Якщо це сухар, ланка відноситься до сухарних, якщо кульки - до кулькових.

Щодо класифікації ознак проміжної опори, вони визначаються кількістю підшипників (один або два) і методом їх монтажу (жорстким або пружним підвісом). У сучасних трансмісіях легкових автомобілів з переднім розташуванням двигуна і задніми ведучими колесами іноді використовується гнучкий вал (наприклад, на автомобілях Понтіак). Для підвищення гнучкості такого вала, при одночасному забезпеченні передачі крутного моменту від двигуна, коробка передач (або гідротрансформатор) блокується за допомогою головної передачі на задньому мосту. Термін "гнучкий вал"

					МРТАМ 2322371 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

використовується тут для позначення вала, який компенсує взаємні переміщення.

#### 1.6 Обґрунтування теми та постановка завдання дослідження

Карданні передачі широко застосовуються в автомобільному транспорті і мають різноманітну конструкцію, яка піддається важким умовам експлуатації та ударним навантаженням. При цьому їхнє середовище роботи часто є агресивним, спричиняючи корозію та абразивний знос. Для запобігання абразивному зносу в конструкції передбачені заходи, такі як сальники та гумові прокладки.

Під час роботи карданні передачі піддаються різноманітним навантаженням, передаючи крутний момент від двигуна до коліс та зазнаючи круті навантаження. Змінна відстань між валами під час експлуатації призводить до осьового переміщення рухомих частин, що в свою чергу спричиняє циклічні зміни навантаження на конструкцію передачі.

Величезну роль у цьому відіграє знос, особливо у шліцьовому з'єднанні та універсальному шарнірі. Цей знос призводить до втрати несучої здатності та порушення синхронності обертання шарнірів через виникнення кута зміщення. До того ж, відсутність ефективних методів відновлення цих елементів може значно скоротити ресурс карданної передачі.

Враховуючи існуючі технології відновлення деталей, важливо вивчити їхню застосованість в ремонті та відновленні карданних передач. Використання передових технологій та високоякісних матеріалів під час ремонту може навіть перевершити ресурс відновленої деталі порівняно з новою. Однак важливо ретельно розглядати економічні та практичні аспекти відновлення деталей, враховуючи ефективність та вигідність порівняно із заміною новими деталями, особливо в умовах обмеженого бюджету та ресурсів.[7]

					МРТАМ 2322371 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2 ПОРІВНЯННЯ МЕТОДІВ ВІДНОВЛЕННЯ КАРДАННИХ ПЕРЕДАЧ

### 2.1 Методи відновлення карданних передач

Важливою задачею ремонту деталей є повне відновлення їх геометричних розмірів, форми і розташування поверхонь, а також забезпечення фізико-механічних властивостей, що відповідають технічним умовам на виготовлення нової деталі. Зокрема, активно вирішується завдання підвищення довговічності та працездатності деталей за рахунок використання нових матеріалів, передових технологій та прогресивних методів робіт з мінімізацією затрат.

У сучасному ремонті автомобільного транспорту використовуються різні методи відновлення зношених деталей, зокрема: механічна обробка, зварювання, наплавлення та напилення металів, а також гальванічна і хімічна обробка. Вибір конкретного методу залежить від ряду чинників, таких як технічна оснащеність підприємства, обсяг ремонтних робіт, складність форми деталі та технічні вимоги на виготовлення деталі.

Механічна обробка широко використовується після наплавлення, зварювання та напилювання для зняття припуску та відновлення геометричних розмірів і форми деталі. Цей метод також використовується для обробки однієї зі спряжених деталей під ремонтні розміри та для встановлення додаткових ремонтних деталей.

З метою підвищення міцності відновлених деталей, особливо для відповідальних елементів, проводиться термічна обробка після механічної обробки. Цей етап дозволяє отримати необхідні фізико-механічні властивості, зокрема твердість. На завершальному етапі проводиться кінцева механічна обробка для досягнення потрібної шорсткості, включаючи операції, такі як шліфування.

																				Арк.	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата																	

МРТАМ 2322371 ПЗ

Замість термічної обробки та наступного шліфування, у деяких випадках використовується наочення (розкочування) поверхні за допомогою кульки або ролика. Цей метод дозволяє підвищити чистоту та твердість поверхні.

Основними перевагами даного методу є його простота технологічного процесу та низькі економічні витрати. За недоліками можна відзначити збільшення кількості запасних частин одного типу та складність управління процесом їх зберігання та комплектування.

Використання наплавлення має широкий спектр застосувань у відновленні зношених деталей. Застосування наплавлення для робочих поверхонь дозволяє не лише відновити розміри деталі, а й підвищити їх термін служби та стійкість до зносу завдяки нанесенню металу з відповідними фізико-механічними властивостями і хімічним складом.

Напилення металу включає в себе передачу розплавленого матеріалу на підготовлену поверхню за допомогою потоку газу під тиском. Цей процес розпилює метал у дрібні краплинки, які об'єднуються з поверхнею деталі, утворюючи покриття. З'єднання з поверхнею, як правило, має механічний характер, іноді з використанням зварювально-наплавочного методу.

Залежно від джерела нагрівання використовують газополуменеве, електродугове, плазмове напилення та інші методи. Серед них плазмове напилення знаходить найширше застосування, використовуючи високотемпературну плазму як джерело нагрівання.

Однією з ключових проблем при ремонті карданних передач є відновлення працездатності шліцьового з'єднання, використовуваного для компенсації зміни міжосьової відстані між валами. Підвищенню якості та зниженню витрат на ремонтні роботи приділяється основна увага.

Одним із методів підвищення довговічності шліцьового з'єднання є розробка та застосування передових технологій відновлення зношених зубів шліцьових валів. З урахуванням того, що знос зубів може досягати декількох

					<i>MPTAM 2322371 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

міліметрів, відновлення таких валів стає актуальним завданням. Застосування сучасних наукових досліджень та нових підходів вирішує проблему ефективного відновлення шліцьових з'єднань у карданних валах.

Проте необхідність відновлення зубів виникає під час безпосередньої експлуатації. Крім того, важливо враховувати нерівномірність зносу при відновленні деталей, оскільки це суттєво впливає на ефективність шліцьових сполучень та призводить до прискореного зношування шліцьових деталей.

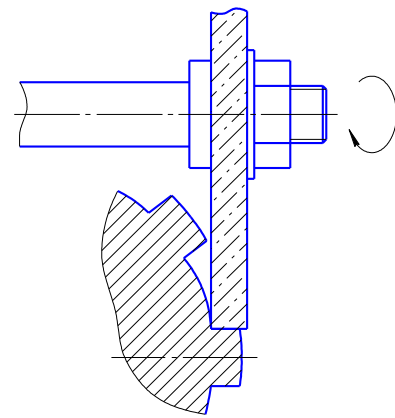
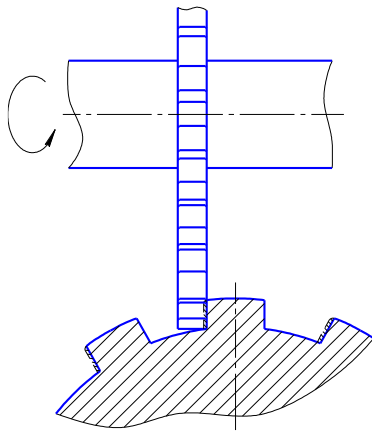
Існують дві основні групи способів відновлення зубів, які застосовуються під час ремонтних робіт: способи з нанесенням металу на зношену поверхню і способи без нанесення металу. Кожен з них має свої переваги і недоліки.

Випадки значного зносу валів вимагають відновлення за допомогою наплавлення металу. Проте відновлення зубів із невеликим зносом таким способом є нераціональним, оскільки під час механічної обробки відбудеться майже повне видалення наплавленого металу.

Способи ремонту без нанесення металу варто використовувати при малих зносах, коли необхідно виправити конусність зубів. Важливо враховувати роботу по дефектації на основі контролю зубів на нерівномірність зносу, при цьому багато відновлених валів матимуть незначний знос за шириною з урахуванням існуючих технічних вимог.

Під час ремонту шліцьових валів використовуються різні способи відновлення. При малих значеннях зносу завдання ремонту полягає в відновленні прямолінійності і паралельності бічних поверхонь зубів і осі вала. Механічні обробки, такі як фрезерування і шліфування, використовуються для вирішення цих завдань рис. 2.2.

					МРТАМ 2322371 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



а) фрезерування;

б) шліфування.

Рисунок 2.2 - Схеми відновлення зубі за допомогою ремонтних розмірів

### Сучасні способи відновлення шліцьових зубів

#### 1. Сучасні Техніки Наплавлення:

##### а) Плазмове напилення та його переваги:

Замість традиційного методу наплавлення, можна використовувати передові техніки, такі як плазмове напилення. Цей метод забезпечує високу якість покриття, швидкість роботи та можливість регулювання параметрів напилення.

#### 2. Сучасні методи пластичного деформування:

##### а) Електрогідравлічний ефект в пластичному деформуванні:

Сучасні методи включають роздачу, осаження та використання електрогідравлічного ефекту для пластичного деформування. Вони забезпечують точність та ефективність процесу.

##### б) Багатороликові головки для пластичного деформування:

Використання багатороликових головок для пластичного деформування є сучасним підходом, що дозволяє досягати високої якості обробки і оптимальної продуктивності.

#### 3. Напрацювання на відновлення розмірів:

						МРТАМ 2322371 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Використання передових методів, таких як електрогідравлічне відновлення, може значно поліпшити ефективність та точність робіт з відновлення розмірів шліцьових зубів.

#### 4. Сучасні методи ремонту ремонтними розмірами:

Сучасні підходи до ремонту розмірами передбачають використання автоматизованих систем та вдосконалених технік обробки, що дозволяє забезпечувати точність та швидкість процесу.

#### 5. Сучасні технології механічної обробки:

Використання передових технологій механічної обробки, таких як ультразвукова обробка та нанотехнології, сприяє поліпшенню міцності та довговічності відновлених деталей.

#### 6. Переваги та недоліки сучасних методів:

Переваги включають високу якість відновлення, точність, ефективність та застосовність до широкого діапазону зносу. Недоліки можуть виникати в разі несумісності з певними видами обладнання чи високої складності певних методів.

Важливо враховувати, що використання передових технологій може вирішувати багато проблем, пов'язаних із старішими методами відновлення зубів.

#### Сучасні методи механізованого наплавлення зубів шліцьових валів

При напавленні зубів шліцьових валів використовуються різні механізовані методи, які дозволяють досягти високої якості та ефективності процесу. Основні техніки включають:

##### 1. Багатоаспектні методи наплавлення:

Під флюсом, в атмосфері вуглекислого газу або аргону:

Сучасні техніки наплавлення розширюють використання різних середовищ та газів для оптимізації якості та міцності наплавленого шару.

Вібродугова техніка:

					<b>МРТАМ 2322371 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



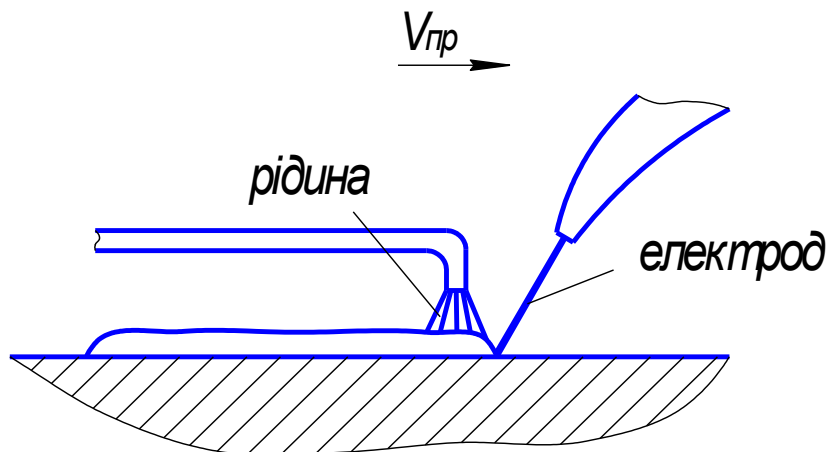


Рисунок 2.3 - Схема вібродугової наплавлення

Режими роботи вібродугової наплавки:

швидкість подачі електродного дроту  $J = 110 \dots 120A$ ;  $U = 18 \dots 22V$ ;

швидкість подачі рідини близько 130 л / год  $V_{пр} = 36 \dots 60 \text{ м / ч}$

Цей спосіб дає можливість отримати твердість 200 ... 280 ( «м'яка» наплавка) і 50 ... 55 HRC ( «тверда» наплавка).

Інноваційні підходи до "М'якої" наплавки та автоматичного наплавлення під флюсом

У сучасних методах наплавлення, "м'яка" наплавка стає вельми ефективною, особливо при використанні низько вуглецевих наплавочних дротів та вдосконалених технік. Нові розробки розширюють можливості цього методу:

Технічні інновації у "м'якій" наплавці:

Низьковуглецевий наплавочний дріт:

Застосування низьковуглецевого наплавочного дроту дозволяє досягти високої якості наплавленого металу та полегшити подальшу обробку.

Мундштук для захисту зварювальної ванни:

Використання мундштука лише для захисту зварювальної ванни від повітря є ефективним рішенням для контролю над атмосферою під час наплавлення.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

MPTAM 2322371 ПЗ

Арк.

Високотехнологічне наплавлення під флюсом:

Твердість та ємнісна якість:

Нові тенденції використовують високовуглецеві та високолеговані дроти для досягнення великої твердості наплавленого металу (50 ... 55 HRC). Великі витрати рідини, подавані безпосередньо на наплавлений метал, забезпечують оптимальні умови для цього процесу.

Автоматизована система під флюсом:

Автоматичне наплавлення під флюсом визначається високою автоматизацією та відсутністю певних недоліків, які можливі при вибродуговому способі. Це важливий крок у розвитку сучасних методів наплавлення.

Переваги та перспективи:

Оптимізація процесу:

Сучасні технології роблять "м'яку" наплавку ефективнішою, забезпечуючи високі показники твердості та ємнісної якості.

Автоматизація та ефективність:

Автоматичне наплавлення під флюсом є ефективною ініціативою, оскільки воно автоматизує процес та усуває певні технічні обмеження, що можливі при інших методах.

Усі ці інновації спрямовані на поліпшення продуктивності та якості наплавлення, зроблюючи цей процес більш точним та надійним.

## 2) Наплавлення під флюсом

Автоматичне наплавлення під флюсом не має деяких недоліків, властивих для вибродугового способу (рис. 2.4).

					<b>МРТАМ 2322371 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

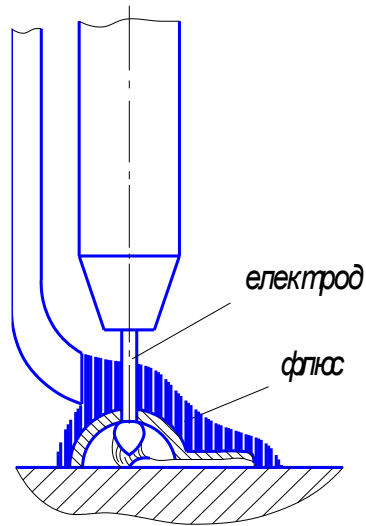


Рисунок 2.4 - Схема наплавлення під флюсом

Інновації в наплавці в середовищі захисних газів: сучасні переваги та виклики

Наплавка в середовищі захисних газів на сучасних підприємствах стає ключовою технологією, яка використовується в різних випадках, де інші методи не є оптимальними. Нові підходи та матеріали вносять значні зміни у цей процес:

Двоелектродне наплавлення для великих зубів:

Ефективність у западинах:

Використання двоелектродного наплавлення в сусідніх западинах з розщепленими електродами стає ефективним методом відновлення валів з великими зубами при нерівномірному зносі. Цей підхід може включати подальше наплавлення шліцьової частини в круговому напрямку для комплексного відновлення.

Наплавка в середовищі вуглекислого газу:

Оптимізація процесу:

Використання вуглекислого газу для наплавлення дозволяє отримати велику глибину проплавлення та розмір зони термічного впливу. Режими

						<b>МРТАМ 2322371 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

наплавлення оптимізовані для забезпечення високоякісного наплавленого шару.

Матеріали для середовища вуглекислого газу:

Дріт Св-10ГС і СВ-08ГС використовуються для надійного проведення наплавлення в середовищі вуглекислого газу, де захисний газ використовується для захисту розплавленого металу від кисню.

3. Сучасні режими наплавлення:

Оптимальні режими:

Сучасні режими наплавлення в середовищі вуглекислого газу забезпечують велику якість та ефективність процесу. Вони визначаються напругою струму, силою, кроком наплавлення та швидкістю, що сприяє стабільності та точності.

4. Переваги та виклики:

Стабільність та якісне формування:

Наплавка в середовищі захисних газів відрізняється високою стабільністю процесу та якісним формуванням наплавленого металу, що робить її привабливою для виробництва.

Термообробка та припуск:

Однак, існує потреба в термообробці та відносно великий припуск на механічну обробку, що може бути перевагою чи викликом, залежно від конкретного виробничого контексту.

Сучасні технології у наплавці в середовищі захисних газів підкреслюють важливість стабільності процесу та високоякісного результату, проте існують аспекти, які ще вимагають подальшого вдосконалення для максимальної ефективності та відповідності вимогам виробництва.

Сучасні підходи до відновлення зубів: пластичне деформування та роздача роликком

Пластичне деформування:

					MPTAM 2322371 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Спосіб відновлення зубів пластичним деформуванням, що не передбачає нанесення металу, сьогодні визнається найефективнішим, оскільки він пропонує кілька значущих переваг:

Відсутність потреби в електродному дроті:

У відміну від методів наплавлення, цей спосіб не потребує використання додаткових матеріалів у вигляді електродного дроту, що спрощує та економить виробничий процес.

Немає термічного впливу:

Важливим аспектом є відсутність термічного впливу, що дозволяє уникнути можливих деформацій та змін властивостей металу, що вирішує проблеми, які можуть виникнути під час термічного оброблення.

Ефективність при малих зносах:

Цей метод виявляється особливо ефективним для відновлення валів з малими значеннями зносу, забезпечуючи високу якість при будь-якій нерівномірності зносу.

Роздача зуба роликком:

На рівні виробництва зарекомендував себе спосіб відновлення зубів роздачею, який включає в себе пластичне деформування для повернення зуба до початкової форми. Сучасні доповнення до цього методу вносять нові можливості та переваги:

Розширені можливості ремонту:

Сучасні технології в роздачі зуба роликком враховують різні аспекти, що дозволяють ефективно відновлювати зуби з урахуванням різних параметрів і забезпечують розширені можливості ремонту.

Оптимізовані техніки пластичного деформування:

Сучасні техніки пластичного деформування, використовувані в роздачі роликком, дозволяють точно та ефективно відновлювати форму зубів без втрати їхніх властивостей.

					<b>МРТАМ 2322371 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ці два методи відкривають нові перспективи у сфері відновлення зубів, враховуючи якісні та ефективні рішення при використанні передових підходів у металургії та машинобудуванні.

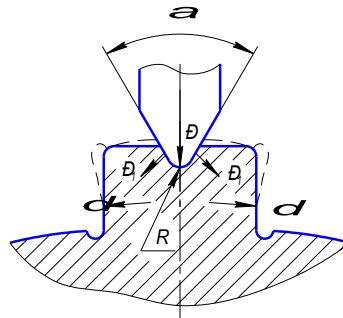


Рисунок 2.5 - Спосіб пластичного деформування роликом

Інноваційні підходи до роздачі зовнішньої частини шліца за допомогою роликової головки

Процес відновлення зубів через роздачу зовнішньої частини шліца за допомогою роликової головки (див. рисунок 2.5) залишається ключовим в сучасній металургії та машинобудуванні.

Необхідність локального нагрівання газовим пальником перед роздачею особливо актуальна при твердості зубів, що перевищує 30 HRC. Цей етап допомагає полегшити деформацію перед використанням ролика, виготовленого з високоякісних матеріалів, таких як інструментальна сталь чи сталь ШХ-15.

Основні аспекти цього методу включають:

Технологічні ролики нового покоління:

Використання сучасних роликів з унікальним профілем та виготовлених відповідно до високих технічних стандартів гарантує ефективність та точність відновлення.

Підвищена твердість і шорсткість:

Застосування гартування дозволяє досягти твердості 58–60 HRC, а значення шорсткості на поверхні  $Ra = 1,25$  гарантує високу якість ремонту.

Арк.

МРТАМ 2322371 ПЗ

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

Розширені можливості ремонту:

Цей метод ефективний для відновлення зубів, які центруються як по внутрішньому, так і по зовнішньому діаметру вала. У випадках центрування по зовнішньому діаметру може бути застосоване заплавлення металу чи заливка спеціальним складом на основі епоксидної смоли з металевими додатками.

Навіть не дивлячись на обмеження в застосуванні для відновлення карданних валів через їхню велику ширину, цей метод залишається важливим елементом в металургійній практиці. З урахуванням сучасних технологій та постійних інновацій можливі подальші вдосконалення, що розширять сферу його застосування. [9]

## 2.2 Основи надійності та економії в ремонтно-відновлювальних роботах карданних валів

Пошкодження складних вузлів, зокрема карданних передач, є серйозною загрозою для тривалості та надійності автомобільного транспорту, порушуючи комфорт і спричиняючи вібрації. З цього приводу, проблема їх відновлення є актуальною та економічно обгрунтованою.

Вибір методу ремонту визначається параметрами, такими як конфігурація, розміри та ступінь зносу передач. Застосування високоміцних матеріалів у виготовленні карданних валів ставить певні виклики для їх відновлення. Особливу увагу варто звертати на відновлення шліцьових з'єднань, де виявляються різноманітні техніки пластичного деформування.

Найефективніші при великому зносі є різні методи наплавлення, такі як в середовищі захисних газів і під флюсом. Зараз кількість відновлених карданних передач є обмеженою через несконченність технологій.

При впровадженні нових методів важливо враховувати недоліки існуючих, максимально використовуючи їх переваги. Дослідження та

					МРТАМ 2322371 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

впровадження сучасних методів відновлення, зокрема наплавлення, мають за мету досягнення найвищого стандарту якості за мінімальні витрати.

Відремонтовані карданні вали повинні бути розділені за типом та ступенем зносу, забезпечуючи високу якість при мінімальних витратах. Для ефективного відновлення шліцьових з'єднань важливо використовувати технології, що зберігають незношену сторону зубів та дозволяють мінімізувати припуск на подальшу механічну обробку. Такий підхід можливий завдяки примусовому нанесенню наплавленого металу після основного наплавлення.

Зокрема, для економії витрат на відновлення шліцьових з'єднань можна розглядати можливість відмови від повторної термічної обробки вала. Це досягається за допомогою відповідного режиму автоматичного наплавлення, що гарантує мінімальну теплову потужність дуги, швидке охолодження та вибір матеріалу електрода для досягнення необхідних механічних властивостей наплавленого шару.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

*MPTAM 2322371 ПЗ*

### 3. ВДОСКОНАЛЕННЯ ВИБОРУ ТА ЗАСТОСУВАННЯ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ КАРДАННИХ ВАЛІВ

#### 3.1 Вибір обладнання

Визначення оптимального обладнання для технологічних операцій у відновленні деталей, зокрема карданних валів, вимагає інноваційного підходу та техніко-економічного обґрунтування. Засновані на прогресивних технологічних процесах, вибір інструментів та обладнання повинен забезпечувати ефективність та раціональність у використанні, що визначає економічні переваги нових технологій.

Урахування існуючого обладнання на підприємствах технічного обслуговування і відновлення автомобілів є важливим кроком. Однак цей фактор не повинен бути вирішальним, якщо забезпечується раціональне використання спеціалізованого обладнання, що підвищує продуктивність та знижує собівартість деталей.

Мінімальний набір обладнання для ремонтних робіт включає кривошипний механічний прес для правки (модель КБ-2124), круглошліфувальний верстат 3Б722 для шліфування та використання шліфувальних кругів різної зернистості. Наплавлення поверхні вимагає установки для наплавлення під флюсом, оснащеної наплавочною головкою А-580М. Також необхідна дільниця електропечі для термічної обробки ремонттованих деталей.

Однак, враховуючи, що наплавлені деталі втрачають базову форму, необхідне токарне обладнання для їх відновлення. Токарно-гвинторізний верстат 16К20 дозволяє виконувати токарні та нарізні роботи, включаючи відновлення різьбових поверхонь.

Для робіт з фрезерування шліців використовується фрезерувальний верстат 6М82, обладнаний черв'ячними фрезами. При виборі устаткування

					<i>МРТАМ 2322371 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

слід розглядати різноманітні типи пристосувань для оптимального виконання операцій.

Застосування верстатних та мірних пристосувань визначає високу точність обробки, збільшуючи якість відновлених деталей. Це сприяє зниженню вимог до кваліфікації працівників, об'єктивній оцінці тривалості операцій та розцінок, а також розширює функціональні можливості обладнання.

Осмислений вибір обладнання та пристосувань стає ключовим чинником для досягнення високих техніко-економічних результатів у відновленні карданних валів.

Вдосконалення вимірювальних процедур та дослідження зносу в карданних валах

Використання вимірювальних пристосувань є невід'ємною частиною контролю якості в процесі відновлення поверхонь деталей та остаточного контролю готових виробів, що визначає їхні розміри, форму та розташування поверхонь відносно одна одної.

Зокрема, карданні вали встановлюють високі стандарти точності виготовлення, чистоти поверхонь та взаємного розташування шипів хрестовини та осей. Сучасні вимірювальні пристосування для контролю перпендикулярності осей хрестовини мають просту конструкцію, що складається з установчої плити та індикатора, який фіксується на кронштейні.

Регульовальний гвинт і призми, розташовані на установчій платі з великою точністю, гарантують перпендикулярність осей хрестовини з допустимою неперпендикулярністю не більше 0,1 мм на кінцях шипів. Після фіксації хрестовини проводиться контроль перпендикулярності за допомогою індикатора.

У випадку перевищення допустимих значень неперпендикулярності, деталь позначається як брак та відправляється на доопрацювання.

					<b>MPTAM 2322371 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вивчення причин та характеру зносу зубів шліцьового з'єднання карданних передач є важливим кроком у виборі оптимального методу їх відновлення.

Знос зубів, так само як інших поверхонь, виникає внаслідок сил тертя, що діють при експлуатації карданної передачі. Важливо зазначити, що значний знос може виникати через неправильну термічну обробку, неточність в складанні з'єднання, порушення режиму роботи та неякісну герметизацію вузла.

Застосування шліцьових з'єднань у карданних передачах для передачі крутного моменту призводить до згинальних та контактних навантажень, що ініціюють різні види зносу зубів. Подолання цих проблем може вимагати відновлювальних заходів, таких як нанесення нових поверхонь, що відбувається з використанням сучасних технологій та матеріалів для максимального продовження терміну служби карданних валів.

Вдосконалення стійкості та ладу карданних валів: сучасні підходи до мінімізації зносу

Виникнення ушкоджень у шліцях карданних валів є результатом впливу різноманітних факторів, таких як умови змащення, робота в абразивних середовищах, особливості режиму та характеру виконання роботи, а також природно-кліматичні умови експлуатації. У кожному конкретному випадку один вид ушкоджень може переважати над іншими, залежно від особливостей роботи спряження.

Основною причиною поломки спряження є знос контактних поверхонь шліців. Спрямоване зниження швидкості зношення контактних поверхонь шліців на протязі терміну служби деталей досягається за допомогою технологічних, конструктивних та організаційних заходів. Серед таких заходів — підбір матеріалу деталі та режиму термообробки, оптимізація розміру та кількості шліців, використання вискоефективних мастильних матеріалів, а також підвищення якості технічного обслуговування.

					<i>МРТАМ 2322371 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При дослідженні поперечного перерізу вала помічено односторонній знос зубів по ширині. Цей вид зносу виникає через переважно односторонній контакт поверхонь шліців, що піддаються зносу. Зокрема, у реверсивному режимі переважає одна напрямок обертання, спричиняючи односторонній знос.

В залежності від конструкції та експлуатаційних особливостей шліцьового з'єднання може відзначатися нерівномірним зносом робочих поверхонь, який може виявлятися як по висоті, так і по довжині шліців, що створює конусність.

Мікрометраж валів вказав на непостійний знос зубів по ширині, призводячи до утворення конусності по бічних сторонах зубів. Це виникає через нерівномірний розподіл навантаження вздовж вала та зворотно-поступальний рух.

Збільшення конусності впливає на перекошення шарнірів, призводячи до нерівномірної коливальної роботи вузла. Вивчення умов роботи шліцьового спряження при взаємному перекосі та радіальному зміщенні деталей вказало на точковий характер контактів у шліцьовому з'єднанні, і ці умови роботи викликають вібрації під час роботи передачі.

Хоча більшість шліців можуть зноситися більше по боковій поверхні, конусність має визначальний вплив на роботу шліцьового спряження. Проведення мікрометражу та статистичний аналіз нерівномірності зносу дозволили встановити, що цей знос подібний до зносу при напрямних ковзаннях.

Оцінка нерівномірності зносу в шліцьових валах: сучасний підхід до якості та ефективності

При порівнянні даних щодо розподілу зносу за товщиною зубів і непаралельністю зносу можна зробити висновок, що значна частина шліцьових валів підлягає вибракуванню через конусність, а не за товщиною,

					МРТАМ 2322371 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

якщо допустима конусність не повинна перевищувати 0,05 мм на 100 мм довжини вала.

Дослідження мікрометражу вказують на те, що середній показник нерівномірності зносу становить 0,13 мм на 100 мм довжини зубів. Цей показник перевищує технічні вимоги до нових валів, які допускають лише 0,05 мм на 100 мм довжини.

Відповідно до результатів мікрометражних досліджень, понад 45% валів, згідно з існуючими технічними стандартами, розглядаються як придатні і встановлюються на машини. Проте, вони вказують на потребу у ремонті, зокрема за параметром непаралельністю бічних поверхонь зубів, що виражається в конусності.

Цей аналіз свідчить про необхідність постійного вдосконалення та удосконалення технологій виробництва, щоб забезпечити виготовлення валів, що відповідають сучасним вимогам якості та ефективності. Також акцентує увагу на необхідності регулярного технічного обслуговування та вчасного ремонту для забезпечення надійності та тривалого терміну служби шліцьових валів у вимогливих умовах експлуатації.[10]

### 3.2 Розрахунок допустимих навантажень

Згинальні навантаження виникають внаслідок нерівноваженості карданного валу та дії пар осьових сил, які діють на хрестовини карданного шарніра. Під час експлуатації нерівноваженість виникає не лише через пошкодження самого карданного валу, але також внаслідок зносу шліцьового з'єднання чи підшипників карданного шарніра. Ця нерівноваженість призводить до вібрацій та утворення шуму.

Важливо відзначити, що наявність збалансованого вала не завжди гарантує його стійкість при деякій кутовій швидкості, відомої як критична швидкість. У разі відсутності стійкості, прогин вала під власною вагою при

											Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

MPTAM 2322371 ПЗ

критичній швидкості може досягти таких значень, що спричинять його руйнування.

Для зручності розрахунку припускається, що карданний вал можна розглядати як балку, що рівномірно навантажена на двох опорах. Тоді критична частота обертання (об/хв) може бути визначена за формулою:

$$n_{кр} = 1,185 \cdot 10^7 \frac{\sqrt{D^2 - d^2}}{L_{\kappa}^2} \quad (3.1)$$

де  $L_{\kappa}$  в - довжина карданного валу,  $D$  - зовнішній діаметр труби карданного валу,  $d$  - внутрішній діаметр труби карданного валу.

Критична частота обертання повинна бути прийнята 1,3 рази більше максимальної частоти при експлуатації. Тому:

$$n_{кр} > 1,3n_{\max} \quad (3.2)$$

Це є мінімально допустимою критичною частотою, забезпечуючи запас для компенсації зносу шліцьового спряження, підшипників та невеликих пошкоджень карданного валу.

Круті навантаження на карданний вал безпосередньо залежать від крутного моменту, що передається валом. Оскільки карданний вал є складовою багатомасової пружної системи трансмісії, він виконує коливання та піддається додатковим крутним навантаженням, які, у разі резонансу, можуть досягати величезних значень, що призводить до його руйнування.

Напруження в круті карданної передачі визначається:

$$\tau_{\kappa} = \frac{M_p}{W_{\tau}} \quad (3.3)$$

де  $W_{\tau}$  - момент спротиву кручення труби карданного валу, мм<sup>3</sup>;

$$W_{\tau} = \frac{\pi(D^4 - d^4)}{16D} \quad (3.4)$$

Напружений стан карданного валу при крученні виконується зіставленням з допустимими значеннями кручення.

					<b>МРТАМ 2322371 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$[\tau_k] > \tau_k \quad (3.5)$$

Під час передачі крутного моменту карданний вал отримує закручення на певний кут:

$$\theta = \frac{M_p L_{mp}}{J_\tau G} \frac{180}{\pi} \quad (3.6)$$

де  $L_{tr}$  - довжина труби карданної передачі;  $G$  - модуль пружності при крутних навантаженнях,  $\tau$  - полярний момент інерції перерізу карданного валу, мм<sup>4</sup>:

Полярний момент інерції перерізу вала можна обчислити за формулою:

$$J_\tau = \frac{\pi(D^4 - d^4)}{32} \quad (3.7)$$

Оцінка міцності та терміну служби карданного валу з урахуванням розрахункових даних

На підставі отриманих розрахункових даних можна провести аналіз запасу міцності карданного валу під час критичних обертань та максимальних значень крутних навантажень. Цей аналіз дозволяє визначити термін служби вала за умови відповідності вимогам експлуатації автомобіля.

Запас міцності визначається відношенням критичної частоти обертання до максимальної частоти експлуатації. Цей показник вказує на те, наскільки надійно карданний вал витримує динамічні навантаження та уникне руйнування при критичних режимах роботи.

Далі, з врахуванням максимальних значень крутних навантажень, можна оцінити напружений стан вала та порівняти його з допустимими значеннями крутіння. Це дозволяє визначити ступінь надійності та довговічності карданного валу в умовах експлуатації.

Отже, на основі цього аналізу можна встановити передбачуваний термін служби карданного валу, забезпечуючи оптимальне функціонування автомобільної трансмісії та враховуючи вимоги до надійності та ефективності транспортного засобу.[11]

## 4 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ВІДНОВЛЕННЯ КАРДАННОЇ ПЕРЕДАЧІ

### 4.1 Розбирання очищення миття та дефектування карданної передачі

Розбірка є ключовим етапом технологічного процесу відновлення карданної передачі. Якість цього етапу безпосередньо впливає на кількість деталей, які можуть бути використані повторно, об'єм робіт з відновлення деталей, економічність та загальну якість ремонту. Вибір між потоковим та непотоковим методом розборки визначається обсягом робіт, складністю вузла та розміром підприємства.

Потоковий метод розборки, розподіляючи обсяг робіт між різними робітниками та бригадами, виявляється більш прогресивним, особливо на великих виробничих площадках. Водночас, непотоковий метод може бути ефективним для менш складних вузлів.

Після розборки, деталі проходять етап очищення, який має велике значення для продуктивності праці, санітарних стандартів та загальної якості робіт. Забруднення поділяються на експлуатаційні та технологічні, визначаючи характер робіт з очищення.

За експлуатаційні забруднення відповідають дорожній бруд, масляні відкладення та інші, в той час як технологічні включають стружку, абразиви, шлаки тощо. Очищення проводять перед розборкою, дефектацією, механічною обробкою, нанесенням покриття та зборкою.

Очистка деталей може виконуватися на трьох рівнях: макроочистці, мікроочистці та активаційному очищенні. Кожен рівень спрямований на видалення різних типів забруднень, від найбільших часток до поверхнево-активних речовин.

Важливо зазначити, що досягнення абсолютної чистоти поверхонь не завжди є технологічно необхідним, оскільки це може бути трудомістким.

					<i>МРТАМ 2322371 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Очищення значно підвищує міжремонтний ресурс агрегатів та прискорює продуктивність ремонтних робіт.

Під час очищення широко використовуються мийні засоби, що допомагає видаляти як рідкі, так і тверді забруднення з поверхонь, забезпечуючи ефективну підготовку деталей до подальших етапів відновлення.

Використання миючих засобів та розчинників у відновленні карданної передачі

Для ефективного очищення деталей карданної передачі застосовуються різноманітні мийні засоби, включаючи їдкий натрій та синтетичні мийні засоби. Основою сучасних мийних засобів є поверхнево-активні речовини, які забезпечують їхню високу ефективність порівняно з їдким натрієм та іншими лужними речовинами.

Розчини синтетичних мийних засобів перевищують їдкий натрій учасно в декілька разів, що робить їх широко використовуваними. Ці розчини ефективно очищають деталі з чорних і кольорових металів та сплавів. Деталі, оброблені синтетичними мийними засобами, не вимагають обробки протикорозійними засобами при короткостроковому зберіганні.

Робоча концентрація мийного розчину залежить від ступеня забруднення і зазвичай становить 5...20 г/л. Окрім того, широке застосування знайшов метод видалення забруднень за допомогою розчинників, таких як дизельне паливо, керосин, бензин та уайт-спірит, особливо при очищенні від асфальтосмолистих і маслянистих забруднень.

Останнім часом часто використовують розчинно-емульсійні речовини для очищення деталей. Цей метод включає занурення деталей у розчинно-емульсійні речовини, після чого емульгується розчинник і залишкові забруднення, що гарантує високий рівень очищення.

Для очищення карданної передачі рекомендується використовувати розчин карбаміду з концентрацією 15 г/л води, попередньо нагрітій до 80 °С для оптимальної ефективності мийних властивостей. Після використання

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МРТАМ 2322371 ПЗ				



перевірки розташування робочих поверхонь та фізико-механічних властивостей матеріалу.

Під час дефектації карданних передач розглядали стандартний типорозмір 69/5, широко використовуваний у виробництві автомобілів. Загальна структура цієї передачі та її розрахункові характеристики служать основою для розробки загальної методики відновлення карданних передач. [12]

В результаті проведеної дефектовки виявлено, що шліцеве з'єднання карданної передачі піддається найбільшому зносу. Після цього етапу, деталі, що потребують ремонту, піддаються обезжирюванню в розчині, який відмінно справляється з видаленням мастильних плівок.

Зокрема, для досягнення оптимального результату використання струму під час електрохімічного обезжирювання є надзвичайно ефективним методом. Цей процес включає в себе вплив розчину не лише хімічним шляхом, але й внаслідок руйнівного впливу газів, які виділяються на поверхні деталі. Для ефективного електрохімічного обезжирювання сталевих деталей рекомендується тримати їх на катоді протягом 80% часу і на аноді протягом 20% часу при використанні постійного струму. Оптимальний час цього процесу зазвичай коливається від 1 до 10 хвилин, з густинами струму в межах 3 до 0 А/дм<sup>2</sup> та температурою розчину обезжирювання в діапазоні від 59 до 80 градусів Цельсія. [13]

#### 4.2 Відновлення форми зношених деталей

Після проведеної дефектовки вирішується питання щодо подальшого відновлення зношених деталей. Серед них найбільше зносу піддається шліцеве з'єднання карданної передачі, яке піддається зворотно-поступальному русі, а на його вал діє крутний момент, призводячи до нерівномірного зносу шліцьового вала та втулки. Це з'єднання можна класифікувати як спряження другої групи другого типу, розглядаючи його як повзун та напрямну.

					<b>МРТАМ 2322371 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Існують різні способи відновлення карданної передачі, але їх вибір залежить від матеріалів деталей і їхнього ступеня зносу.

Ремонтні розміри: Цей метод полягає у відшліфуванні однієї деталі до регламентованого розміру і заміні іншої деталі новою. Хоча цей спосіб досить поширений для шліцевих валів, його застосування для карданних передач може бути складним. Механічна обробка зменшує міцність деталей, що може призвести до їх руйнування при високому крутному моменті.

Використання синтетичних клеїв і епоксидних сплавів: Сучасні технології дозволяють відновити некритично зношені з'єднання за допомогою синтетичних клеїв і епоксидних сплавів. Цей метод полягає у нанесенні на поверхню деталі синтетичного складу з вкрапленням металу, що відновлює початкову геометричну форму.

Основна мета робіт по ремонту з'єднання - відновлення початкових геометричних і фізико-механічних властивостей шліцевого вала. Для цього можна використовувати ремонтні креслення та довідкові дані про деталь.

Хоча визначеного алгоритму ремонту карданної передачі немає, варто розглядати загальні методи відновлення та ремонту зношених деталей для розробки ефективного процесу відновлення шліцевого з'єднання.

Отже, враховуючи представлену інформацію, приходимо до висновку, що оптимальним варіантом для відновлення шліцевого вала є процес наплавлення під шаром флюсу з подальшою механічною обробкою. Перед проведенням наплавлення слід виконати ряд підготовчих процедур, серед яких термічна і механічна обробка поверхні деталі.

Оскільки поверхня деталі має твердість у межах 42–56 HRC, для вирівнювання властивостей матеріалу необхідно виконати термічний процес – відпал. Цей процес ґрунтується на використанні дифузійних фазових перетворень під час охолодження металу. Відпал визначається діаграмою стану Fe-C і застосовується для сталей з поліморфними, евтектоїдними або перектоїдними перетвореннями та змінною розчинністю у твердому стані.

					<i>MPTAM 2322371 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Існує кілька видів відпалу, і їх вибір залежить від характеру відхилень від стану рівноваги металу, які виникають під час попередньої обробки. Наприклад, рекристалізаційний відпал використовується для зменшення твердості наклепаної холоднодеформованої сталі, а гомогенізуючий відпал – для вирівнювання хімічного складу та підвищення однорідності структури литої легованої сталі.

Важливо відзначити, що відпал може бути ефективним методом для поліпшення якості та механічних властивостей матеріалу, а використання сучасних технологій та діаграм стану сприяє визначенню оптимальних параметрів процесу.

Відпал - це процес, який може бути різноманітним залежно від змін у фазо-структурному стані сплаву. Визначаються такі види відпалу, як повний, неповний, сфероїдизуючий та ізотермічний.

Повний відпал використовується з метою зниження твердості, внутрішніх напружень, подрібнення зерен та підвищення структурної однорідності, в'язкості й пластичності. Цей процес включає кристалізацію феритної та перлітної структур при відпалі за температур, вищих на 30...50 °С від температури точки А3, та охолодженні зі швидкістю 20...200 °С/год.

Неповний відпал використовується для зниження твердості та полегшення обробки сталі різанням. У цьому випадку відбувається перекристалізація перлітної структури при нагріванні сталі до температур на 40...60 °С вище точки А1.

Сфероїдизуючий відпал використовується для зменшення твердості сталей, полегшення обробки різанням високовуглецевих та інструментальних сталей, підвищення пластичності низько вуглецевих і середньо вуглецевих сталей перед холодним штампуванням і волочінням.

Ізотермічний відпал використовується для скорочення часу відпалу прокату або після обробки ковкою заготовок з легованих сталей.

					<i><b>МРТАМ 2322371 ПЗ</b></i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Однак для забезпечення оптимальних умов обробки шліцьового валу рекомендується застосування неповного відпалу, що передбачає нагрів вала до температури 770...785°C та охолодження разом з пічкою. Після відпалу необхідно виконати фрезерування для вирівнювання зносу поверхні та покращення якості наплавленого шару.

Фрезерування - це високопродуктивний процес обробки металів різанням за допомогою фрез – ріжучого інструменту. Застосування фрез дозволяє досягти високої точності (8...10 квалітет точності) і відмінної шорсткості ( $R_a$  1,6...6,4 мкм) поверхні обробленого матеріалу.

Під час фрезерування, основний рух – це обертовий рух, який забезпечується фрезою. Паралельно відбувається прямолінійний рух подачі, який може забезпечувати або заготовка, або сама фреза.

Застосовуючи фрези, можна обробляти зовнішні поверхні, пази та фасонні поверхні. Фрези також використовуються для обробки тіл обертання, різання металів (використовуючи пилки), а також для виготовлення зубчастих коліс (зуборізні фрези), для яких спеціально розробляють фрези певної конструкції.

Фрези можуть бути збірними або цільними, виготовленими з пластинок твердих сплавів або ріжучої частини зі швидкоріжучих сталей.

Існують два основних типи фрезерування:

Циліндричне фрезерування: відбувається за допомогою зубців, розташованих на циліндричній твірній. Циліндричні фрези застосовуються для обробки плоских поверхонь на горизонтально-фрезерних верстатах і мають діаметр  $D=40...250$  мм.

Торцеве фрезерування: використовує зубці, розташовані на торцевій частині фрези. Торцеві фрези також застосовуються для обробки заготовок з плоскими поверхнями на вертикальних і горизонтально-фрезерних верстатах і відрізняються високою продуктивністю.

					<b>МРТАМ 2322371 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У випадку обробки шліцьових валів, промисловість виготовляє спеціальні фасонні фрези. Зокрема, згідно з ДСТУ 8027-86 обирається фреза для обробки шліцьового вала легкої серії 8×56×62. Для цієї операції призначається фреза черв'ячного типу 2520-0717, із зовнішнім діаметром зубів, шириною, посадочним діаметром, діаметром боби шок, висотою бобишок та певною кількістю зубів. Використаний матеріал - Т15К6.

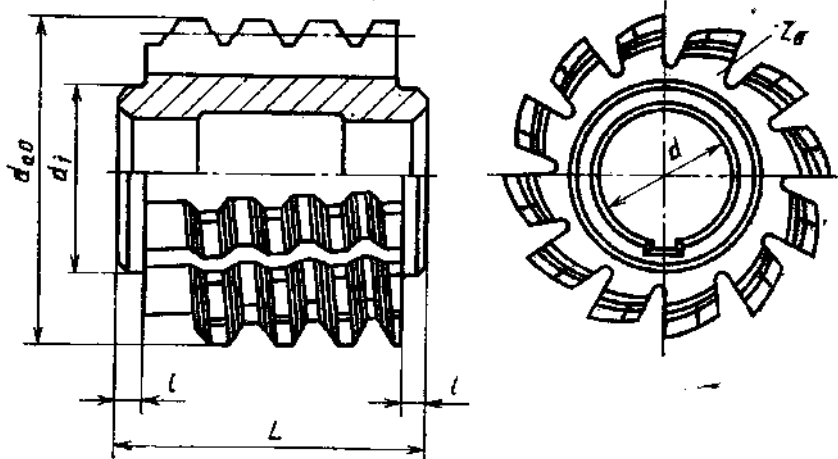


Рисунок 4.1 – Фреза фасонна

Проведемо розрахунок параметрів різання.

Для видалення припуску перед наплавкою приймаємо глибину різання  $t=0,2$  мм.

Під час фрезерування існує кілька варіантів подачі, зокрема подачу на один зуб, подачу на один оберт фрези та подачу за хвилину мм/хв. Ці параметри взаємодіють за наступним співвідношенням:

$$S_M = Sn = S_z zn \quad (4.1)$$

Де  $n$  – частота обертання фрези, об/хв.;  $z$  – число зубців фрези. Вихідною величиною подачі при чорновому фрезеруванні є її величина на один зуб подачі, при чистовому фрезеруванні – на один оберт фрези  $S$ , за

					МРТАМ 2322371 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

котрою для подальшого використання розраховується величина подачі на один зуб  $S_z = S/z$ .

Швидкість різання – колова швидкість фрези м/хв,

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^u z^p} K_v. \quad (4.2)$$

Коефіцієнт  $C_v$  і показники степенем приведені в довідниках.

Загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv}, \quad (4.3)$$

де  $K_{Mv}$  - коефіцієнт котрий враховує якість оброблюваного матеріалу;  $K_{nv}$  – коефіцієнт для врахування стану поверхні заготовки,  $K_{uv}$  – коефіцієнт матеріалу різця.

Сила різання яка являється складовою частиною сили при фрезеруванні – колова сила, Н

$$P_z = \frac{10 C_p t^x S_z^y B^u z}{D^q n^w} K_{MP}, \quad (4.4)$$

Маючи вихідні дані знайдемо швидкість фрезерування

$$K_v = K_\Gamma \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_v} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} = 1 \cdot \left(\frac{750}{450}\right)^{-0,9} \cdot 0,8 \cdot 0,85 = 0,429,$$

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^u z^p} K_v = \frac{390 \cdot 90^{0,17}}{180^{0,33} \cdot 0,8^{0,19} \cdot 10^{0,28} \cdot 10^{-0,05} \cdot 14^{0,1}} \cdot 0,429 = 15,71 \text{ м/хв.}$$

Тоді сила різання

$$P_z = \frac{10 \cdot 101 \cdot 0,8^{0,88} \cdot 0,18 \cdot 10^{0,2} \cdot 14}{0,90^{0,87} \cdot 119,21^0} = 20171,1$$

Тоді потужність різання

$$N = \frac{P_z v}{1020 \cdot 60} = \frac{20171 \cdot 15,71}{1020 \cdot 60} = 5,18 \text{ кВт.}$$

Після попередварительної механічної обробки, деталь направляється на процес наплавки.

					МРТАМ 2322371 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для виконання наплавки деталі було вирішено використовувати метод наплавки під флюсом, оскільки цей підхід відрізняється високою продуктивністю, простотою в роботі і високою якістю наплавленого шару. Такий метод широко застосовується для відновлення корінних шийок і шатунних шийок колінчастих валів, катків ходової частини гусеничних тракторів і осей ходової частини лісових машин, а також шліцьових валів автомобілів та інших деталей.

Для виконання процесу наплавки необхідне відповідне обладнання: установка для наплавки, редуктор черв'ячний, наплавочна головка А-580М з механізмом подачі електродного дроту потужністю 0,18 кВт, трансформатор ПСО – 500 з коефіцієнтом корисної дії 0,54, а також комплект мірного інструменту для контролю наплавленого шару.

Враховуючи габарити наплавлюваного вала, визначимо оптимальні параметри для проведення наплавлення.

Діаметр електродного дроту  $d = 1,6$  мм.

Сила струму на дузі  $I = 130$  А.

Напруга на дузі  $U = 28$  В.

Подача електродного дроту  $V_e = 70 \frac{\text{м}}{\text{год}}$ .

Швидкість наплавлення  $V_H = 14$  м/год.

Зміщення електрода 5 мм.

Знайдемо продуктивність процесу для дроту 1,6 Нп-30ХГСА при наплавці під флюсом коефіцієнт наплавлення  $\alpha_H = 11 \text{ г/А} \cdot \text{год}$ .

Тоді продуктивність процесу наплавлення під флюсом

$M_{н.м.} = \alpha_H \cdot I = 11 \cdot 130 = 1430$  г/год.

Через швидкість наплавлення знайдемо подачу флюсу

$M_{\phi} = M_{н.м.} \cdot K_{в.ф.} = 1430 \cdot 1,2 = 1716$  г/год.

					MPTAM 2322371 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Після завершення процесу наплавлення необхідно використати мірний інструмент для перевірки розмірів деталі та підготовки її до наступного етапу механічної обробки для відновлення початкової форми.

Після наплавлення деталь потребує токарної обробки для відновлення початкової циліндричної форми, оскільки процес наплавлення характеризується недостатньою точністю, впливом технологічних факторів, таких як розбризування металу, стрибки напруги в мережі та нестабільність горіння дуги.

Для токарної обробки використовується токарно-гвинторізний верстат 16К20, який є широко застосовуваним як на виробництвах, так і на ремонтних підприємствах.

Основні операції токарної обробки включають підрізку торців, обточку, проточку зовнішніх канавок, відрізку, фасонну обточку, розточування внутрішніх поверхонь і проточування канавок, зняття фасок, нарізання зовнішньої і внутрішньої різьби різцем та інші операції.

Точіння використовується для обрізання торцевих, зовнішніх і внутрішніх шарів поверхні заготовок різних форм. Цей процес виконується за допомогою токарних різців на різноманітних токарних верстатах. Заготовку закріплюють в шпинделі верстата, який рухається (головний рух), а різець закріплюється в різцеутримувачі супорта, виконуючи поздовжні, поперечні і поступальні рухи подачі.

Основні параметри точіння - глибина різання ( $t$ ) і подача ( $S$ ). Вибір глибини різання залежить від обробки та якості отримуваної поверхні, а подача повинна бути максимальною для забезпечення високої швидкості та продуктивності обробки. Якість отримуваної поверхні залежить як від глибини, так і від подачі.[16]

Тому доцільно прийняти глибину різання  $t=1$  мм. При цьому подача  $S=0,6$  мм. Розмір державки різця  $25 \times 40$  мм. Матеріал різця Т15К6.

Знайдемо швидкість точіння

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МРТАМ 2322371 ПЗ					

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{420}{60^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 1,2^{0,2}} \cdot 0,429 = 76,6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Знайдемо силу різання

$$P_{z,y,x} = 10 C_p t^x s^y v^n K_p \quad (4.5)$$

Для розрахунку потужності знайдемо складову сили різання  $P_z$ , для початку обчислимо поправковий коефіцієнт  $K_p$

$$K_p = K_{MP} K_{\text{фр}} K_{\text{гп}} K_{\lambda p} K_{rp} = \left(\frac{450}{750}\right)^{-0,15} \cdot 1,08 \cdot 1,25 \cdot 1 \cdot 0,87 = 1,26,$$

тоді сила різання:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1^1 \cdot 1,2^{0,75} \cdot 0,429^{-0,15} \cdot 1,26 = 6239 \text{ Н.}$$

Тоді потужність затрачувана на процес різання

$$N = \frac{P_z v}{1020 \cdot 60} = \frac{6239 \cdot 76,6}{1020 \cdot 60} = 7,8 \text{ кВт.}$$

Після відновлення циліндричної форми шліцьового вала потрібно відновити геометричну форму шліців. Для цього використаємо фрезу якою попередньо підготовлювали вал до наплавки.

Чорнову обробку проведемо за тими режимами що й підготовку, адля чистового фрезерування проведемо розрахунок режиму.

Швидкість фрезерування

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^u z^p} K_v = \frac{390 \cdot 90^{0,17}}{180^{0,22} \cdot 0,2^{0,19} \cdot 0,2^{0,28} \cdot 10^{-0,05} \cdot 14^{0,1}} \cdot 0,429 = 75,8 \text{ м/хв.}$$

Тоді сила різання

$$P_z = \frac{10 C_p t^x S_z^y B^u z}{D^q n^w} K_{MP},$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 101 \cdot 0,2^{0,88} \cdot 0,18 \cdot 10^{0,2} \cdot 14}{0,90^{0,87} \cdot 119,21^0} = 1072,59.$$

Тоді потужність різання

$$N = \frac{P_z v}{1020 \cdot 60} = \frac{1072,59 \cdot 75,8}{1020 \cdot 60} = 1,328 \text{ кВт.}$$

Після проведення фрезерування вал потрібно загартувати до міцності HRC 42-56.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МРТАМ 2322371 ПЗ				

Після гартування потрібно провести чистову обробку поверхні вала шліфуванням.

Шліфування – це найбільш поширений різновид абразивної обробки, який забезпечує шорсткість обробленої поверхні  $Ra=0,3\dots1,6$  мкм і точність 6...8-го квалітетів.

Обертання шліфувального круга - головний рух при шліфуванні.

Розрізняють три види шліфування: звичайне при  $V_k < 35$  м/с, швидкісне  $V_k = 35\dots 60$  м/с і високошвидкісне  $V_k > 60$  м/с.

Подача може бути таких видів:

поздовжня  $S_{пр}$ , поперечна  $S_{пп}$ , вертикальна  $S_v$ .

Розрахуємо режим шліфування шліцьового вала.

Для шліфування поверхні, як абразивний матеріал обрано електрокорунд з зернистістю 50 – 40 одиниць.

Глибина шліфування  $t = 0,01$  мм.

Повздовжня подача  $S_0 = (0,2 - 0,4)B$ .

Швидкість руху заготовки  $v_k = 20$  м/хв.

Знайдемо потужність при шліфуванні

$$N = C_N v_3^r t^x S^y d^q = 0,7 \cdot 2^{0,5} 0,01^{0,5} 0,2^{0,5} 90^{0,5} = 0,42 \text{ кВт.}$$

Після завершення процесу шліфування, необхідно оцінити параметри шорсткості поверхні та переконатися відповідності початкових геометричних розмірів.

Відновлений шліцьовий вал встановлюється у трубу карданної передачі та жорстко фіксується за допомогою зварювального шва. Для забезпечення надійної фіксації шліцьового вала було вирішено використовувати напівавтоматичний метод зварювання в захисних газах.

Проведемо розрахунок режиму зварювання. До параметрів режиму дугового зварювання в захисних газах відносяться:

Сила струму: Цей параметр визначається врахуванням матеріалу вала та особливостей його експлуатації. Використовуючи сучасні методи

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МРТАМ 2322371 ПЗ					

розрахунку, можна точно визначити оптимальну силу струму для забезпечення максимальної міцності та надійності зварюваного з'єднання.

Напруга дуги: Визначення оптимальної напруги дуги важливо для підтримання стабільного процесу зварювання та уникнення надмірного нагрівання матеріалу.

Швидкість подачі дроту: Цей параметр впливає на форму та якість зварювального шва. Модерні методи регулювання швидкості подачі дроту дозволяють досягти оптимальних результатів.

Тип та об'єм захисного газу: Використання сучасних технологій захисних газів може значно покращити якість та ефективність зварювання.

Геометрія та конфігурація зварювального шва: Оптимальний вибір геометрії шва дозволяє досягти необхідних механічних властивостей та забезпечити довговічність з'єднання.

Використовуючи сучасні підходи до розрахунків та нові розробки у галузі зварювання, можна забезпечити оптимальні умови для якісного та ефективного з'єднання шліцьового вала.

Начало формы

- діаметр електродного дроту  $d_{ед}$ ;
- сила струму  $I_{зв}$ ;
- напруга на зварювальній дузі  $U_{зв}$ ;
- швидкість зварювання  $V_{зв}$ ;
- виліт електродного дроту  $l_{в}$ ;
- швидкість подачі електродного дроту  $V_{ед}$ ;
- витрата захисного газу;
- кількість проходів.

Для фіксації вала прийнято зварювання в один прохід.

Знайдемо глибину проплавлення

$$h_{np} = S - 0,5b = 2,6 - 0,5 \cdot 2 = 1,6 \text{ мм.}$$

					МРТАМ 2322371 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Діаметр електродного дроту

$$d_{ед} = \sqrt[4]{h_{np}} \pm 0,05h_{np} = \sqrt[4]{1,6} \pm 0,05 \cdot 1,6 = 1,2 \text{ мм.}$$

Швидкість зварювання

$$V_{зв} = K_v \frac{h_{np}^{1,61}}{e^{3,36}} = 1060 \frac{1,6^{1,61}}{4^{3,36}} = 21,4 \text{ мм/с}$$

Сила зварювального струму

$$I_{зв} = K_I \frac{h_{np}^{1,32}}{e^{1,07}} = 430 \frac{1,6^{1,32}}{4^{1,07}} = 181,4 \text{ А.}$$

Напряга зварювання

$$U_{зв} = 14 + 0,05 \cdot I_{зв} = 14 + 0,05 \cdot 181,4 = 23,07 \text{ В}$$

Виліт електродного дроту

$$l_{г} = 10d_{ед} \pm 2d_{ед} = 10 \cdot 1,2 \pm 2 \cdot 1,2 = 9,6 \dots 14,6 \text{ мм.}$$

Приймаємо  $l_{г} = 12$  мм.

Швидкість подачі електродного дроту

$$V_{ед} = 0,53 \cdot \frac{I_{зв}}{d_{ед}^2} + 6,94 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{I_{зв}^2}{d_{ед}^3} =$$
$$= 0,53 \frac{181,4}{1,2^2} + 6,94 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{181,4^2}{1,2^3} = 79,98 \frac{\text{мм}}{\text{с}}$$

Витрата захисного газу  $CO_2$ .

$$q_{зг} = 3,3 \cdot 10^{-3} \cdot I_{зв}^{0,75} = 3,3 \cdot 10^{-3} \cdot 181,4^{0,75} = 0,163 \frac{\text{л}}{\text{с}}$$

Після успішної фіксації шліцьового вала, необхідно взяти в роботу збирання карданної передачі. Перед тим, як вона буде встановлена на автомобіль, процес балансування вважається обов'язковою процедурою.

Збирання карданної передачі має важливе значення для забезпечення плавного та ефективного функціонування системи. Сучасні технології

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МРТАМ 2322371 ПЗ	Арк.
------	------	----------	--------	------	------------------	------

збирання враховують високу точність та використання спеціалізованого обладнання для досягнення оптимального балансу.

Процедура балансування є критично важливою для усунення небажаних вібрацій та узгодження роботи карданної передачі з іншими механізмами автомобіля. Сучасні розробки у цій галузі дозволяють автоматизувати та вдосконалити процес балансування, забезпечуючи найвищу якість та надійність передачі.

Важливо відзначити, що балансування карданної передачі допомагає уникнути зносу, подовжуючи тим самим термін служби системи. Такий підхід важливий для досягнення оптимальної продуктивності та забезпечення комфортного водіння автомобіля. [16]

#### 4.3 Процес балансування карданного вала

Виникнення вібрацій є однією з головних причин скорочення ресурсу роботи компонентів автомобіля. Ці вібрації спричиняються дисбалансом обертових елементів, серед яких можна виділити колінчастий вал, маховик, корзину зчеплення та карданний вал. Негативні наслідки вібрацій включають підвищений знос деталей, некомфортну експлуатацію автомобіля, втрату динаміки та збільшення витрат пального.

Сила інерції безпосередньо залежить від квадрата частоти обертання. З метою спрощення розрахунків введено поняття дисбалансу, що представляє собою добуток неврівноваженої маси на відстань до неї від осі обертання. Важливо зауважити, що ефективне балансування обертових елементів, зокрема карданного вала, відіграє ключову роль у мінімізації вібрацій та забезпеченні стабільності та надійності автомобільної системи. Сучасні технології балансування використовуються для оптимізації цих процесів та підвищення продуктивності автомобільного транспорту.

					<i>МРТАМ 2322371 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



балансування застосовуються для оптимізації цих процесів та підвищення продуктивності автомобільного транспорту.

Для визначення величини дисбалансу використовується шкала випрямляча лімба, де вказується кут відхилення. Під час проведення процедури місце приварки балансувальної пластини розташоване вище вала, а частина з більшою вагою - нижче, на площині корекції. Балансувальну пластину тимчасово закріплюють тонким дротом на відстані 100 мм від зварювального шва і перевіряють збалансованість кінця карданної передачі.

Якщо виявлене значення дисбалансу менше допустимого, то балансувальні пластини закріплюють на поверхні труби. Після цього вільний кінець маятникової рами використовується для динамічного балансування другого кінця вала.

Після проведення динамічного балансування карданної передачі на шийку вилки встановлюють захисну муфту для шийців, гайку розпірної втулки, розрізні шайби і кільце сальника, резинову шайбу і розрізну шайбу. Кільце сальника і розрізні шайби встановлюють в гніздо розпірної втулки. Шліцьову муфту фіксують на шийці ковзаючої вилки дротом.

Після динамічного балансування і передмонтажу проміжного карданного вала на шийку шліцьової втулки встановлюють передній відбивач сальника. Опору проміжного вала напресовують до упору в буртик зібраним. Закріплюють задній відбивач сальника. Після заповнення солідолом шліцьової втулки встановлюють ковзаючу вилку в шліцьову втулку і перевіряють вільний рух і взаємне падіння осей болтів штопорних пластин вилок проміжного вала і ковзаючої вилки. Прикручують гайку розпірної втулки до відмови на різбовий кінець і закріплюють хомутом і пружинним кільцем.

Збалансований комплект карданної передачі відзначається взаємним положенням частин на трубах і вилках за допомогою вибитих стрілок.[17]

					<i>МРТАМ 2322371 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 5. РОЗДІЛ ОХОРОНИ ПРАЦІ

5.1 Оцінка ризиків та впливу небезпек в розробленому технологічному процесі

Небезпечний фактор - це той, що при його впливі на працівника може призвести до травм або несподіваного погіршення здоров'я. Виробничі небезпеки можна класифікувати за такими видами:

Фізичні фактори: транспортні засоби, рухомі елементи конструкцій, пересувні вироби, температурні умови, рівень шуму і освітленість тощо.

Хімічні фактори.

Біологічні впливи.

Психофізіологічні аспекти.

Робоче місце визначається як простір для окремого працівника чи групи, обладнаний технічними засобами. Забезпечення безпеки на робочому місці вимагає комплексу організаційних заходів.

Ефективна організація робочого місця може зменшити ризики. При цьому важливо:

Правильно планувати і оснащувати робоче місце: використання сучасного обладнання та технологічної оснастки.

Оптимізувати просторове розташування матеріальних засобів виробництва.

Здійснювати раціональне фарбування обладнання.

Забезпечувати нормоване освітлення.

Для ефективного планування робочого місця важливо враховувати можливість раціональних рухів, економію простору, фізіологічні та антропометричні особливості працівника.

Технологічний процес має бути адаптованим до конкретного машинобудівного комплексу, зокрема, складається з отримання заготовки, обробки на верстатах, контролю якості, транспортування та складання.

					МРТАМ 2322371 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При розгляді операцій, зокрема, шліфування, необхідно враховувати потенційні ризики для робітників. Абразивне шліфування може виокремлювати велику кількість пилу, який, у разі попадання в організм, може викликати проблеми здоров'я. Також важливо враховувати велике виділення тепла та можливість відлітання розпечених часточок металу.

Застосування сучасних засобів безпеки та врахування новітніх розробок може значно знизити ризики та покращити умови праці.

Для усунення внутрішніх напружень та зниження твердості заготовки перед фрезеруванням використовується термічна обробка у печі відпалу. Проте, цей процес є потенційно небезпечним через високі температури, що використовуються під час термообробки. Після цього заготовку очищають від окалини на дробоструменевій машині.

Транспортування заготовок на дільниці механічної обробки може призвести до ризиків травмування через недбалість персоналу, забруднення навколишнього середовища транспортними пристроями або використання несправного обладнання. Шкідливі викиди можуть включати в себе гази внутрішнього згоряння транспортних засобів та витік електроліту з негерметичних акумуляторів. Використання застарілого обладнання, такого як троти та редуктори, також може бути небезпечним. Існує ризик ураження електричним струмом від електропровідних машин, тому важливо дотримуватись технічних характеристик і умов експлуатації транспортних засобів.

Механічна обробка деталей з вуглецевої сталі 45Х ДСТУ 4543-71 на токарних верстатах зазвичай супроводжується утворенням зливної стружки, що характеризується гострими краями, значною довжиною та складністю видалення. Використання накладних стружколомів на різцях може полегшити обробку та полегшити видалення стружки. У випадку точіння на високих швидкостях, використання мастильно-охолоджувальних емульсій може зменшити знос ріжучого інструменту та температуру різання.

					<b>МРТАМ 2322371 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Емульсія також широко використовується при свердлінні для охолодження зони обробки та покращення умов різання. У шліфуванні емульсія вирішує проблему розлітання дрібних часток стружки, покращуючи безпеку. Однак важливо строго дотримуватись інструкцій з техніки безпеки для свердлінняника та шліфувальника.

На деяких верстатах для затиску деталей може використовуватись пневматичний привід, що може бути небезпечним при відключенні стиснутого повітря. Для запобігання цьому слід передбачити запобіжні пристрої для захисту працівників та попередження про небезпеку.

В цілому, при розробці технологічного процесу використовуються безпечні підходи, виключаючи високотоксичні, вибухонебезпечні та інші рідини, що можуть становити потенційну загрозу для людей. Стратегією є уникнення ситуацій, які можуть бути шкідливими для здоров'я та безпеки працівників, через дотримання правил експлуатації обладнання та техніки безпеки. Такий підхід сприяє створенню безпечного та ефективного робочого середовища, попереджаючи можливі негативні наслідки для працівників. Використання передових методів та технологій у сфері безпеки праці сприяє підтримці високих стандартів охорони праці та запобіганню потенційним ризикам.[18]

## 5.2 Організація проведення інструктажів з техніки безпеки робітників на дільниці

Згідно з законодавством України у сфері охорони праці, обов'язковим є проходження навчання, інструктажу та перевірки знань працівниками як при прийомі на роботу, так і в процесі трудової діяльності на підприємстві. Ці міри спрямовані на забезпечення безпеки праці та уникнення можливих ризиків для працівників.

Технічне та практичне навчання з охорони праці на підприємстві здійснюється як під час підготовки та перепідготовки працівників, так і під

					<b>МРТАМ 2322371 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



увагу порушенням ними вимог нормативних актів з охорони праці, що можуть спричинити травми, аварії або пожежі.

Щодо цільового інструктажу для працівників, важливо визначити його проведення при виконанні разових робіт, які не передбачені трудовою угодою, при ліквідації аварій та стихійних лихах, а також при виконанні робіт, які вимагають наряд-допуск, розпорядження чи інші документи. Врахування сучасних методів навчання та використання технічних засобів навчання може підвищити ефективність цього процесу.

Нормативи і порядок проведення інструктажів для працівників визначаються з урахуванням безпеки праці та діючого законодавства. Вступний інструктаж, який проводиться на підприємстві, має включати сучасні технічні та візуальні засоби, сприяючи засвоєнню правил та норм безпеки.

Зокрема, важливо визначити, що проведення інструктажів, як вступних, так і повторних, може включати тестування працівників для визначення рівня їх знань та навичок. Це дозволяє перевірити ефективність навчання та вчасно виявити можливі прогалини в розумінні працівниками правил та процедур безпеки.

Організація інструктажів для працівників у формі групових сесій або індивідуальної настанови відповідає сучасним стандартам безпеки праці. Використання сучасних технологій, таких як відеопрезентації та інтерактивні методи, може забезпечити більш ефективне вивчення матеріалу та підвищити рівень уваги працівників.

Завершення інструктажів перевіркою знань та вмінь безпечно виконувати роботу є ключовим етапом. Підвищення кваліфікації працівників через регулярні повторення та оновлення інструктажів є сучасним підходом до забезпечення безпеки праці.

Організація та документування інструктажів з питань охорони праці включає проведення первинного, повторного, позапланового та цільового

					МРТАМ 2322371 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

навчання. Записи про ці інструктажі та забезпечення допуску особи до виконання робіт, якою проводився інструктаж, ретельно фіксуються в журналі реєстрації. Кожен запис включає підписи як особи, яку інструктували, так і того, хто проводив інструктаж. Забезпечується систематизація інформації шляхом пронумерованих сторінок та скріплення печаткою.

Важливо відзначити, що при виконанні робіт, що вимагають наряду-допуску, цільовий інструктаж фіксується в самому наряді-допуску, забезпечуючи належний контроль і документацію безпекових аспектів робіт. Хоча цей запис може бути обов'язковим у наряді-допуску, але його внесення в журнал реєстрації інструктажів може бути необов'язковим.

Управління безпекою праці передбачає також розробку переліку професій та посад, для яких працівники звільняються від первинного, повторного та позапланового інструктажів. Цей перелік визначається керівником підприємства за узгодженням із державним інспектором з охорони праці. Працівники, які не мають прямого відношення до обслуговування обладнання чи обробки сировини, можуть бути включені до цього переліку. [19]

					МРТАМ 2322371 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 6 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

### 6.1. Розрахунок капітальних вкладень

Розрахунок капітальних вкладень у новий цех є ключовим етапом проектування. Згідно з формулою (6.1), загальні капітальні витрати ( $K_2$ ) обумовлені сумою потрібних нових і залишковою вартістю невикористаного обладнання з існуючого виробництва, враховуючи суму його реалізації при ліквідації.

Капітальні затрати по запроєктованому цеху:

$$K_2 = K_{\text{по}} + K_{\text{нв}} \quad (6.1)$$

де  $K_{\text{по}}$  - загальна сума потрібних (нових) капітальних затрат;

$K_{\text{нв}}$  - залишкова вартість невикористаного та реалізованого

Необхідні капітальні витрати охоплюють вкладення в основні фонди та оборотні засоби, які закріплені за цим цехом. Вартість основних виробничих фондів включає в себе різноманітні витрати, такі як придбання нового обладнання, його транспортування, фундаменту, монтажу та опанування. Також враховуються витрати на модернізацію існуючого обладнання, будівництво або реконструкцію будівель та споруд, нову технологічну оснастку, модернізацію інвентарю, а у деяких випадках - витрати на дослідження та проектування, пов'язані із впровадженням нової технології.

Остаточні розрахунки вартості фондів подаються в табл. 6.1, включаючи також річні суми амортизаційних відрахувань. Спосіб визначення та нарахування амортизаційних відрахувань базується на застосуванні норм амортизації, встановлених законодавством, до балансової вартості груп основних фондів на початку звітного періоду.

$$B(a) = B(a-1) + П(a-1) - В(a-1) - А(a-1) \quad (6.2)$$

де  $B_{(a)}$  - балансова вартість групи на початок звітного періоду;

$B_{(a-1)}$  - балансова вартість групи на початок періоду, що передував звітному;

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МРТАМ 2322371 ПЗ				

$\Pi_{(a-1)}$  - сума витрат, понесених на придбання основних фондів, здійснення капітального ремонту, реконструкцій, модернізації та інших покращень основних фондів протягом періоду, що передував звітному;

$V_{(a-1)}$  - сума виведених з експлуатації основних фондів протягом періоду, що передував звітному;

$A_{(a-1)}$  - сума амортизаційних відрахувань, нарахованих у періоді що передував звітному.

Таблиця 6.1 Зведена відомість вартості та структура основних фондів.

Склад основних фондів.	Метода розрахунків	Загальна вартість. грн.	Норма амортизації. %	Сума амортизаційних відрахувань. (грн.)	В % до загальної вартості. %
1.Будівлі, споруди	Розділ 5.4.1	1179360	5%	58968	60%
2.Технологічне обладнання	Табл.6.2	488862	15%	73329,3	24,9%
3.Обладнання на складальній ділянці	—		15%		
4.Енергетичне обладнання	$K_{ен}=10\%K_{об.}$	48886,2	15%	7332,93	2,49%
5.Підйомно-транспортне устаткування	$K_{пту}=10\%K_{об.}$	48886,2	25%	12221,55	2,49%
6.Засоби контролю та управління	Входять до технологічного обладнання.		15%	-	
7.Цінний інструмент оснастка	$K_{ці.і}=15\%K_{об.}$	73329,3	15%	10999,395	3,86%

8.Виробничо-господарський інвентар оснастка	й	$K_{\text{інв.}}=25\%K_{\text{об.}}$	122215,5	25%	30553,875	6,23%
Разом			1961539,2		193405,05	100%

Розрахунок вартості окремих складових основних фондів виконується з урахуванням конкретних параметрів і умов підприємства. Наприклад, для виробничих будівель, вартість 1 м<sup>3</sup> Вб, хоч і залежить від конкретних умов, може бути оцінена за укрупненими нормами для наближених розрахунків.

Величина Вб для будівель, що використовуються, визначається як їх балансова вартість, розділена на об'єм будівлі з урахуванням фактичного погашення зносу. У випадку передбаченої реконструкції будівель, вартість приміщень також включає витрати на проектування та виконання цих робіт.

Щодо технологічного обладнання, кількість необхідного визначається в технологічних розділах дипломного проекту. Оцінка обмежується лише ціною обладнання, що встановлюється в залежності від його придбання або виготовлення на заводі. У випадку нового обладнання, його вартість розраховується як:

$$Ц = Ц_0 \times (1 + \delta_T - \delta_{\text{б}} + \delta_{\text{м}}) + C_{\text{ндр}} + C_{\text{п}}, \quad (6.3)$$

де  $Ц_0$  - оптова ціна обладнання;

$\delta_T$ - коефіцієнт транспортно-заготівельних витрат, пов'язаних з придбанням обладнання;

$\delta_{\text{б}}$ - коефіцієнт, що враховує витрати на будівельні роботи, в тому числі улаштування фундаменту для обладнання;

$\delta_{\text{м}}$ - коефіцієнт, що враховує витрати на монтаж і опанування обладнання;

$C_{\text{ндр}}$ - виробничі поточні витрати на виконання НДР, пов'язаних зі створенням даного обладнання;

$C_{\text{п}}$  - витрати на підготовку й опанування виробництва устаткування, в тому числі на його проектування.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МРТАМ 2322371 ПЗ				

Оптова ціна закупленого обладнання визначається, виходячи з діючих на ринку цін. При відсутності ціни на нове обладнання величина  $C_0$  приймається як сума його повної собівартості з урахуванням планового прибутку.

Коефіцієнт  $\delta_T$  приймається в залежності від маси й складності обладнання.

Коефіцієнт  $\delta_M$  встановлюється на основі вартості монтажних робіт.

Витрати  $C_{ндp}$  та  $C_{п}$  враховуються у тому випадку, якщо вони не були враховані прямим шляхом у собівартості обладнання. Витрати  $C_{ндp}$  можуть бути знайдені як відношення загальної суми витрат до кількості даного обладнання за весь період його виробництва. Аналогічно визначаються й витрати  $C_{п}$ . [21]. Розрахунок вартості технологічного обладнання ведемо за формою табл. 6.2.

Таблиця 6.2- Розрахунок вартості технологічного обладнання

Найменування (модель) верстата	Кількість обладнання, шт.	Оптова Ціна, грн/	Транспортно заготівельні витрати грн. 10%	Витрати на будівельні роботи грн. 15%	Витрати на монтаж грн. 10%	Загальна вартість обладнання, грн.
2K942	1	11000	1100	1650	1100	14850
176CA	2	21600	2160	3240	2160	29160
6P82Г	1	5650	565	84765	565	7627,5
3Т161Н757	4	160000	16000	24000	16000	216000
2Н135	1	2280	228	342	228	3078
ОС-5319	1	49900	4990	7485	4990	67365
НТ-106	1	11230	1123	168465	1123	15160,5
3М131Н10	2	32140	3214	4821	3214	43389
ХА10450	1	21700	2170	3255	2170	29295
5Б312	3	46620	4662	6993	4662	62937
Всього	17	362120				488862

Визначення вартості обладнання на інших ділянках цеху передбачає отримання інформації з переддипломної практики та коригується врахуванням змін у складі верстатів.

Капітальні вкладення в енергетичне обладнання обчислюються відповідно до методики, яку викладено у [16] "Визначення вкладень у технологічне обладнання". Деякі елементи енергообладнання, наприклад, електродвигуни, можуть входити до складу технологічного обладнання при індивідуальному електроприводі.

Капітальні вкладення в підйомно-транспортне обладнання підлягають спеціальному обліку у випадках, коли передбачається повне або часткове закріплення транспортних засобів за окремими робочими місцями. Вартість їх розраховується аналогічно вкладенням в технологічне обладнання. У випадку, коли обладнання не закріплене за окремими робочими місцями, капітальні вкладення в них встановлюються на рівні 10-15% вартості технологічного обладнання.

Відділ засобів контролю та управління включає в себе різні пристрої, апарати та прилади для програмування, дозування, контролю та регулювання виробничого процесу. Якщо ці засоби є складовою частиною технологічного обладнання, їх капітальні вкладення розраховуються разом із вкладеннями в технологічне обладнання. У випадках, коли ці пристрої не закріплені за окремими робочими місцями і можуть обслуговувати весь цех чи ділянку, їх капітальні вкладення встановлюються пропорційно обсягу вкладень або кількості обслуговуваних робочих місць.

Цінні інструменти, оснастка та прилади зазвичай становлять від 10% до 20% вартості технологічного обладнання в залежності від обсягу виробництва. Виробничий інвентар оцінюється приблизно в 1,5-2% вартості основного обладнання, а господарський інвентар на одного працівника – від 10% до 15%, а для службовців та інженерно-технічних працівників – 25%.

					<b>МРТАМ 2322371 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

До загальних капітальних вкладень по проєктованому цеху включаються також оборотні засоби, що нормуються і розраховуються на основі кошторису витрат на виробництво (після визначення у таблиці 6.9).

Оборотні засоби в проєкті включають в себе регламентовані нормами показники, що стосуються:

Основні матеріали та закупівельні напівфабрикати:

Оцінка і прогноз основних матеріалів та напівфабрикатів, необхідних для виробництва, забезпечується нормативами, що визначають кількість та вартість цих компонентів.

Допоміжні матеріали:

Визначення потреби в допоміжних матеріалах і встановлення норм, які враховують їхню раціональну і ефективну використаність в виробничому процесі.

Незавершене виробництво:

Прогноз кількості та вартості незавершених виробів, які перебувають у виробництві, регулюється стандартами та нормами для забезпечення ефективного використання ресурсів.

Готові вироби:

Нормативи на готові вироби визначають запаси готової продукції, щоб забезпечити сталу наявність готових товарів для відповіді на ринковий попит.

Інші матеріальні цінності:

Регламентація інших матеріальних цінностей, які можуть включати різноманітні складські запаси та активи, для оптимального управління ресурсами.

Норматив оборотних засобів з урахуванням елементів 1, 2 і 3 визначається шляхом множення середньодобових витрат на встановлену норму запасу в днях. Це допомагає підтримувати необхідний рівень

					МРТАМ 2322371 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ліквідності та оптимізувати управління матеріальними ресурсами для ефективного функціонування підприємства.

Начало формы

$$W = \frac{C_3 \cdot D_0}{T}, \quad (6.4)$$

де  $C_3$  – сума витрат, згідно кошторису на виробництво по даному виду оборотних засобів, грн..

$D_0$  – норма запасу оборотних засобів, дні;

$T$  – тривалість планового періоду, дні.

Пункт 4 обчислюється за аналогічною формулою, де "Сз" у цьому випадку вказує на собівартість товарної продукції, виготовленої протягом року. Норма запасу оборотних засобів визначена і представлена в табл.6.3.

Розмір нормативу для інших матеріальних цінностей можна прийняти умовно на рівні 10-15% від загальної суми оборотних засобів, що включає елементи 1-4. Розрахунок витрат нормативних оборотних засобів слід узгодити і внести до табл.6.3.

Цей підхід дозволяє забезпечити достатній рівень оборотності ресурсів та ефективно управляти матеріальними цінностями для забезпечення незмінної та продуктивної діяльності підприємства.

Таблиця 6.3 - Розрахунок нормативу оборотних засобів по дільниці.

Елементи оборотних засобів.	Метода розрахунку в.	Сума витрат по кошторису на виробництво грн.	Середньо добові витрати засобів	Норма запасу оборотних засобів.дн	Норма оборотних засобів. грн.
1.Основні матеріали	п.7.2.1	146344,56	576,16	42,4	96,178
2.Допоміжні матеріали	т.7.8	1360	5,354	60	321,24

Арк.

MPTAM 2322371 ПЗ

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

3.Незавершене виробництво.	-	-	-	30	-
4.Готові вироби	-	-	-	12	-
5.Інші матеріальні цінності	т.7.9 п.8	1860,65	7,325	45	3239,625
Разом.					747,043

Обчислення суми нормативних оборотних засобів і основних фондів включає в себе капітальні витрати (вкладення) чи виробничі фонди для проєктованого цеху.

Вивільнені капітальні вкладення (Кн) слід враховувати у випадках, коли будівлі, обладнання та оснастка, які раніше використовувалися, стають зайвими через впровадження нового проєкту і можуть бути перенаправлені на інше призначення. Розрахунок вивільнених коштів базується на залишковій вартості, що обчислюється відняттям фактичного амортизаційного зносу від балансової вартості.

Сума вивільнених капітальних вкладень повинна бути скоригована на витрати, пов'язані з перемонтажем, демонтажем, переміщенням тощо.

Балансова вартість засобів визначається на підставі інформації підприємств, включаючи транспортні, будівельно-монтажні витрати та витрати на опанування.

Розрахунок амортизації засобів може бути виконаний за нормами щорічних амортизаційних розрахунків для їхньої заміни, враховуючи відпрацьовані роки.

Для нестандартного обладнання слід враховувати норми амортизації, базуючись на аналогах з урахуванням фізичного зносу або реально можливого терміну експлуатації.

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

МРТАМ 2322371 ПЗ

Якщо подальше використання обладнання та інших засобів неможливе, їхню вартість слід оцінювати за утилізаційною (брухтовою) вартістю. У цьому випадку можливе збільшення капітальних вкладень внаслідок утилізації, яке слід врахувати у висновках.

Розрахунок капітальних вкладень по цеху може бути представлений у табл.6.4.

Таблиця 6. 4 - Склад та структура виробничих фондів цеху.

Склад виробничих фондів	Вартість, грн	Питома вага окремих складових, %
1. Основні фонди	1961539,2	99,962
2. Нормативні оборотні засоби	747,043	0,038
Разом:	1962286,243	100

6.2. Розрахунок витрат на виробництво при проектуванні діляниць та цехів

Склад витрат, які беруться до уваги при розрахунках:

Собівартість щорічної виробленої продукції на ділянці (цеху) формується з прямих та непрямих витрат. Прямі витрати на виробництво включають у себе:

Матеріальні витрати;

Витрати на паливо та енергію для технологічних потреб;

Заробітна плата основних виробничих працівників.

До непрямих витрат відносяться:

Витрати на утримання та експлуатацію обладнання;

Витрати цеху;

Загальнозаводські витрати;

Позавиробничі витрати.

Розрахунок матеріальних витрат включає:

Основні матеріали;

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МРТАМ 2322371 ПЗ					





### 6.2.2.2 Розрахунок оплати допоміжних робочих

Таблиця 6.6.- Розрахунок оплати допоміжних робочих.

Професія	Кількість людей	Розряд	Годинна тарифна ставка	Бюджет робочого часу	Заробіток по тарифу
Налагоджувальник	1	V	12,16	1820	6639,36
Слюсар-ремонтник	1	IV	11,55	1820	6306,3
Контролер ВТК	1	III	11,43	1820	4160,52
1.Прямий фонд 17106,18					
2. Додаткова зарплата $\Phi_{\text{дод}} = \Phi_{\text{тар}} \cdot 13\%$ 2223,8034					
3.Всього фонд оплати $\Phi_0 + \Phi_{\text{дод}}$ 19329,98					

### 6.2.2.3 Розрахунок зарплати ІТП і МОП

На дільниці прийнято: начальник цеху з окладом 4500 грн. в місяць – 54000 грн/рік.

2 змінних майстра з окладом 3300 грн. в місяць – 84000 грн/рік.

2 технологи з окладом 3300 грн. в місяць – 84000 грн/рік.

1 завскладом з окладом 3200 грн. в місяць – 38400 грн/рік.

1 чол. МОП з окладом 3200 грн. в місяць – 3840 грн/рік.

Таблиця 6.7. Зведена відомість оплати робітників дільниці

Категорія працюючих	Кількість людей	Прямий фонд грн,	Додаткова зарплата грн	фонд оплати грн	Відрахуван-ня на соц. страх 36.8%
Основні робочі	3	101767,6	132829,788	114997,388	42319,04
Допоміжні робочі	1	17106,18	2223,8034	19329,98	7113,43
ІТП	1	23640	3073,2	26713,2	9830,46

Арк.

МРТАМ 2322371 ПЗ

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

МОП	1	2160	280,8	2440,8	898,21
I того	6			163481,368	60161,14

### 6.3 Визначення виробничої собівартості

6.3.1 Кошторис витрат на утримання та експлуатацію обладнання. зведений в таблицю 6.8.

Додаток Б

### 6.3.2 Кошторис виробничих витрат

Кошторис виробничих витрат приведено в таблиці 6.9

Додаток Б

### 6.3.3 Розрахунок відсотків непрямих витрат

$$П_o = \frac{H_o}{З_o} 100\%, [9] \quad (6.8)$$

$$П_ц = \frac{H_ц}{З_o} 100\%, [9] \quad (6.9)$$

де: Но-Відсоток витрат на експлуатацію та утримання обладнання;

Нц - Відсоток загальновиробничих витрат.

Зо- Основна заробітна плата основних виробничих робочих.

$$П_o = \frac{285751,956}{101767,6} \cdot 100 = 281\%$$

$$П_ц = \frac{187925,34}{101767,6} \cdot 100 = 185\%$$

### 1.4. Калькуляція виробничої собівартості.[23]

Розрахунок зводимо в таблицю.6.10

					МРТАМ 2322371 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



На програму  $\mathcal{E}_z = 0,49 \cdot 222200 = 108946688$  грн.[24]

6.11. Техніко-економічні показники (ТЕП)

Додаток Б

					МРТАМ 2322371 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



13. Технические условия на капитальный ремонт автомобиля Москва “Автотранспорт” 1966-510 с.
14. Б. И Костецкий Трение смазка и износ в машинах Київ “Техніка” 1970-396 с.
15. ТМ Курська, Г.О. Чернобай, С.В Єременко Матеріалознавство та технологія матеріалів. Харків 2008-136 с.
16. В. В. Зіль, В. А. Безрукава Теорія різання Дніпропетровськ 2012-66 с.
17. Д. Н. Решетов Машины и стенды для испытания деталей машин Москва “Машиностроение” 1979-343 с.
18. С. В. Алексеев, В. Р. Усенко Гигиена труда. – М. Медицина, 1988. – 576 с.
19. П. А Долин Основы техники безопасности М.: “Энергоатомиздат” 1985-448 с.
20. Д. В. Зеркалов Основы охорони праці. Навч. посібник. – К.: Наук. Світ 2000. – 278 с.
21. Акіліна О.В., Пасічник В.Г. Економічне обґрунтування господарських рішень: Навчальний посібник. - К.: ЦНЛ, 2005. - 144 с.
22. Афанасьєв М.В., Плоха О.Б. Економіка підприємства. – Х.: Інжек, 2007. – 320 с.
23. Бойчик І.М. та ін. Економіка підприємства: Навч. посібник. – К.: Атіка, 2006. – 528с.
24. Бондар Н. М. Економіка підприємства: Навч. посіб. – К.: Видавництво А.С.К., 2004. - 400 с.

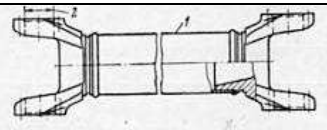
					<i>МРТАМ 2322371 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

					МРТАМ 2322371 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Додаток А

## Карта 1

		Деталь: Вал карданний заднього мосту в зборі				
		№ деталі: 130-2201015				
		Матеріал: -		Твердість: -		
Номер деталі за ескізом	Назва дефектів	Спосіб виявлення дефекту і вимірвальний інструмент	Розміри			Висновок
			Номінальний	Допустимо без ремонту	Допустимий для ремонту	
1	Погнутість вала	Центри індикатора на стійці. Установка вала за отворами під підшипники і щоками вилок	Биття вала: На кінцях труби не більше 0,4; В середній частині не більше 0,8			Ремонтувати правкою
2.	Знос отворів в вилках під підшипник	Пробка 39,05 мм або індикаторний нутромір 35-50 мм	$39^{+0,27}_{-0,10}$	39,05	Понад 39,05	Ремонтувати. Заміна вилки

					МРТАМ 2322371 ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			





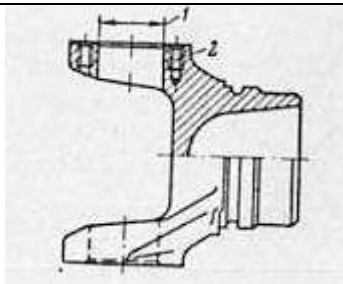








Карта 6

	Деталь: Вилка карданного вала	
	№ деталі: 121-2205022	
	Матеріал: Сталь45, ДСТУ 1050-60	Твердість: НВ 207-241

Номер за ескізом	Назва дефектів	Спосіб виявлення дефекту і вимірювальний інструмент	Розміри			Висновок
			Номінальний	Допуск -тимо без ремонту	Допуск -тимо до ремонту	
1	Знос отворів під підшипники	Пробка 39,05 мм або нутромір індикаторний 35-50 мм	$39^{+0,027}_{-0,010}$			39,05
2	Різьби: М8 – кл. 2					

					Арк.	
					МРТАМ 2322371 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		





		<p>3.Витрати на воду для виробничих потреб</p>	<p><math>K_0</math>-коефіцієнт навантаження електродвигунів з урахуванням режиму роботи обладнання, <math>K_0=0,89</math>;  <math>\eta_c</math>-коефіцієнт, що враховує втрати всієї (приймаємо 0,9);  <math>\eta_{II}</math>-коефіцієнт корисної дії електродвигунів (приймаємо 0,9);  <math>S_k</math>-ціна 1 кВт/год електроенергії, грн, (приймаємо <math>S_k=0,2</math> грн);  <math display="block">W = \frac{183 \cdot 4060 \cdot 0,75 \cdot 0,89}{0,95 \cdot 0,9} \cdot 0,2</math></p> <p><math>Q_{\text{пр.вод.}} = S_{\text{вод}} \cdot Q_{\text{вод}} \cdot K_{\text{ср}} \cdot Z</math>  де <math>S_{\text{вод}}</math>-ціна за 1 м<sup>3</sup> води, грн; (приймаємо <math>S_{\text{вод}}=16</math> грн);  <math>Q_{\text{вод}}</math>-річні витрати води на 1 верстат в зміну, м<sup>3</sup>;  <math>Q_{\text{вод}} = q \cdot \sum C_{\text{пр}}</math>;  де <math>q</math>-річні витрати води на 1 верстат в зміну, м<sup>3</sup>, (приймаємо=25 м<sup>3</sup>);  <math>C_{\text{пр}}</math>-кількість верстатів на ділянці, <math>C_{\text{пр}}=26</math>;  <math>Q_{\text{вод}}=25 \cdot 26=650</math> м<sup>3</sup>;  <math>K_{\text{ср}}</math>-середній коефіцієнт завантаження обладнання, <math>K_{\text{ср}}=0,89</math>;  <math>Z</math>-число змін роботи обладнання в добу. <math>Z=2</math>  <math>Q_{\text{пр.вод.}}=16 \cdot 650 \cdot 0,89 \cdot 2</math></p>	<p>116009</p> <p>18512</p>		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<p>MPTAM 2322371 ПЗ</p>	Арк.

		<p>4. Витрати на стисле повітря</p> <p>5. Зарплата допоміжних робочих, зайнятих обслуговуванням обладнання</p>	$Q_e = \frac{Q_{cp} \cdot F_{эф} \cdot K_{cp}}{1000} \cdot S_e$ <p>де <math>Q_v</math>-витрати на річні витрати стиснутого повітря для всіх повітро-приймачів, <math>m^3</math> (приймаємо: кількість верстатів, споживаючих стиснуте повітря-20% від загальної кількості верстатів з ділянки; витрати повітря <math>1 m^3/год</math> на кожний верстат).  Витрати повітря на пневматичні інструменти і підйомники в середньому <math>0,1 m^3/год</math> на 1 верстат;  <math>F_{эф}</math>-ефективний фонд часу роботи верстатів, год, <math>F_{эф}=4060 год</math>;  <math>K_{cp}</math>-середній коефіцієнт завантаження обладнання на ділянки, <math>K_{cp}=0,92</math>;  <math>S_v</math>-ціна <math>1t m^3</math> стиснутого повітря (приймаємо 2 грн).</p> $Q_e = \frac{(0,2 \cdot 26 + 26 \cdot 0,1) \cdot 4060 \cdot 0,92}{1000} \cdot 2$ <p>Вибираєм річний фонд заробітної плати слюсарів-ремонтників, наладчиків, електриків. Табл..6.6  <math>6639,36 + 6306,3</math></p>	<p>58,27</p> <p>12945,66</p>		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<p>MPTAM 2322371 ПЗ</p>	Арк.

	3. Поточний ремонт обладнання і транспортних засобів	<p>1. Витрати на поточний ремонт обладнання</p> <p>2. Витрати на поточний ремонт транспортних засобів</p> <p>3. Ціна поточного ремонту цінних інструментів і пристосувань</p>	<p>Витрати на поточний ремонт обладнання приймаємо в розмірі 7% від початкової вартості <math>0,07 \cdot 488862</math></p> <p>Витрати на поточний ремонт транспортних засобів приймаємо в розмірі 3% від початкової ціни транспортних засобів <math>0,03 \cdot 1851,5</math></p> <p>Прийняти в розмірі 60% зарплати робочих, зв'язаних з обслуговуванням обладнанням <math>0,6 \cdot 12945,66</math></p>	<p>34220,34</p> <p>55,545</p> <p>7767,396</p>
	4. Витрати по утриманню і експлуатації транспортних засобів	<p>1. Витрати транспортних робочих</p> <p>2. Витрати на експлуатацію транспорта.</p>	<p>Транспортні засоби – тележки п.5.6, які пересувають самі основні робітники. Тому транспортних робочих нема. Визначаємо збільшено в розмірі 2% від вартості транспортних засобів. <math>0,02 \cdot 1851,5</math></p>	<p>–</p> <p>37,03</p>
	5. Знос малоцінних і швидко псуваних інструментів і пристосувань витрати по їх встановленню		<p>Прийняти в розмірі 85 грн в рік на 1 виробничий верстат, <math>85 \cdot 26</math></p>	<p>2210</p>

					<b>МРТАМ 2322371 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		











Таблиця 6.11.-ТЕП

№ п/п	Найменування показників	Од. виміру	Методика розрахунку	Величина показників
1	2	3	4	5
	Випуск продукції			
1	Річна програма	шт	п.5.1.	1300000
2	Річний випуск продукції	н/г	$\frac{N_{np} \cdot T_{шт}}{60}$	83200
3	Річний випуск по собівартості	грн	т.6.8	8336849,07
	Обладнання і виробнича площа			
4	Кількість обладнання	шт	табл.6.3	23
5	Повна вартість обладнання	грн		1190227,5
6	Середня вартість одиниці обладнання	грн		51749,02
7	Потужність верстатного парка	кВт	табл.6.3	148,6
8	Середня потужність	кВт	N/Сп	6,46
9	Середній коефіцієнт завантаження обладнання	%	табл.6.1	0.89
10	Загальна площа ділянки	м <sup>2</sup>	п.5.1.3	735,8
11	Виробнича площа	м <sup>2</sup>	п.5.1.3	566
12	Загальна площа на одиницю обладнання	м <sup>2</sup>		31,99
13	Випуск виробничої продукції на 1м <sup>2</sup> виробничої площі	грн		14729,42
	Праця			
14	Виріток на одного працюючого	н/г	п2/п17	1434,48
15	Виріток на одного виробничого робочого	н/г	п2/п16,1	1890,91

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МРТАМ 2322371 ПЗ				

