

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерії та енергетики
Кафедра агроінженерії та технічного сервісу**

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

УДК 655.071

ОЧЕРЕДЬКО ДМИТРО РУСЛАНОВИЧ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВІДНОВЛЕННЯ
ХРЕСТОВИН ДИФЕРЕНЦІАЛІВ АВТОТРАКТОРНОЇ ТЕХНІКИ**

208 «Агроінженерія»

Подається на здобуття освітнього ступеня бакалавр

Кваліфікаційна робота містить результати власних розробок. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело. _____ Д.Р. Очередько

Керівник роботи
Ільченко А.В.,
кандидат технічних наук, доцент

Житомир – 2025

АНОТАЦІЯ

Очередыко Дмитро Русланович. Удосконалення технологічного процесу відновлення хрестовин диференціалів автотракторної техніки - Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавр за спеціальністю 208 Агроінженерія. – Поліський національний університет, Житомир, 2025.

В першому розділі розглянуто призначення і конструкція хрестовин, виконано поєднання можливих дефектів, розроблено схему технологічного процесу усунення кожного дефекту окремо, план технологічних операцій в найбільш раціональній послідовності їх виконання, операцій технологічного процесу для обраного маршруту, маршрутну та операційні карти та карти ескізів.

В розділі 2 проведено розрахунок кількості деталей в партії, розрахунок найвигідніших режимів обробки та прогресивних норм часу по операціях відновлення, розрахунок норми виробітку, собівартості ремонту деталі та вартості матеріалів на відновлення. Проведено обґрунтування доцільності відновлення хрестовин.

Розділ 3 присвячено розробці пристрою для фіксації хрестовини в процесі ремонту.

В розділі 4 проведено проектування слюсарно-механічної дільниці, розраховано режими її роботи та фонд робочого часу обладнання, фонд робочого часу, річну трудомісткість робіт з відновлення хрестовини диференціалу автомобіля, проведено вибір технологічного обладнання, інструментів, інвентарю та пристроїв та її площі. Також виконано планування слюсарно-механічної дільниці та розстановка обладнання.

Зроблено висновки за результатами проведених розрахунків щодо технологічного процесу відновлення хрестовин диференціалів та карданних передач автотракторної техніки.

Метою роботи є: розроблення технологічного процесу ремонту хрестовин трансмісій автомобілів і тракторів

Ключові слова: *відновлення, технологічний процес, автотракторна техніка, хрестовина, диференціал.*

ABSTRACT

Ocheredko Dmytro Ruslanovich. Improvement of the technological process of restoring the crosspieces of differentials of auto-tractor equipment - Qualification work in the form of a manuscript.

Qualification work for obtaining a bachelor's degree in specialty 208 Agricultural Engineering. – Polissia National University, Zhytomyr, 2025.

The first section considers the purpose and design of the crosspieces, performs a combination of possible defects, develops a technological process diagram for eliminating each defect separately, a plan of technological operations in the most rational sequence of their execution, technological process operations for the selected route, route and operational maps, and sketch maps.

In section 2, the calculation of the number of parts in the batch, the calculation of the most profitable processing modes and progressive time standards for restoration operations, the calculation of the production rate, the cost of repairing the part and the cost of materials for restoration were carried out. The feasibility of restoring the crosspieces was substantiated.

Section 3 is devoted to the development of a device for fixing the crosspiece during the repair process.

In section 4, the design of the mechanical and metalworking section was carried out, its operating modes and the working time of the equipment were calculated, the working time fund, the annual labor intensity of the work on restoring the crosspiece of the car differential were calculated, the selection of technological equipment, tools, inventory and devices and its area was carried out. The planning of the mechanical and metalworking section and the arrangement of equipment were also carried out.

Conclusions were drawn based on the results of the calculations regarding the technological process of restoring the crosspieces of differentials and cardan gears of auto-tractor equipment.

The purpose of the work is: to develop a technological process for repairing the cross-members of automobile and tractor transmissions.

Keywords: restoration, technological process, automobile and tractor equipment, cross-member, differential.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1. ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ	8
1.1. Призначення і конструкція хрестовин	8
1.2. Встановлення поєднання дефектів, які входять в кожний маршрут, знаходження кількості маршрутів.....	11
1.3. Схема технологічного процесу усунення кожного дефекту окремо по заданому маршруту	11
1.4. План технологічних операція в найбільш раціональній послідовності їх виконання	12
1.5. Розробка операцій технологічного процесу для обраного маршруту	12
1.6. Маршрутна карта процесу відновлення хрестовини	16
1.7. Операційні карти	16
1.8. Карти ескізів	17
2. РОЗРАХУНКОВИЙ РОЗДІЛ	17
2.1. Розрахунок кількості деталей в партії	18
2.2. Розрахунок найвигідніших режимів обробки та прогресивних норм часу	18
2.2.1. Операція 005, токарна	18
2.2.2. Операція 010, наплавочна	20
2.2.3. Операція 015, токарна	22
2.2.4. Операція 020, фрезерна	24
2.2.5. Операція 025, шліфувальна	27
2.3. Розрахунок норми виробітку	30
2.4. Розрахунок собівартості ремонту деталі	31
2.4.1. Визначення вартості матеріалів на відновлення деталі	33

3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	35
4. ПРОЄКТУВАННЯ СЛЮСАРНО-МЕХАНІЧНОЇ ДІЛЬНИЦІ	37
4.1. Призначення слюсарно-механічної дільниці та склад робіт	37
4.2. Режими роботи та фонд робочого часу обладнання	38
4.2.1. Розрахунок фонду робочого часу	38
4.2.2. Розрахунок фондів часу обладнання	38
4.3. Річна трудомісткість робіт з відновлення хрестовини диференціалу автомобіля МАЗ	39
4.3.1. Розрахунок скоректованої трудомісткості ремонту	39
4.3.2. Розрахунок трудомісткості дільниці	39
4.3.3. Вибір технологічного обладнання, інструментів, інвентарю та пристроїв	40
4.3.4. Розрахунок площі слюсарно-механічної дільниці	41
4.3.5. Планування слюсарно-механічної дільниці та розстановка обладнання	41
Висновки	43
Література	44
Додатки	45

ВСТУП

Одна з основних задач розробки та проектування технологічних процесів відновлення – це розробка найбільш оптимальних методів та засобів відновлення задля отримання агрегатів, механізмів та їх деталей заданої якості при мінімальних затратах засобів, матеріалів і праці. В основу розробки цих процесів обирають технологічний та економічний принципи. За технологічним принципом технологічний процес відновлення повинен забезпечувати отримання заданої якості деталі, тобто виконання всіх технічних вимог та умов її робочого креслення. За економічним принципом необхідно забезпечити відновлення з мінімальними всіх видів затрат. Від ефективності розробки всіх технологічних процесів залежать практично всі показники роботи ремонтного підприємства, цеха, дільниці тощо.

Проектування та впровадження технологічних процесів відновлення деталей здійснюють на основі дефектної та маршрутної технологій.

Для реалізації дефектної технології на кожен дефект деталі розробляють окремий технологічний процес відновлення і технологічну карту. Процес відновлення як правило пов'язаний з певною кількістю деталей (партією), які частіше мають схожі, але різні дефекти. Для їх усунення необхідно використання декількох технологічних процесів і, відповідно, розробка різних (декількох) технологічних карт. При відновленні слід встановити раціональну послідовність усунення дефектів: спочатку повинні реалізуватися технологічні процеси, які в значній мірі впливають на стан поверхні (наплавлення, термічна обробка), потім ті, які усувають сліди попередньої обробки і надають деталі необхідну геометричну форму, розміри, шорсткість та інші параметри, які відповідають технічним вимогам (шліфування, полірування і т.д.). Однак в умовах подефектної технології відновлення деталей спланувати і врахувати це важко. Недолік цієї технології ще і у тому, на відновлення необхідно розробити велику кількість документації, тому ця технологія актуальна тільки з одиничним виробництвом.

Маршрутна технологія передбачає розробку технологічного процесу відновлення декількох дефектів за комплексним принципом. При цьому всі дефекти розбиваються на групи (технологічні маршрути). В один технологічний маршрут доцільно включати дефекти, які усуваються певною технологією, наприклад: наплавленням, гальванічним нарощуванням тощо. Загальним є те, що слюсарні та технологічні операції передбачають в усіх маршрутах. Співвідношення дефектів в різних маршрутах визначають на дослідно-статистичному аналізі роботи ремонтних підприємств.

Кожному маршруту надають свій номер та розробляють єдину технологічну карту на відновлення. Кількість маршрутів обирається мінімальною для спрощення організації процесу відновлення.

Маршрутна технологія підвищує продуктивність праці, дає можливість краще спланувати організацію та зменшити кінцеву вартість продукції.

В процесі експлуатації автотракторної техніки її продуктивність та інші властивості змінюються. Це відбувається внаслідок процесів зношування, корозії, втоми. Таким чином виникають різні несправності, що впливають на їх працездатність.

В процесі експлуатації виникає такий стан автотракторної техніки, при якому підтримання його в працездатному стані стає не вигідним або недоцільним з різних міркувань. Тоді така техніка потребує відновлення ресурсу для підтримки її експлуатаційних показників, для чого проводять його капітальний ремонт.

Ефективність капітального ремонту обумовлена тим, що деталі візлів та агрегатів мають залишковий ресурс і можуть бути використані повторно без ремонту або після його відновлення.

Капітальний ремонт виконують на спеціальних ремонтних підприємствах, основними задачами яких є зменшення собівартості та підвищення якості ремонту. Успішне та якісне виконання ремонту в значній мірі залежить від їх ремонтоздатності, способів та методів ремонту тощо.

В роботі розроблено технологічний процес ремонту хрестовини диференціала на прикладі заднього моста вантажного автомобіля, заснований на принципах технологічності, раціональності та економічності. Також розроблено та запропоновано до використання в технологічному процесі пристрій для полегшення виконання ремонтних операцій.

1. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1. Призначення і конструкція хрестовин

Хрестовина диференціала є складовою частиною редуктора ведучого моста автомобіля або трактора.

Найбільш характерною ознакою несправності ведучого моста є збільшення шуму в русі. Причиною цього частіше є збільшення зазорів в спряженнях через процеси зношування, зминання шліців, осей сателітів або отворів під вісь сателітів, зносом регулювальних шайб, збільшенням монтажних зазорів тощо.

Стук у картері моста з являється через забої на зубцях шестерень, підшипниках або викрошування. Процес ремонту редуктора ведучого моста як правило потребує зняття його, що залежить від характеру дефектів. Редуктор та/або його деталі заміняють, але де-які з них можливо відновлювати силами автопідприємств та машино-тракторних установ. До таких деталей відносяться і хрестовини диференціалів, але технологічний процес потребує розробки відповідної технічної документації.

Хрестовина диференціала призначена для встановлення та обертання на неї сателітів. Вона затиснена між чашками диференціала, сателіти вільно насаджено на шипи хрестовини. Вони передають обертання на півосьові шестерні. При цьому за умови різних кутових швидкостей ведучого моста сателіти самі обертаються, що дає можливість розподіляти крутний момент між напівосями автотракторної техніки. Хрестовину, наприклад для автомобіля МАЗ-555100, виготовляють з сталі 18ХГТ ДСТУ 4738:2007. Вона термічно обробляється, використовують загартування СВЧ на глибину 1...1,5 мм з наступним низьким відпуском до твердості НРС 56-62. Шипи хрестовини диференціала обробляються по 7 класу точності та мають шорсткість $R_a=1,25$ мкм.

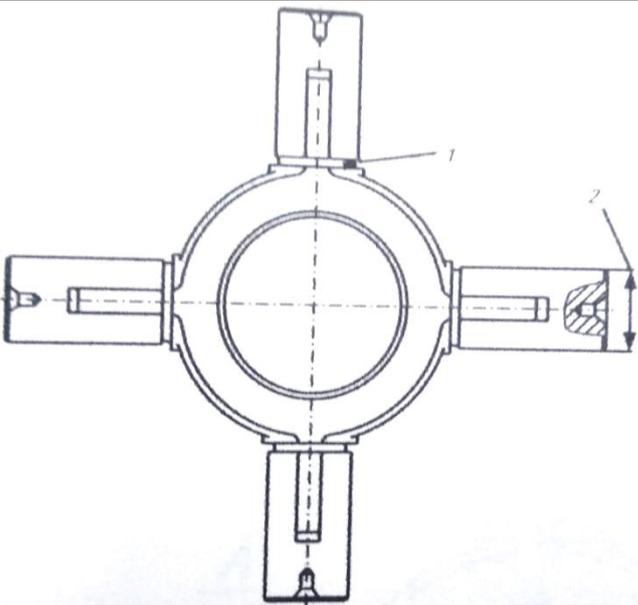
За умов роботи хрестовина піддається діям зкручуючих та згинаючих навантажень, в результаті чого може мати такі основні дефекти (табл. 1.1):

- відламування і тріщини;
- зношення або задирки на поверхні шипів;

Відламування і тріщини виникають внаслідок дії значних знакозмінних статичних та динамічних навантажень, втоми матеріалу хрестовини в процесі тривалої експлуатації, надмірних навантажень тощо.

Зношення або задирки на поверхні шипів відбуваються внаслідок тертя спряжених поверхонь, які супроводжуються згинаючими і скручуючи ми зусиллями. На процес зношування активно впливає попадання між поверхнями тертя абразиву у вигляді пилу та продуктів зношування.

Таблиця 1.1 – Дефекти хрестовини диференціала

		Деталь: хрестовина диференціала		<table border="1"> <tr> <td colspan="2">Розміри, мм</td> <td rowspan="3">Висновок</td> </tr> <tr> <td>Номинальний</td> <td>Допустимий без ремонту</td> </tr> <tr> <td>Допустимий для ремонту</td> <td></td> </tr> </table>		Розміри, мм		Висновок	Номинальний	Допустимий без ремонту	Допустимий для ремонту	
		Розміри, мм				Висновок						
		Номинальний	Допустимий без ремонту									
		Допустимий для ремонту										
№ деталі: 500-2403060-Б												
Матеріал	Твердість											
Сталь 18ХГТ ДСТУ 4738:2007	HRC 56-62											
1	Тріщини або відламування	Огляд	-	-	-	Бракувати						

2	Зношення або задирки на поверхні шипів	Огляд. Скоба 27,97 мм або мікрометр 25-50 мм	28 ^{+0,03}	27,97	Менше 27,97	Наплавка у віглекислому газі. Вібродугова наплавка
---	--	--	---------------------	-------	-------------	---

1.2. Встановлення поєднання дефектів, які входять в кожний маршрут, знаходження кількості маршрутів

Аналіз дефектів хрестовин диференціалів автотракторної техніки (табл. 1.1) показує, що тріщини або відламування шипів хрестовин вимагає бракування хрестовини, тобто вона не підлягає відновленню. В такому випадку хрестовину здають на переплавку. Дефект 2 «зношення чи задирки поверхні шипів хрестовини» дозволяє встановити один технологічний маршрут № 1.

1.3. Схема технологічного процесу усунення кожного дефекту окремо по заданому маршруту

Аналіз існуючих дефектів хрестовини диференціала (табл. 1.1) дозволяє запропонувати та скласти перелік технологічних операцій щодо їх усунення. За послідовністю виконання пропонується наступна схема технологічного процесу відновлення деталі по операціях (для складання в подальшому технологічних процесу карт операціям присвоюємо номери):

Таблиця 1.2 – Прийняті технологічні операції відновлення хрестовини диференціала

Порядковий номер	Присвоєний номер операції	Вид технологічної операції (назва)
1	005	Токарна
2	010	Наплавочна
3	015	Токарна
4	020	Термічна
5	025	Фрезерувальна
6	030	Шліфувальна
7	035	Контрольна

1.4. План технологічних операцій в найбільш раціональній послідовності їх виконання

На основі схеми технологічного процесу та карти дефектів деталі план технологічного процесу приймаємо в наступній послідовності (табл. 1.3).

Таблиця 1.3 – Послідовність та зміст операцій відновлення хрестовини диференціалу (на прикладі ведучого моста МАЗ-555100)

Номер операції	Назва	Зміст операції
005	Токарна	Обточити шийки шипів від діаметра 29,9 мм до 29 мм на довжині 60 мм
010	Наплавочна	Наплавити шипи від діаметра 29 мм до діаметра 35 мм на довжині 60 мм
015	Токарна	Обточити напливи після наплавки від діаметра 35 мм до 32 мм на довжині 60 мм
020	Термічна	Провести поверхневе нагрівання на установці струмом високої частоти з послідуєчим охолодженням у воді. Провести відпуск деталі
025	Фрезерна	Фрезерувати дві лиски на шипах глибиною 2,5 мм на довжині 30 мм
030	Шліфувальна	Шліфувати шипи від діаметра 32 мм до 30 мм на довжині 60 мм
035	Контрольна	Контролювати діаметр шипів діаметром $30_{-0,02}$ і лиски після фрезерування діаметром $27_{-0,2}$ мм

1.5. Розробка операцій технологічного процесу для обраного маршруту

Розробка операцій передбачає визначення переходів та їх змісту в певній послідовності, вибір необхідного обладнання та встановочних баз (за необхідністю) та призначення кваліфікації виконавця. Обрані пропозиції зведено в табл. 1.4.

Таблиця 1.4 – Розроблення операцій технологічного процесу відновлення хрестовини

Номер та назва операції	Вид переходу	Зміст	Обладнання, встановочні бази, інструмент, кваліфікація виконавця
005, токарна	Перехід А	Встановити і закріпити деталь	Обладнання – токарно-гвинторізний верстат 16К20. За установочні бази прийнято: основні поверхні шипів, допоміжні – центрувальні отвори. В якості інструменту пропонуються до використання трьохкулачковий патрон 7100-000 Державний стандарт 2675-80, різець прохідний правий Р18, 120x12x20 Державний стандарт 18877-73, штангенциркуль ШЦ-125-0,1 Державний стандарт 166-89. Кваліфікація робіт – токар 3 розряду
	Перехід 1	Обточити шийку шипів від діаметра 29,9 мм до 29 мм на довжині 60 мм	
	Перехід Б	Перевстановити деталь	
	Перехід 2	Повторити перехід 1 на шипу №2	
	Перехід В	Перевстановити деталь	
	Перехід 2	Повторити перехід 1 на шипу № 3	
	Перехід Г	Перевстановити деталь	
	Перехід 2	Повторити перехід 1 на шипу № 4	
Перехід Д	Зняти деталь		
010, наплавочна	Перехід А	Встановити і закріпити деталь	В якості обладнання обрано зварювальний трансформатор ТС-300, випрямляч ВС-300, балон СО ₂ місткістю 50-150 л Державний стандарт 949-73, головка наплавочна ОЕС-6459. За установочні бази обрано: основні – поверхні шипів, допоміжні – центрувальні отвори. В якості вристроїв, матеріалів та інструменту обрано Центри упорні 7032-0043
	Перехід 1	Наплавити шипи від діаметра 29 мм до діаметра 35 мм на довжині 60 мм.	
	Перехід Б	Перевстановити деталь	
	Перехід 2	Повторити перехід 1 для шипа № 2	
	Перехід В	Перевстановити деталь	
	Перехід 3	Повторити перехід 1 для шипа № 3	
	Перехід Г	Перевстановити деталь	
	Перехід 4	Повторити перехід 1 для шипа № 4	
	Перехід Д	Зняти деталь	

			<p>Морзе 6 ПТ Державний стандарт 13214-79, дріт наплавочний НП-40 х 2Г2М Державний стандарт 10543-82, газ СО₂ Державний стандарт 8050-73, молоток слюсарний 7850-0186 Державний стандарт 2310-77, планшайба з кутником.</p> <p>Встановлено кваліфікацію виконавця – електрогазозварювальник 3 розряду</p>
015, токарна	Перехід А	Встановити і закріпити деталь	<p>В якості обладнання вибрано токарно-гвинторізний верстат 16К20.</p> <p>За установочні бачи обрано: основна – середня частина хрестовини, допоміжні – центрувальні отвори.</p> <p>Обрано трьохкудачковий патронець 7100-0009 Державний стандарт 2675-80, різець прохідний правий Р18 120х12х20 Державний стандарт 18877-73, штангенциркуль ШЦ І-125-0,1 Державний стандарт 166-89.</p> <p>Встановлено кваліфікацію виконавця – токар 3 розряду.</p>
	Перехід 1	Обточити напливи після наплавки від діаметра 35 мм до 32 мм на довжині 60 мм	
	Перехід Б	Повернути деталь на 180°	
	Перехід 2	Повторити перехід 1 для другого шипа	
	Перехід В	Повернути деталь на 90°	
	Перехід 3	Сточити фаску	
	Перехід Г	Повернути деталь на 180°	
	Перехід 4	Сточити фаску	
	Перехід Д	Повернути деталь на 90°	
	Перехід 5	Точити шип 3	
	Перехід Ж	Повернути деталь на 180°	
	Перехід 6	Точити шип 4	
	Перехід 3	Повернути деталь на 90°	
Перехід 7	Нарізати фаску для шипа 3		
Перехід К	Повернути деталь на 180°		
Перехід 8	Нарізати фаску для		

		шипа 3	
025, фрезерна	Перехід А	Встановити і закріпити деталь	В якості обладнання обрано горизонтально фрезерний верстат 6Р-82Т За установочні бази обрано: основні – середню частину хрестовини, допоміжні – центрувальні отвори. В якості інструменту, приладів та матеріалів обрано штангенциркуль ШЦ І-125-0,1 Державний стандарт 166-89, фреза дискова діаметром 100 мм ГОСТ 1695-80 зубів 20, D-100, d-32, ділильна головка 7036-0051 Державний стандарт 8615-80, трюкудачковий патрон 7100-0009 Державний стандарт 2675-80. Встановлено кваліфікацію виконавця – фрезерувальник 3 розряду.
	Перехід 1	Фрезерувати дві лиски на шипах глибиною 2,5 мм на довжині 30 мм	
	Перехід Б	Перевстановити деталь	
	Перехід 2	Повторити перехід 1 для шипа 2	
	Перехід В	Перевстановити деталь	
	Перехід 3	Повторити перехід 1 для шипа 3	
	Перехід Г	Перевстановити деталь	
	Перехід 4	Повторити перехід 1 для шипа 4	
	Перехід Д	Зняти деталь	
030, шліфувальна	Перехід А	Встановити і закріпити деталь	В якості обладнання обрано кругло-шліфувальний верстат 3Б 151. За установочні бази обрано: основні – середня частина хрестовини, допоміжні – центрувальні отворів. В якості інструменту, приладів та матеріалів обрано мікрометр важільний МР-50 Державний стандарт 6507-90 (25-50) Встановлено кваліфікацію виконавця –
	Перехід 1	Шліфувати шипи від діаметра 32 мм до 30 мм на довжині 60 мм	
	Перехід Б	Перевстановити деталь	
	Перехід 2	Повторити перехід 1 для 3 і 4 шипа	
	Перехід В	Зняти деталь	

			шліфувальник 3 розряду.
035, контрольна	Перехід А	Встановити і закріпити деталь	В якості обладнання обрано стіл ОРТ 1468-01- 080А Основні бізи – центрувальний отвір, допоміжні – отвір середині хрестовини. В якості інструмента обрано важільний мікрометр МР 50 Державний стандарт 6507-90 (25...50 мм). Кваліфікація – контролер 4 розряду
	Перехід 1	Перевірити розміри шийок шипа	
	Перехід Б	Зняти деталь	

1.6. Маршрутна карта процесу відновлення хрестовини

Маршрутна карта складається на всі дефекти, які входять в обраний маршрут. Вихідними даними для розробки маршрутної карти є карта ескізів, план технологічних операцій по заданому маршруту, відомості про вибране обладнання, оснастку, інструмент та розряд роботи.

Кінцеве заповнення маршрутної карти проводиться після розрахунку режимів обробки і норм часу.

Маршрутну карту виконують за формою, що наведено в Державний стандарт 3.1105-88. Розроблену маршрутну карту наведено в додатку.

1.7. Операційні карти

Операційна карта – це технологічний документ, в якому наводять опис операцій з вказанням переходів, режимів обробки, даних про засоби технологічного оснащення. Операційна карта виконується за Державним стандартом 3.1102-88. Назва операційної карти записується в скороченому вигляді, наприклад, «Токарна», «Фрезерна». Обладнання записують скорочено з вказанням марки.

1.8. Карти ескізів

При виконанні карти ескізів дотримуються наступних вимог: на ескізі вказують необхідні для виконання технологічного процесу розміри, їх відхилення, шорсткість обробляємих поверхонь, позначення баз, опори, затисні елементи, що необхідні для виконання операції. Обробляєму поверхню наводять суцільної лінією згідно з Державним стандартом 2.303-88.

На ескізах всі розміри обробляємих поверхонь умовно нумерують арабськими цифрами. Номер розміру проставляють в колі діаметром 6-8 мм і з'єднують з позначенням обробляємої поверхні.

На ескізі вказують:

- деталь;
- поверхню обробки по даній операції лінією 1,5-2,5 мм, базові поверхні – умовним позначенням технологічних баз у відповідності до Державного стандарту 3.1107-88.
- всі необхідні дані для виконання даної операції (режими, норми часу). Вказані показники розміщують в табличній формі.

2. РОЗРАХУНКОВИЙ РОЗДІЛ

2.1. Розрахунок кількості деталей в партії

$$Z = \frac{NK_p m}{12} = \frac{400 \cdot 0,8 \cdot 1}{12} = 26,7 \quad (2.1)$$

де N – виробнича програма дільниці;

K_p – коефіцієнт ремонту;

m – кількість деталей на автомобілі (тракторі).

Приймаємо 26 діталей в партії.

2.2. Розрахунок найвигідніших режимів обробки та прогресивних норм часу

2.2.1. Операція 005. Токарна

Перехід А. Обточити шийку шипа від діаметра 29,9 мм до 29 мм на довжині 60 мм.

Допоміжний час на встановлення, закріплення та зняття деталі $T_{д1}=0,9$ хв. [5].

Припуск на обробку:

$$h = \frac{D-d}{2} = \frac{29,9-29}{2} = 0,45 \text{ мм}, \quad (2.2)$$

де D – діаметр поверхні до обробки, мм;

d – діаметр поверхні після обробки, мм

Кількість проходів:

$$i = h/t = 0,45/0,45=1 \quad (2.3)$$

де t – глибина різання, мм

Розрахункова довжина обробки:

$$L=1+l_1+l_2=60+2+0=62 \text{ мм} \quad (2.4)$$

де l – довжина обробки, мм

l_1+l_2 – величина врізання і виходу інструменту [5, табл. 19].

Розрахунок швидкості різання:

$$V_p = V_T \cdot K_M \cdot K_X \cdot K_{MP} \cdot K_{OX} = 102 \cdot 0,44 \cdot 1 \cdot 0,85 \cdot 1 = 38,15 \text{ м/хв.}, \quad (2.5)$$

де V_T – теоретична швидкість різання при чорновій обробці, м/хв. [5];

K_X – коефіцієнт, що враховує матеріал деталі [5];

K_{MP} – коефіцієнт, що залежить від матеріалу інструменту [5];

K_{OX} – коефіцієнт, що враховує застосування охолодження [5].

Частота обертання шпинделя верстата:

$$n_{TP} = 318 \frac{V_p}{D} = 318 \frac{38,15}{29} = 418,2 \text{ об/хв.} \quad (2.6)$$

Основний час на прохід:

$$T_{o1} = \frac{Li}{Sh} = \frac{62 \cdot 1}{0,15 \cdot 400} = 1,03 \text{ хв.} \quad (2.7)$$

Допоміжний час, пов'язаний з обробкою $T_{д2}=0,4$ хв. [5]

Перехід Б. Перевстановити деталь $T_{д3}=0,9$ хв. [5]

Перехід 2. Повторити перехід 1 для шипа 2.

Основний час $T_{o2}=T_{o1}=1,03$ хв.

Допоміжний час, пов'язаний з проходом $T_{д4}=T_{д2}=0,4$ хв.

Перехід В. Перевстановити деталь $T_{д3}=0,9$ хв. [5]

Перехід 3. Повторити перехід 1 для шипа 3.

Режими обробки $T_{o3}=T_{o1}=0,3$ хв.

Допоміжний час, пов'язаний з проходом $T_{д6}=T_{д2}=0,4$ хв.

Перехід Г. Перевстановити деталь $T_{д7}=0,9$ хв. [5]

Перехід 4. Повторити перехід 1 для шипа 4.

Режими обробки, як в переході 1: $T_{д4}=T_{o1}=1,03$ хв.

Допоміжний час, пов'язаний з проходом $T_{д8}=T_{д2}=0,4$ хв.

Допоміжний час на операцію:

$$T_{дп} = T_{д1} + T_{д2} + \dots + T_{д8} = 0,9 + 0,4 + 0,9 + 0,4 + 0,9 + 0,4 + 0,9 + 0,4 = 5,2 \text{ хв.}$$

Оперативний час $T_o = T_o + T_{доп} = 4,12 + 5,2 = 9,32$ хв хв.

Додатковий час:

$$T_{дод} = \frac{T_{оп} K_{дод}}{100} = \frac{9,32 \cdot 6,5}{100} = 0,6 \text{ хв.} \quad (2.8)$$

де $K_{дод}$ – відсоток додаткового часу від оперативного [5].

Штучний час

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{оп}} + T_{\text{дод}} = 9,32 + 0,6 = 9,92 \text{ хв.} \quad (2.9)$$

Норма часу на операцію:

$$T_{\text{нк}} = T_{\text{шт}} + T_{\text{пз}}/Z = 9,32 + 12/26 = 9,78 \text{ хв.}$$

2.2.2. Операція 010. Наплавочна

Перехід А. Наплавити шипи від діаметра 29 мм до діаметра 35 мм на довжині 60 мм.

Припуск на наплавку:

$$h = \frac{D-d}{2} = \frac{35-29}{2} = 3 \text{ мм,} \quad (2.10)$$

де D – діаметр поверхні після наплавки, мм;

d – діаметр поверхні до наплавки, мм

Кількість проходів:

$$i = h/t = 3/1 = 3$$

де t – товщина шару, що наплавляється, мм

Прийнята верстатна подача $S_b = 1,9$ мм/об. [5],

Частота обертання деталі:

- розрахункова

$$n_p = \frac{318V_n}{D} = \frac{318 \cdot 0,8}{35} = 7,3 \text{ об/хв.}$$

де V_n – швидкість наплавки, м/хв. [5];

Основний час:

$$T_o = Li/n_b \cdot S = 60 \cdot 3/7 \cdot 2 = 12,86 \text{ хв.}$$

де L – довжина наплавки, мм;

Допоміжний час, пов'язаний з наплавкою $T_{д2}=2,7$ хв. [5]

Перехід Б. Перевстановити деталь.

Основний час $T_{д3}=T_{д1}=0,5$ хв.

Допоміжний час, пов'язаний з наплавкою $T_{д4}=2,7$ хв.

Перехід 2. Повторити перехід 1 для шипа 2

Основний час $T_{о2}=T_{о1}=12,86$ хв. Допоміжний час, пов'язаний з наплавкою $T_{д4}=2,7$ хв.

Перехід В. Перевстановити деталь.

$T_{д5}=0,5$ хв [5]

Перехід 3. Повторити перехід 1 для шипа 3.

Основний час $T_{о3}=T_{о1}=12,86$ хв. Допоміжний час, пов'язаний з наплавкою $T_{д6}=2,7$ хв.

Перехід Г. Перевстановити деталь.

Перехід 4. Повторити перехід 1 для шипа 4.

Основний час $T_{о4}=T_{о1}=12,86$ хв. Допоміжний час, пов'язаний з наплавкою $T_{д6}=2,7$ хв.

Допоміжний час на операцію:

$T_{доп}=T_{д1}+T_{д2}+\dots+T_{д8}=0,5+2,7+0,5+2,7+0,5+2,7+0,5+2,7=12,8$ хв.

Основний час на операцію:

$T_{о}=4T_{о1}=4 \cdot 12,86=51,44$ хв.

Оперативний час:

$T_{оп}=T_{о}+T_{доп}=51,44+12,8=64,24$ хв.

Додатковий час:

$T_{дод}=K_{дод}T_{оп}/100=15 \cdot 64,24/100=9,64$ хв.

Підготовчо-заключний час $T_{пз}=16$ хв. [5].

Штучний час:

$$T_{шт}=T_{оп}+T_{дод}=64,24+9,64=73,88 \text{ хв.}$$

Норма часу на операцію:

$$T_H=T_{шт}+T_{пз}/Z=64,24+16/26=74,5 \text{ хв.}$$

2.2.3. Операція 015. Токарна

Перехід А. Допоміжний час на встановлення, закріплення та зняття деталі $T_{д1}=0,9$ хв. [5].

Перехід 1. Обточити напливи після наплавки від діаметра 35 мм до 32 мм на довжині 60 мм.

Припуск на наплавку:

$$h = \frac{D-d}{2} = \frac{35-32}{2} = 1,5 \text{ мм,}$$

де D – діаметр поверхні до обробки, мм;

d – діаметр поверхні після обробки, мм

Подача теоретична $S_T=0,09\dots 0,11$ мм/об. [5]. Прийнята найближча верстатна подача $S_B=0,1$ мм/об. [6].

Розрахунок швидкості різання:

$$V_p = V_T \cdot K_M \cdot K_X \cdot K_{MP} \cdot K_{OX} = 102 \cdot 0,44 \cdot 1 \cdot 0,85 \cdot 1 = 38,15 \text{ м/хв.,}$$

де V_T – теоретична швидкість різання, м/хв. [5];

K_X – коефіцієнт, що враховує матеріал деталі [5];

K_{MP} – коефіцієнт, що залежить від матеріалу інструменту [5];

K_{OX} – коефіцієнт, що враховує застосування охолодження [5].

Частота обертання шпинделя верстата:

$$n_T = 318 \frac{V_T}{D} = 318 \frac{38,5}{32} = 379,11 \text{ об/хв.}$$

Прийнята верстатна $n=400$ об/хв. [3].

Перехід Б. Повернути деталь на 180°

Допоміжний час, пов'язаний з повертанням $T_{д3}=0,07$ хв.

Перехід 2. Повторити перехід 1 для шипа 2

Режими обробки однакові.

Перехід В. повернути деталь на 90°

$$T_{д5}=0,06 \text{ хв. [5]}$$

Перехід 3. Нарізати фаску $2 \times 45^\circ$

$$T_{о3}=0,23 \text{ хв. [5]}$$

Перехід Г. Повернути деталь на 90°

$$T_{д6}=0,07 \text{ хв. [5]}$$

Перехід 4. Нарізати фаску $2 \times 45^\circ$

$$T_{о4}=0,23 \text{ хв. [5]}$$

Перехід Д. Повернути деталь на 90°

$$T_{д7}=0,07 \text{ хв. [5]}$$

Перехід 5. Повторити перехід 1 для шипа 3

Режими однакові. Основний час $T_{о5}=T_{о1}=1,03$ хв

Допоміжний час, пов'язаний з проходом $T_{д8}=1,3$ хв.

Перехід Ж. Перевстановити деталь на 180°

$$T_{д9}=0,07 \text{ хв.}$$

Перехід 6. Повторити перехід 1 для шипа 4

Режими однакові. Основний час $T_{о6}=T_{о1}=1,03 \text{ хв}$

Допоміжний час, пов'язаний з проходом $T_{д10}=1,3 \text{ хв.}$

Перехід 3. Перевстановити деталь на 180°

$$T_{д11}=0,07 \text{ хв.}$$

Перехід 7. Повторити перехід 3 для шипа 3

$$T^{о7}=0,23 \text{ хв.}$$

Перехід К. Перевстановити деталь на 180°

$$T_{д12}=0,07 \text{ хв.}$$

Перехід 7. Повторити перехід 3 для шипа 4

$$T_{о8}=0,23 \text{ хв.}$$

Допоміжний час на операцію:

$$T_{доп}=T_{д1}+T_{д2}+\dots T_{д12}=0,9+0,4+0,07+0,07+0,06+0,07+1,3+0,06+1,3+0,07=4,78 \text{ хв.}$$

Основний час на операцію:

$$T_o=T_{о1}+T_{о2}+\dots T_{о8}=1,03+1,03+1,03+1,03+0,23\cdot 4=5,04 \text{ хв.}$$

Оперативний час:

$$T_{оп}=T_o+T_{доп}=5,04+4,78=9,82 \text{ хв.}$$

Додатковий час:

$$T_{дод}=K_{дод} T_{оп}/100=6,5\cdot 9,82/100=0,64 \text{ хв.}$$

Підготовчо-заключний час $T_{пз}=9 \text{ хв. [5]}$

Штучний час

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{дод} = 9,82 + 0,64 = 10,8 \text{ хв.}$$

2.2.4. Операція 020. Фрезерна

Перехід А. Допоміжний час на встановлення, закріплення та зняття деталі

$$T_{дл} = 0,8 \text{ хв. [5].}$$

Перехід 1. Фрезерувати дві лиски на шипах глибиною 2,5 мм на довжині 30 мм.

Режими і показники обробки:

$C = 53$ – коефіцієнт в формулі швидкості різання;

$D = 100$ мм – діаметр фрези;

$T = 120$ хв

$t = 2,5$ мм – глибина різання;

$S_z = 0,013$ мм – подача на зуб

$B = 16$ мм – ширина фрезерування;

$Z = 20$ – число зубів;

$K = 0,96$ – поправочний коефіцієнт.

Розрахункова швидкість різання:

$$V_p = \frac{CD^{0,45}K}{TS_zBZ} = \frac{53 \cdot 7,94}{4,62 \cdot 1,31 \cdot 0,17 \cdot 1,31 \cdot 1,34} = 223 \text{ м/с} \quad (2.11)$$

Розрахунок поправочного коефіцієнта:

$$K = K_M K_X K_{MP} = 1,2 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,96 \quad (2.12)$$

Подача на оберт фрези:

$$S_o = S_z Z = 0,013 \cdot 20 = 0,26 \text{ мм/об} \quad (2.13)$$

Частота обертання фрези:

$$n_p = 318 \frac{V_p}{d_\phi} = 318 \frac{223,68}{100} = 711,3 \text{ об/хв.} \quad (2.14)$$

Найближча верстатна частота обертання фрези $n_B = 800$ об/хв. Теоретична повздовжня подача $S_{TM} = 800 \cdot 0,26 = 208$ мм/хв. Верстатна подача $S_B = 200$ мм/хв.

Приведена верстатна подача на оберт фрези:

$$S_B = S_B/n_B = 200/800 = 2,5 \text{ об/хв.} \quad (2.15)$$

Допоміжний час, пов'язаний з проходом $T_{д2} = 0,7$ хв.

Основний час:

$$T_{o1} = \frac{2H}{S_B} + \frac{L}{n_B S_B} = \frac{9}{200} + \frac{30}{800 \cdot 0,25} = 0,2 \text{ хв.} \quad (2.16)$$

$$H = t + t_1 = 25 + 20 = 45 \text{ мм,}$$

де t – величина врізання фрези, мм

Допоміжний час, пов'язаний з повертанням деталі на кут 180° $T_{д3} = 0,07$ хв. Оскільки фрезеруються по дві шийки, основний та допоміжний час в 2 рази збільшується $T_{o1} = 0,4$ хв., $T_{o2} = 1,4$ хв.

Допоміжний час, пов'язаний з переходом $T_{д2} = 0,7$ хв,

$$T_{д2} + T_{д3} = 1,4 + 0,07 = 1,47 \text{ хв.}$$

Перехід Б. Перевстановити деталь. $T_{д3} = 0,8$ хв.

Перехід 2. Повторити перехід 1 для шипа 2.

Основний час $T_{o2} = 0,4$ хв. Допоміжний час, пов'язаний з переходом $T_{д4} = 1,47$ хв.

Перехід В. Перевстановити деталь. $T_{д5} = 0,8$ хв.

Перехід 3. Повторити перехід 1 для шипа 3.

Основний час $T_{o3} = 0,4$ хв. Допоміжний час, пов'язаний з переходом $T_{д6} = 1,47$ хв.

Перехід Г. Перевстановити деталь

$$T_{д7}=0,8 \text{ хв.}$$

Перехід 4. Повторити перехід 1 для шипа 4.

Основний час $T_{о4}=0,4$ хв. Допоміжний час, пов'язаний з переходом $T_{д8}=1,47$ хв.

Допоміжний час на операцію:

$$T_{доп}=T_{д1}+T_{д2}\dots+T_{д8}=0,8+0,7+0,8+1,47+0,8+1,47+0,8+1,47=8,31 \text{ хв}$$

Основний час на операцію:

$$T_o=T_{о1}+T_{о2}+T_{о3}+T_{о4}=0,4+0,4+0,4+0,4=1,6 \text{ хв.}$$

Оперативний час:

$$T_{оп}=T_o+T_{доп}=1,6+8,31=9,91 \text{ хв.}$$

Додатковий час:

$$T_{дод}=K_{дод} T_{оп}/100=6,5 \cdot 9,91/100=0,64 \text{ хв.}$$

Підготовчо-заключний час $T_{пз}=16$ хв. [5]

Штучний час:

$$T_{шт}=T_{оп}+T_{дод}=9,91+0,64=10,55 \text{ хв.}$$

Норма часу на операцію:

$$T_n=T_{шт}+T_{пз}/Z=10,55+16/26=18,83 \text{ хв.}$$

2.2.5. Операція 025. Шліфувальна

Перехід А. Допоміжний час на встановлення, закріплення та зняття деталі $T_{д1}=0,8$ хв. [5, табл. 22].

Перехід 1. Шліфувати шипи від діаметра 32 мм до 30 мм на довжині 60 мм.

Припуск на обробку:

$$h = \frac{D-d}{2} = \frac{32-30}{2} = 1 \text{ мм}$$

де D – діаметр поверхні до обробки, мм;

d – діаметр поверхні після обробки, мм

Повздовжня подача:

- чорнова обробка

$$S_{п1} = \beta_1 B_k = 0,3 \cdot 30 = 9 \text{ мм/об} \quad (2.17)$$

де β_1 – повздовжня подача в частнах ширини круга при чорновій обробці [5, табл. 141];

B_k – ширина круга, мм

- чистова обробка

$$S_{п2} = \beta_2 B_k = 0,6 \cdot 30 = 6,5 \text{ мм/об}$$

де β_2 – повздовжня подача в частнах ширини круга при чистовій обробці [5, табл. 151];

Кількість проходів:

- на чорнову обробку

$$i_1 = h_1 / t_1 = 0,8 / 0,02 = 16$$

де t_1 мм/об – прийнята глибина обробки за прохід, мм [5];

- на чистову обробку

$$i_2 = h_2 / t_2 = 0,2 / 0,01 = 20$$

де t_1 мм/об – прийнята глибина обробки за чистовий прохід, мм [5];

Скорегована швидкість:

$$V_{p1} = V_{т1} \cdot K_M K_{o1} = 10 \cdot 1 \cdot 1 = 10 \text{ м/хв.}$$

$$V_{p2} = V_{т2} \cdot K_M K_{o1} = 18 \cdot 1 \cdot 0,75 = 13,5 \text{ м/хв.}$$

Частота обертання деталі:

$$n_{p1} = 318 \frac{V_{p1}}{D} = 318 \frac{10}{32} = 99,21 \text{ хв.}$$

$$n_{p2} = 318 \frac{V_{p2}}{D} = 318 \frac{13,5}{32} = 133,87 \text{ хв.}$$

Найближча верстатна частота обертання деталі $n_{p1} = 100$ об/хв, $n_{p2} = 135$ об/хв.

Розрахункова довжина шліфування:

$$L=l+l_1+l_2=60+0,5+0,3=90,5 \text{ мм}$$

де l – довжина обробки, мм

l_1+l_2 – величина врізання і виходу круга [5, табл. 146].

Основний час:

- на чорнову обробку

$$T_o^1 = \frac{LiK_3}{n_{в1} S_{п1}} = \frac{60 \cdot 16 \cdot 1,2}{100 \cdot 9} = 1,28 \text{ хв.} \quad (2.18)$$

де K_3 – коефіцієнт ходів [5, табл. 138]

- на чистову обробку

$$T_o^2 = \frac{LiK_3}{n_{в2} S_{п2}} = \frac{60 \cdot 20 \cdot 1,3}{135 \cdot 18} = 0,64 \text{ хв.}$$

Допоміжний час, пов'язаний з обробкою [5]:

- при чорновій обробці

$$T_{д2} = T_1 + T_2(i_1 - 1) = 1,6 + 0,06(16 - 1) = 2,5 \text{ хв.} \quad (2.19)$$

- при чистовій обробці

$$T_{д3} = T_1 + T_2(i_1 - 1) = 0,8 + 0,06(20 - 1) = 1,94 \text{ хв.}$$

Для шипа 2 режими аналогічні $T_{o3} = T_{o1} = 1,28$ хв., $T_{o4} = T_{o2} = 0,64$ хв.,
 $T_{d4} = T_{d2} = 0,64$ хв.

$$T_{д4} = T_1 + T_2(i_1 - 1) = 0,8 + 0,06(16 - 1) = 1,7 \text{ хв.}$$

$$T_{д5} = T_{д3} = 1,94 \text{ хв.}$$

Перехід Б. Перевстановити деталь

$$T_{д6} = T_{д1} = 0,8 \text{ хв.}$$

Перехід 2. Повторити перехід 1 для шипів 3 та 4.

Режими аналогічні. Для шипа 3 $T_{o5}=T_{o3}=1,28$ хв., $T_{o6}=T_{o4}=0,64$ хв.

Допоміжний час, пов'язаний з обробкою $T_{д7}=T_{o4}=1,7$ хв., $T_{д8}=T_{д5}=1,94$ хв.

Для шипа 4 $T_{o7}=T_{o5}=1,28$ хв., $T_{o8}=T_{o6}=0,64$ хв. Допоміжний час на обробку $T_{д9}=T_{o6}=1,7$ хв, $T_{д10}=T_{o7}=1,94$ хв.

Допоміжний час на операцію:

$$T_{доп}=T_{д1}+T_{д2}+\dots+T_{д10}= \\ =0,8+2,5+1,94+1,7+1,94+0,8+1,7+1,94+1,7+1,94=16,96 \text{ хв.}$$

Основний час на операцію:

$$T_o=T_{o1}+T_{o2}+\dots+T_{o8}= \\ =1,28+0,64+1,28+0,64+1,28+0,64+1,24+0,64+ =7,68 \text{ хв.}$$

Оперативний час:

$$T_{оп}=T_o+T_{доп}=7,68+16,96=1,60 \text{ хв.}$$

Додатковий час:

$$T_{дод}=T_{оп}K_{дод}/100=6,5 \cdot 24,64/100=1,6 \text{ хв.}$$

Підготовчо-заключний час $T_{пз}=7$ хв. [5, табл. 19]. Штучний час:

$$T_{шт}=T_{оп}+T_{дод}=24,64+1,6=26,24 \text{ хв.}$$

Норма часу на операцію:

$$T_n=T_{шт}+T_{пз}/Z=26,24+7/26=26,51 \text{ хв.}$$

2.3. Розрахунок норми виробітку

Розрахунок норми часу на ремонт деталі виконано в табл. 2.1.

Таблиця 2.1. – Норми часу на операції

Операція	Норма часу T_n , хв.
005. Токарна	9,92
010. Наплавочна	74,5
015. Токарна	10,8
025. Фрезерна	18,83
030. Шліфувальна	26,51
Всього	140,56

Норма виробітку визначається за формулою:

$$N_B = \frac{480}{\sum T_n} = \frac{480}{140,56} = 3,4 \text{ шт.} \quad (2.20)$$

де $\sum T_n$ – норма часу на ремонт деталі.

Приймаємо норму $N_B=3$ деталі.

2.4. Розрахунок собівартості ремонту деталі

Для оцінки вартості способу ремонту деталі необхідно провести розрахунок витрат на відновлення:

$$C_p = C_z + C_m + C_{\text{фоп}} + C_{\text{нар}} + C_n + C_{\text{об}} + C_{\text{ін}}, \quad (2.21)$$

де C_z – залишкова вартість деталі (3...6 % від вартості нової деталі), грн;

C_m – вартість матеріалів на відновлення, грн

$C_{\text{фоп}}$ – фонд оплати праці, грн;

$C_{\text{нар}}$ – нарахування на заробітну плату, грн;

C_n – накладні витрати, грн;

$C_{\text{об}}$ – витрати на утримання і експлуатацію обладнання, грн;

$C_{\text{ін}}$ – інші витрати.

Залишкова вартість деталі:

$$C_z = K_z C_n = 0,04 \cdot 1400 = 56 \text{ грн,} \quad (2.22)$$

де K_z – коефіцієнт залишкової вартості деталі;

C_3 – вартість нової деталі [9].

Розцінки по операціях проводимо з урахуванням години тарифної ставки слюсаря, норми часу на дану операцію:

$$P = \frac{CT_{H1}}{60}, \quad (2.23)$$

де C – годинна тарифна ставка слюсаря певного розряду (для слюсаря 3 розряду 65,48 грн), грн;

T_{H1} – норма часу на операцію, хв.

Результати розрахунків наведено в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Розрахунок розцінок по операціях

Операція	Норма часу на операцію, хв.	Розряд роботи	Годинна ставка, грн.	Розцінка, грн.
Токарна	9,92	3	65,48	10,82
Наплавочна	74,5			81,30
Токарна	10,8			11,78
Фрезерна	18,83			20,54
Шліфувальна	26,51			28,94

Визначення премії:

$$C_{п1} = K_{п1} \cdot P_1 / 100 = 0,25 \cdot 10,82 = 2,77 \text{ грн.} \quad (2.24)$$

Розрахунок ФОП:

$$C_{Посн1} = P_1 + C_{п1} = 2,77 + 10,82 = 13,59 \text{ грн} \quad (2.25)$$

Визначення додаткової заробітної плати:

$$C_{дзп1} = K_{дзп} \cdot C_{Посн1} / 100 = 15 \cdot 13,59 / 100 = 2,04 \text{ грн.} \quad (2.26)$$

Визначення фонду оплати праці:

$$C_{Фоп1} = ОП_{осн1} + C_{дзп1} = 13,59 + 2,04 = 15,63 \text{ грн} \quad (2.27)$$

Для інших операцій розрахунки зводимо в табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Визначення фонду оплати праці

Операція	P _i , грн.	Кп	Спі, грн.	Сосн, грн.	Сдзп, грн.	Сфоп, грн
Токарна	10,82	25	2,77	13,59	1,72	15,31
Наплавочна	81,30		20,35	100,65	15,22	115,87
Токарна	11,78		2,94	14,72	2,2	16,94
Фрезерна	20,54		5,14	25,68	3,86	29,54
Шліфувальна	28,94		7,24	36,18	5,42	41,6

2.4.1. Визначення вартості матеріалів на відновлення деталі

$$C_{m1} = K_{m1} \cdot C_{фоп1} \text{ грн,} \quad (2.28)$$

де K_{m1} – коефіцієнт витрати для відповідної операції;

Для інших операцій результати розрахунку зводимо в табл. 2.4.

Таблиця 2.4 - Розрахунок фонду оплати праці

Операція	K_m	$C_{фоп}$, грн	C_m , грн
Токарна	0,12	15,31	1,84
Наплавочна	0,9	115,87	10,43
Токарна	0,12	16,94	2,03
Фрезерна	0,12	29,54	3,54
Шліфувальна	0,12	41,6	4,99
Всього		219,26	22,83

Нарахування на заробітну плату:

$$C_{нар} = \frac{K_{нар} C_{фоп}}{100} = \frac{22 \cdot 219,26}{100} = 48,24 \text{ грн} \quad (2.29)$$

де $K_{нар}$ – відсоток нарахувань на заробітну плату;

Накладні цехові нарахування:

$$C_{ц} = \frac{K_{ц} C_{фоп}}{100} = \frac{140 \cdot 219,26}{100} = 306,96 \text{ грн} \quad (2.30)$$

де $K_{ц}$ – відсоток накладних нарахувань.

Витрати на утримання і експлуатацію обладнання

$$C_{об} = \frac{K_{об} C_{фоп}}{100} = \frac{85 \cdot 219,26}{100} = 176,37 \text{ грн} \quad (2.31)$$

де $K_{об}$ – відсоток витрат на утримання і експлуатацію обладнання.

Таким чином:

$$\begin{aligned} C_{в} &= C_{з} + C_{м} + C_{фоп} + C_{нар} + C_{ц} + C_{об} = 56 + 22,83 + 219,26 + 48,24 + 306,96 + 176,37 = \\ &= 829,88 \text{ грн} \quad (2.33) \end{aligned}$$

Доцільність відновлення ресурсу деталі встановлюється:

$$C_{р} \leq K_{д} \cdot C_{н} \quad (2.34)$$

де $C_{р}$ – вартість відновлення, грн;

$K_{д}$ – коефіцієнт довговічності;

$C_{н}$ – вартість нової деталі, грн.

Таким чином, нерівність виконується:

$$829,88 \leq 0,85 \cdot 1400 = 1190 \text{ грн}$$

Доцільність відновлення деталі запропонованим способом економічно підтверджується.

3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

В процесі відновлення хрестовин виникає необхідність їх фіксації та утимування в процесі механічної обробки. Для цього пропонується спеціальний пристрій (рис. 3.1.)

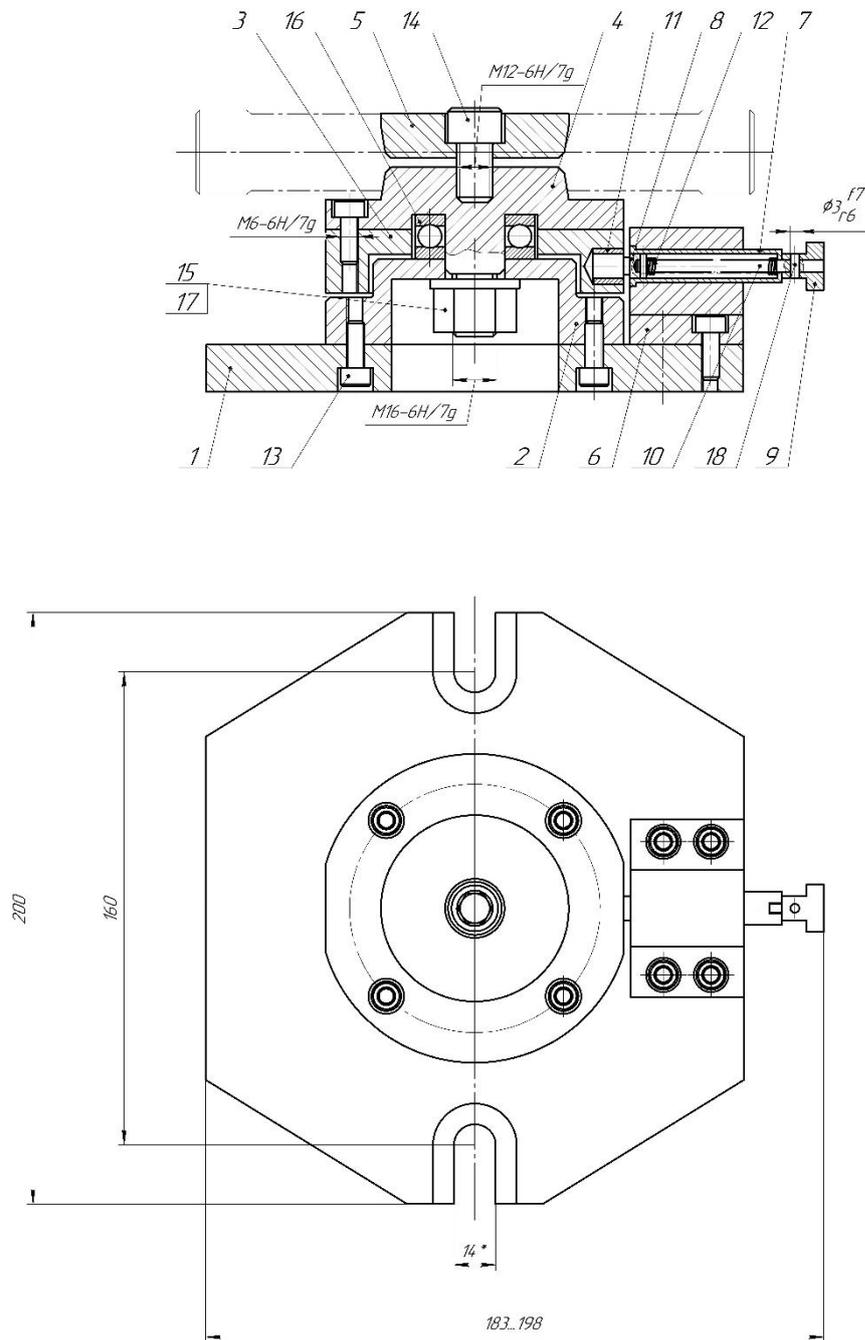


Рис. 3.1. – Пристрій для відновлення хрестовин: 1 – плита; 2 – корпус; 3 – стіл; 4 – підставка; 5 – шайба; 6 – корпус малий; 7 – корпус фіксатора; 8 – фіксатор; 9 – ручка; 10- стріжень; 11 – втулка; 12 – пружина.

Пристрій призначений для закріплення хрестовини диференціала на фрезерному верстаті при фрезеруванні лисок з обох сторін шипів.

До плити 1 пристрою гвинтами 13 кріпляться корпуси 2 та 6. В корпусі 6 розміщується механізм фіксації, що складається з корпусу фіксатор 7, стріжня 10 з закріпленими на кінцях штифтами 18 фіксатором 8 і ручкою 9 та розміщеною між ними пружиною 12. До корпусу 6 кріпиться підставка 4, яка обертається на підшипнику 16 і фіксується через кожних 90° фіксатором 8, наконечник якого входить у втулки 11, впресовані на столі 3. Стіл прикручений до підставки гвинтами 13.

Для закріплення деталі в пристрої у отвір хрестовини вставляється шайба 5 і хрестовина встановлюється на кінчну частину підставки. Закріплення деталі здійснюється закручуванням гвинта 14. Оскільки отвір у хрестовині, шайба 5 і виступ підставки 4 мають конусні поверхні, то деталь центрується.

Пристрій зручний в користуванні, має відносно просту конструкцію та забезпечує надійне кріплення деталі.

4. ПРОЄКТУВАННЯ СЛЮСАРНО-МЕХАНІЧНОЇ ДІЛЬНИЦІ

4.1. Призначення слюсарно-механічної дільниці та склад робіт

Слюсарно-механічна дільниця капітального ремонту елементів трансмісії та приводу допоміжного обладнання автотракторної техніки має на меті забезпечити повний цикл відновлення та ремонту хрестовин карданих передач та диференціалів. Основні функції дільниці включають:

- оцінка стану деталей (виявлення зношування, тріщин, деформацій та інших дефектів; використання спеціалізованих інструментів та обладнання для точного вимірювання та аналізу стану деталей.
- розбирання і очищення деталей (демонтаж; очищення деталей від масла, бруду та корозії за допомогою хімічних засобів і спеціалізованих мийних машин);
- ремонт та відновлення (виконання ремонтних робіт зварюванням, наплавленням, механічним способом);
- обробка і шліфування (обробка деталей на токарних, фрезерних і шліфувальних верстатах для досягнення необхідних допусків і якості поверхні; використання сучасних методів обробки, включаючи CNC-обладнання для високої точності);
- збирання та тестування (складання відремонтованих деталей в вузли; тестування на спеціалізованих стендах для перевірки роботи ведучих шестерень під навантаженням і в реальних умовах експлуатації);
- контроль якості (Впровадження систем контролю якості на всіх етапах ремонту; видача гарантії на виконані роботи та відповідність відремонтованих деталей технічним вимогам.

Слюсарно-механічна дільниця капітального ремонту має на меті забезпечити довговічність і надійність відремонтованих деталей. Ефективний ремонт та відновлення дозволяють знизити час простою автотракторної техніки, витрати на обслуговування та підвищити безпеку її експлуатації.

4.2. Режими роботи та фонд робочого часу обладнання

Режими роботи обладнання слюсарно-механічної дільниці визначаються організаційними потребами виробництва та технічними можливостями обладнання. Основні режими роботи включають одно-, дво-, тризмінні режими, або цілодобовий режим.

4.2.1. Розрахунок фонду робочого часу

а). номінальний:

$$\Phi_{\text{нр}} = (D_{\text{к}} - D_{\text{в}} - D_{\text{с}}) t_{\text{зм}} - D_{\text{пс}} \cdot 1, \text{ год.} \quad (4.1)$$

б). дійсний:

$$\Phi_{\text{др}} = [\Phi_{\text{нр}} - (D_{\text{від}} - D_{\text{від}}/5) t_{\text{зм}}] \eta_{\text{в}}, \text{ год.} \quad (4.2)$$

4.2.2. Розрахунок фондів часу обладнання

а). номінальний:

$$\Phi_{\text{но}} = [(D_{\text{к}} - D_{\text{в}} - D_{\text{п}}) t_{\text{зм}} - D_{\text{пп}} \cdot 1] z, \text{ год.} \quad (4.3)$$

б). дійсний:

$$\Phi_{\text{до}} = \Phi_{\text{но}} - \eta_{\text{o}}, \text{ год.}, \quad (4.4)$$

де η_{o} – коефіцієнт використання обладнання ($\eta_{\text{o}} = 0,75 \dots 0,95$).

Розрахунок фонду часу робочого місяця

$$\Phi_{\text{рм}} = \Phi_{\text{до}}, \text{ год.}, \quad (4.5)$$

Тоді фонди робочого часу:

а). номінальний:

$$\Phi_{\text{нр}} = (365 - 104 - 10) \cdot 8 - 6 \cdot 1 = 2002 \text{ год.}$$

б). дійсний:

$$\Phi_{\text{др}} = [2002 - (24 - 24/5) \cdot 8] \cdot 0,95 = 1755 \text{ год.}$$

Режими роботи та фонд робочого часу обладнання в слюсарно-механічній дільниці є важливими параметрами для організації виробничого процесу. Вибір оптимального режиму роботи забезпечує ефективне використання обладнання та ресурсів підприємства.

4.3. Річна трудомісткість робіт з відновлення хрестовини диференціалу автомобіля МАЗ

4.3.1. Розрахунок скоректованої трудомісткість ремонту

Скоректована трудомісткість ремонту визначається по формулі:

$$t^k = t^h \cdot K_c \cdot K_m \cdot K_n, \text{ люд-год.}, \quad (4.6)$$

t^k - нормативна трудомісткість капітального ремонту, люд-год.;

K_c - коефіцієнт в залежності від способу ремонту;

K_m - коефіцієнт в залежності від методу ремонту;

K_n - коефіцієнт в залежності від виробничої програми

4.3.2. Розрахунок трудомісткості дільниці

$$T_d = t^k \cdot N, \text{ люд-год.}, \quad (4.7)$$

N - кількість шестерень (з завдання $N=500$), шт.

Скоректована трудомісткість ремонту хрестовини визначається за формулою:

$$t^k = 2,1 \cdot 0,75 \cdot 1 \cdot 1 = 1,575, \text{ люд-год.},$$

де $t^h = 2,1$ люд-год. - нормативна трудомісткість ремонту шестерні;

$K_c = 0,75$ - коефіцієнт в залежності від способу ремонту;

$K_m = 1$ - коефіцієнт в залежності від методу ремонту;

$K_n = 1$ - коефіцієнт в залежності від виробничої програми.

Трудомісткість дільниці:

$$T_d = t^k \cdot N = 1,575 \cdot 500 = 787 \text{ люд-год.},$$

Примітка: При розрахунку дільниць з відсотковим параметром визначення трюдомісткості (механічна, зварювально-наплавочна, гальванічна та ін.) спочатку слід визначити зальну трюдомісткість по об'єктам ремонту, а з їх суми - відсоток відповідних робіт.

4.3.3. Вибір технологічного обладнання, інструментів, інвентарю та пристроїв

Згідно з переліком робіт, що планується виконувати на дільниці, обрано технологічне обладнання дільниці, яке представлено у табл. 4.1.

Таблиця 4.1. – Відомість основного обладнання дільниці

Поз.	Позначення	Найменування	Кількість	Примітки
1		Верстак 800X1400	3	
2		Лещата	3	
3		Силовий щит	1	
4		Стенд для наплавки	1	
5		Електротельфер	1	
6	2М12	Верстат свердлильний	2	0,6 кВт
7		Ємність для обтирних метіріалів	1	
8		Стілаж для деталей	3	
9	ЗБ634	Заточний верстат	1	2,8 кВт
10		Установка для відновлення деталей	1	
11		Стіл	1	
12		Стенд обкаточний	1	
13		Ванна для миття деталей	1	
14	2135-1М	Прес гідравлічний	1	1,7 кВт

4.3.4. Розрахунок площі слюсарно-механічної дільниці

З урахуванням коефіцієнтів щільності розміщення обладнання площа дільниці становитиме:

$$F_{\text{дільниці}} = F_{\text{обл.}} \cdot K_n, \quad (4.8)$$

де $F_{\text{обл.}}$ – площа, що займає обладнання;

$K_n = 4,0- 5,0$ – коефіцієнт густини обладнання.

$$F_{\text{зона ПР}} = 12,8 \times 4 = 51,2 \text{ м}^2$$

Кінцеву площу визначаємо з врахуванням будівельного фактору, тобто розмір сторін дільниці має бути кратним 3.

Приймаємо площу слюсарно-механічної дільниці 54 м^2 з розмірами сторін $9 \times 6 \text{ м}$. Площа слюсарно-механічної дільниці може відрізнятись від розрахункової на 10% при $S > 100 \text{ м}^2$ і на 20% при $S \leq 100 \text{ м}^2$, (в нашому випадку площа відрізняється на $\sim 1\%$).

4.3.5. Планування слюсарно-механічної дільниці та розстановка обладнання

Планування слюсарно-механічної дільниці є важливим етапом забезпечення ефективності виробничого процесу. Воно включає в себе організацію простору, розміщення обладнання, вибір робочих місць і визначення потоку матеріалів (рис. 4.1). Нижче наведені ключові аспекти планування слюсарно-механічної дільниці.

Для забезпечення ефективної роботи слюсарно-механічної дільниці необхідно враховувати аспекти, включаючи вентиляцію, потребу в електроенергії, повітрі та воді. В дільниці, що розроблено, передбачається:

- механічна витяжна вентиляційна система для видалення пилу, диму та інших забруднюючих речовин з елементами природньої вентиліації через вікна та вентиляційні отвори;
- місцеві витяжні пристрої над робочими місцями, де відбувається найбільше виділення забруднюючих речовин, наприклад, зварювальні пости.
- освітлення робочих місць світлодіодними лампами, що забезпечують якісне світло та економію електроенергії;

- забезпечення електроенергією всього обладнання (зварювальні апарати, компресори тощо);
- забезпечення пневматичних інструментів стисненим повітрям;
- використання фільтрів для очищення повітря перед його подачею до інструментів та обладнання.
- забезпечення постів холодною водою для зменшення перегріву деталей;
- використання систем зворотного водопостачання для економії водних ресурсів та зниження витрат.

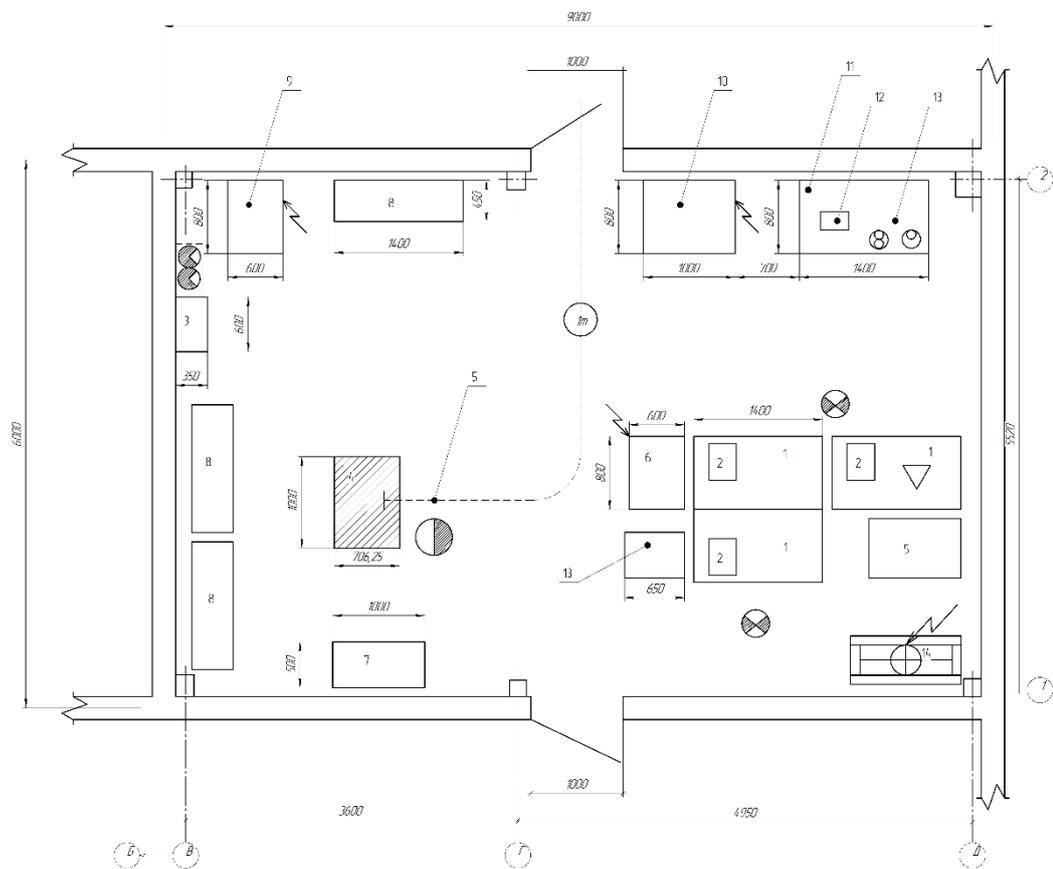


Рис. 4.1. Планування слюсарно-механічної дільниці

ВИСНОВКИ

1. Розраховано показники технологічного процесу відновлення хрестовини диференціала заднього моста вантажного автомобіля.
2. Встановлено економічну доцільність запропонованого технологічного процесу відновлення хрестовини диференціала заднього моста, оскільки сумарна вартість процесу відновлення менша за вартість нової деталі.
3. Запропоновано пристрій для полегшення процесу ремонту хрестовини диференціала заднього моста вантажного автомобіля.
4. Розроблено слюсарно-механічну дільницю, в якій пропонується використовувати технологічний процес відновлення хрестовин диференціалів та карданних передач автотракторної техніки.

Список використаних джерел

1. Биковський О.Г., Пінковський І.В. Довідник зварника. *Техніка*. Київ, 2002. 336 с.
2. Стандарт підприємства. Оформлення матеріалів з курсового і дипломного проектування. *ЖАДК*. Житомир, 2013. 24 с.
3. Канарчук В.Є., Лудченко О.А., Чигиринець А.Д. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. – К.: Вища школа. 1994. – Кн..1: Теоретичні основи: Технологія: Підручник. – 342 с; - Кн..2: Організація, планування і управління: Підручник. – 383 с.; - Кн..3: Ремонт автотранспортних засобів. – 495 с.
4. Канарчук В.Є., Чигиринець А.Д. Безконтактная тепловая діагностика машин. – К.: Вища школа, 1987. – 160 с.
5. Канарчук В.Є., Лудченко О.А., Чигиринець А.Д. Експлуатаційна надійність автомобілів: Підручник у 2 ч., 4 кн. – К.: Вища школа, 2000. – Ч. 1: кн. 1. – 609 с., кн.2. – 458 с.; Ч.2: кн..3. –321 с.; кн. 4. – 552 с.
6. Лауш П.В., Чабанный В.Я., Кухаренко В.С., Лесюк Т.П., Лауш Н.П. Основи педагогіки і організації практичного навчання. – Кіровоград: ПОЛІМЕД-сервіс, 2006. – 404 с.
7. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. – К.: Знання-Прес, 2003. – 512 с.
8. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. Організація і управління. – К.: Знання-Прес, 2004. – 478 с.
9. <https://maz-service.com.ua/val-promezhutochnyy-kpp-golyy-12753>
10. Глизманенко Д.Л. Зворювання та різка металів., К.: Знання, 1995 – 495 с.
11. Кашук В.А. Довідник шлифувальника, К.: Вища школа, 2001 – 480 с.

ДОДАТКИ