

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

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

УДК 26.347

ФІГОЛЬ ОЛЕКСАНДР СЕРГІЙОВИЧ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ РЕМОНТУ
ПРОМІЖНОГО ВАЛУ КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ АВТОМОБІЛЯ**

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 О.С. Фіголь

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

Житомир – 2025

АНОТАЦІЯ

Фіголь Олександр Сергійович. Розробка технологічного процесу ремонту проміжного валу коробки передач автомобіля - Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

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

В розділі 1 «Технологічний процес відновлення деталі» наведено призначення, конструкція та матеріал валу коробки передач та проведено аналіз можливих дефектів.

«Технологічний розділ» містить інформацію про поєднання дефектів кожного маршруту для відновлення деталі, кількість маршрутів, раціональний спосіб та розробку схеми технологічного процесу усунення кожного дефекту, їх вибір з точки зору раціональності організації на виробництві, план технологічних операцій, про призначення обладнання та вибір установочних баз, пристрої, матеріал, ріжучого та вимірювального інструменту.

Розділ 3 включає в себе розрахунок кількості деталей в партії, найвигідніших режимів обробки та прогресивних норм часу по операціях

В розділі 4 запропоновано пристрій для затискання валу коробки передач, що забезпечує його утримання в процесі виконання робіт відновлення.

В розділі 5 «Розрахунок діляниці» наведено її призначення та перелік робіт, розраховано режими роботи та фонд робочого часу обладнання, річну трудомісткість робіт з відновлення валу коробки передач автомобіля.

Метою роботи є: розробка технологічного процесу відновлення проміжного валу коробки передач сільськогосподарської та транспортної техніки.

Ключові слова: відновлення, технологічний процес, сільськогосподарська техніка, автомобіль, проміжний вал, коробка передач.

ANNOTATION

Figol Oleksandr Serhiyovych. Development of a technological process for repairing an intermediate shaft of a car gearbox - 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.

In section 1 "Technological process of restoring a part" the purpose, design and material of the gearbox shaft are given and an analysis of possible defects is carried out.

"Technological section" contains information on the combination of defects of each route for restoring a part, the number of routes, a rational method and the development of a scheme of a technological process for eliminating each defect, their choice from the point of view of the rationality of the organization in production, a plan of technological operations, on the purpose of equipment and the choice of installation bases, devices, material, cutting and measuring tools.

Section 3 includes the calculation of the number of parts in the batch, the most advantageous processing modes and progressive time standards for operations

In section 4, a device for clamping the gearbox shaft is proposed, which ensures its retention during the restoration work.

In section 5, "Calculation of the site" its purpose and list of works are given, the operating modes and the working time of the equipment are calculated, the annual labor intensity of the work on the restoration of the gearbox shaft of the car is calculated.

The purpose of the work is: to develop a technological process for restoring the intermediate shaft of the gearbox of agricultural and transport machinery.

Keywords: restoration, technological process, agricultural machinery, car, intermediate shaft, gearbox.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ	7
1.1. Призначення, конструкція та матеріал валу коробки передач	7
2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	11
2.1. Встановлення поєднання дефектів кожного маршруту, визначення кількості маршрутів	11
2.2. Вибір раціонального способу та розробка схеми технологічного процесу усунення кожного дефекту по маршруту	12
2.2.1. Вибір раціонального способу усунення зношення шийки під роликовий підшипник	12
2.2.2. Вибір раціонального способу усунення зношення шийки під шестерню постійного зачеплення	13
2.3. План технологічних операцій в найбільш раціональній послідовності виконання	13
2.4. Розбивка кожної операції технологічного процесу для заданого маршруту	14
2.4.1. Розбивка операції на переходи, вибір необхідного обладнання	14
2.4.2. Призначення обладнання та вибір установочних баз	15
2.4.3. Підбір пристроїв, матеріалу, ріжучого та вимірювального інструменту	16
2.4.4. Встановлення кваліфікації робіт	19
3. РОЗРАХУНКОВИЙ РОЗДІЛ	20
3.1. Розрахунок кількості деталей в партії	20
3.2. Розрахунок найвигідніших режимів обробки та прогресивних норм часу	20
3.2.1. Операція 005, зварна	20
3.2.2. Операція 10, токарна	21
3.2.3. Операція 015, наплавочна	22
3.2.4. Операція 020, токарна	26

4. ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЗАТИСКАННЯ ВАЛУ КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ	34
5. РОЗРАХУНОК ДІЛЬНИЦІ	36
5.1. Призначення дільниці та перелік робіт	37
5.2. Режими роботи та фонд робочого часу обладнання	37
5.3. Річна трудомісткість робіт з відновлення валу коробки передач автомобіля МАЗ	38
5.3.1. Розрахунок скорегованої трудомісткість ремонту	38
5.3.2. Розрахунок трудомісткості робіт дільниці	38
ВИСНОВКИ	40
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	41
ДОДАТКИ	42

ВСТУП

З метою відновлення технічного стану автомобіля планово-попереджувальна система управління передбачає проведення його капітального ремонту. Але, це стосується всіх агрегатів і систем не тільки автомобілів, а також сільгосптехніки.

Використання сучасних технологічних процесів відновлення деталей агрегатів техніки дозволяє продовжити їх життєвий цикл, зменшити загальну собівартість отримання результатів роботи техніки.

Розробка технологічних процесів відновлення деталей передбачає використання сучасних методів, способів та засобів відновлення, нового обладнання, яке дозволяє покращити якість ремонту, підвищити культуру праці, зменшити імовірність травматизму на виробництві.

В кваліфікаційної роботі розроблено технологічний процес ремонту проміжного валу коробки передач автомобіля (на прикладі МАЗ-555100) з урахуванням принципів технологічності, раціонального використання часу та економічності процесів, що пропонуються. Для полегшення процесу відновлення розроблено пристрій для закріплення проміжного валу коробки передач на столі зварювальника для заплавки канавки під шпонку. Запропоновано використання розробленої зогі поточного ремонту техніки сільськогосподарського та транспортного призначення.

1. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

1.1. Призначення конструкція та матеріал валу коробки передач

Вал розміщений в картері коробки передч. На ньому за допомогою шпонок кріпляться шестерні 2, 3 і 5 передач та шестерня постійного зачеплення та шестерня заднього ходу. Вал має циліндричну форму з шийками різних діаметрів. На валу є чотори сегментні шпонкові канавки. З одного кінця він має два отвори з різьбою. Вал опирається на кульровий та роликовий підшипники. Він виготовлений зі сталі 15ХГНТА ГОСТ 4543-71 та загортований СВЧ на глибину 0,8...1,2 мм з низьким відпуском до твердості шийки під роликовий підшипник і зубів шестерні HRC 58-64 інших шийок не менш, як HRC 50.

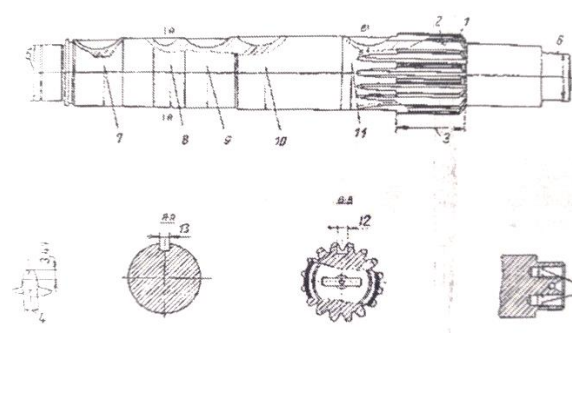
За умовами роботи вал піддається дії зкручуючих та згинаючих зусиль. Шліці вала працюють на зріз та зминання. Вал працює в нормальному температурному режимі, мащення поверхонь тертя відбувається розбризкуванням масла зубчастими колесами під час обертання. Вал може мати наступні дефекти: видламування і викришування зубів шестерен; знос посадочних шийок під підшипники і шестерні; знос шпонкових канавок по ширині; пошкодження різьби (табл. 1.1).

Видламування та викришування зубів шестерні виникають під дією навантажень при передачі крутного моменту, а також згинаючих зусиль при втомі матеріалу, що супроводжується ударними навантаженнями. Зношування може бути інтенсивним при попаданні між поверхнями тертя абразивних часток.

Знос шпонкових канавок по ширині виникає внаслідок послаблення шпонкового з'єднання при передачі крутного моменту.

Пошкодження різьби виникає при послабленні посадки різбового кріплення. Причиною також може бути неякісне складання коробки передач.

Таблиця 1.1 – Карта технічних умов на дефектацію проміжного валу коробки передач

			Деталь: Вал проміжний коробки передач			
			№ деталі: 500-1701048			
			Матеріал		Твердість	
			Сталь 15ХГНТА ГОСТ 4543-71		Шийок HRC 50, не менш, шийок під роликовий підшипник і зубів HRC 58- 64	
Позиція	Назва дефектів	Спосіб виявлення та вимірювальний інструмент	Розміри, мм			Висновок
			Номинальний	Допустимий без ремонту	Допустимий для ремонту	
1	Відламування зубів	Огляд	-	-	-	Бракувати
2	Викришуванн я робочої поверіні зубів	Огляд, лупа х4	-	-	-	Бракувати
3	Зношення зубів по торцях	Штангенциркул ь 0-125 мм	$62^{+0,3}_{-0,1}$	59,5	Не менше 59,5	Ремонтувати. Зачистка заусенців. Бракувати при розмірі менш як 59,5 мм
4	Зношення зубів шестерні 1 передачі і заднього ходу	Калібр 6,2 мм аюо штангензубомір	$6,5_{-0,04}$	6,2	-	Бракувати при розмірі менше 6,2 мм
5	Зношення шийки під роликовий підштпник	Скоба 53,48 мм або мікрометр 50-75 мм	$53,5^{+0,18}$	53,48	Менш е 53.48	Ремонтувати: хромування, осталювання, електроімпульсна наплавка

6	Зношення шийки під кульковий підшипник	Скоба 44,99 або мікрометр 25-50 мм	$45 \pm 0,008$	44,99	Менше 44,99	Теж
7	Зношення шийки під шестерню постійного зачеплення	Скоба 64,045 мм або мікрометр 50-75 мм	$65^{+0,035}_{-0,055}$	64,045	Менше 64,045	Теж
8	Зношення шийки під шестерню відбору потужності	Скоба 64,045 мм або мікрометр 50-75 мм	$65^{+0,065}_{+0,045}$	65,045	Менше 64,045	Теж
9	Зношення шийки під шестерню 5 передачі	Скоба 64,045 мм або мікрометр 50-75 мм	$65^{+0,265}_{+0,245}$	65,245	Менше 64,245	Теж
10	Зношення шийки під шестерню 3 передачі	Скоба 64,045 мм або мікрометр 50-75 мм	$65^{+0,065}_{+0,045}$	65,045	Менше 65,045	Теж
11	Зношення шийки під шестерню 2 передачі	Скоба 64,045 мм або мікрометр 50-75 мм	$65^{+0,265}_{+0,245}$	68,245	Менше 68,245	Теж
12	Зношення шпонкових канавок під шестерні 2, 3 і 5 передач та шестерні постійного зачеплення	Калібр 10,02	$10^{+0,015}_{-0,065}$	10,02	Більше 10,02	
13	Зношення шпонкової канавки під шпонку шестерні відбору потужності	Калібр 8,02	$8^{+0,015}_{-0,065}$	8,02	Більше 8,02	

14	Зношення різьби	Різбовий калібр	MH12- 6H	-	-	Ремонтувати. Заварка
----	--------------------	-----------------	-------------	---	---	-------------------------

2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1. Встановлення поєднання дефектів кожного маршруту, визначення кількості маршрутів

На основі аналізу дефектів (табл. 1.1) встановлюємо їх можливість поєднання та розробляємо маршрут відновлення (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Присвоєння маршрутів відновлення проміжного валу коробки передач

Номер маршруту	Номер дефекту	Вид дефекту
1	5	Зношення шийки під роликовий підшипник
	6	Зношення шийки під кульковий підшипник
2	5	Зношення шийки під роликовий підшипник
	7	Зношення шийки під шестерню постійного зачеплення
3	7	Зношення шийки під шестерню постійного зачеплення
	8	Зношення шийки під шестерню відбору потужності
	13	Зношення шпонкової канавки під шестерню відбору потужності
4	9	Зношення шийки під шестерню 5 передачі
	10	Зношення шийки під шестерню 3 передачі
	12	Зношення шпонкових канавок під шестерні 2, 3 і 5 передач і шестерню постійного зачеплення
5	5	Зношення шийки під роликовий підшипник
	6	Зношення шийки під кульковий підшипник
	11	Зношення шийки під шестерню 2 передачі
6	9	Зношення шийки під шестерню 5 передачі

	10	Зношення шийки під шестерню 3 передачі
7	5	Зношення шийки під роликовий підшипник
	6	Зношення шийки під кульковий підшипник
	14	Зношення різьби
8	7	Зношення шийки під шестерню постійного зачеплення
	8	Зношення шийки під шестерню відбору потужності
	9	Зношення шийки під шестерню 5 передачі
	10	Зношення шийки під шестерню 3 передачі
	13	Зношення шпонкової канавки під шестерню відбору потужності

2.2. Вибір раціонального способу та розробка схеми технологічного процесу усунення кожного дефекту по маршруту 2

2.2.1. Вибір раціонального способу усунення зношення шийки під роликовий підшипник

З можливих варіантів відновлення даного дефекту доцільною є вібродугова наплавка. Цей спосіб забезпечує відновлення шийки номінального розміру з збереженням практично всіх необхідних властивостей деталі. Така наплавка відрізняється високою продуктивністю, якістю відновлення, забезпечує необхідну твердість поверхні, невеликий припуск на подальшу обробку, не потребує вартісного обладнання.

Схема технологічного процесу усунення дефекту 5 - зношення шийки під роликовий підшипник:

- проточити шийку від діаметра 53,48 до діаметра 52,5 мм на довжину 25 мм;
- наплавити шийку від діаметра 53,48 до діаметра 52,5 мм на довжину 25 мм;
- проточити шийку від діаметра 56,5 до діаметра 53,9 мм на довжину 25 мм;
- шліфувати шийку від діаметра 53,9 до діаметра $53,5^{+0,18}$ мм на довжину 25 мм;

- перевірити якість відновлення деталі.

2.2.2. Вибір раціонального способу усунення зношення шийки під шестерню постійного зачеплення

Дефект відновлюється аналогічно дефекту 5. Перед наплавкою необхідно заправити канавку шпонки за допомогою електродугового зварювання, потім шийку проточують, фрезерують шпонкову канавку та шліфують.

Схема технологічного процесу усунення дефекту 7 - зношення шийки під шестерню постійного зачеплення:

- заправити шпонкову канавку шириною 13,2 мм, глибиною 7,5 мм;
- наплавити шийку від діаметра 65 мм до діаметра 69 мм на довжину 50 мм;
- проточити шийку від діаметра 64,98 до діаметра 64 на довжину 50 мм;
- фрезерувати шпонкову канавку шириною $13_{-0,061}^{-0,018}$ мм глибиною 7,7 мм;
- шліфувати шийку від діаметра 65,4 мм до діаметра $65_{-0,055}^{-0,035}$ на довжину 50 мм;
- перевірити якість відновлення.

2.3. План технологічних операцій в найбільш раціональній послідовності виконання

План технологічних операцій в раціональній послідовності зводимо в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – План технологічних операцій

Номер операції	Назва операції	Запропонована дія
005	Зварювання	Заправити шпонкову канавку шириною 13,2 мм глибиною 7,5 мм
010	Токарна	Проточити шийку під підшипник від діаметра 53,48 мм до діаметра 52,5 мм на довжину 25 мм. Проточити шийку під шестерню від

		діаметра 64,98 мм до діаметра 69 мм на довжину 50 мм.
015	Наплавочна	Наплавити шийку під підшипник від діаметра 52,5 мм до діаметра 56,5 мм на довжину 25 мм. Наплавити шийку під шестерню від діаметра 65 мм до діаметра 69 мм на довжину 50 мм.
020	Токарна	Проточити шийку під підшипник від діаметра 56,5 мм до діаметра 53,9 мм на довжину 25 мм. Проточити шийку під шестерню від діаметра 69 мм до діаметра 65,4 мм на довжину 50 мм.
025	Фрезерна	Фрезерувати сегментну шпонкову канавку шириною $13_{-0,061}^{-0,018}$ глибиною 7,7 мм
030	Шліфувальна	Шліфувати шийку під підшипник від діаметра 53,9 мм до діаметра $53,5^{+0,018}$ мм на довжину 25 мм. Шліфувати шийку під шестерню від діаметра 65,4 мм до діаметра $65_{-0,055}^{-0,035}$ мм на довжину 50 мм
035	Контрольна	Перевірити якість відновлення деталі

2.4. Розбивка кожної операції технологічного процесу для заданого маршруту

2.4.1. Розбивка операції на переходи

Для виконання операцій, а також для вибору обладнання, інструменту, установочних баз, кваліфікації виконавців тощо, необхідно розбити їх на переходи (табл. 2.3).

Таблиця 2.3 – Розбивка операцій на переходи

Номер операції	Назва	Перехід	Необхідні дії
005	Зварна	А	Встановити і закріпити деталь
		1	Заплавити шпонкову канавку шириною 13,2 мм глибиною 7,5 мм
		Б	Зняти деталь
010	Токарна	А	Встановити і закріпити деталь
		1	Проточити шийку під підшипник від діаметра 53,48 мм до діаметра 52,5 мм на довжину 25 мм

		2	Проточити шийку під шестерню від діаметра 64,98 мм до діаметра 69 мм на довжину 50 мм
		Б	Зняти деталь
015	Наплавочна	А	Встановити і закріпити деталь
		1	Наплавити шийку під підшипник від діаметра 52,5 мм до діаметра 56,5 мм на довжину 25 мм
		2	. Наплавити шийку під шестерню від діаметра 65 мм до діаметра 69 мм на довжину 50 мм
		Б	Зняти деталь
020	Токарна	А	Встановити і закріпити деталь
		1	Проточити шийку під підшипник від діаметра 56,5 мм до діаметра 53,9 мм на довжину 25 мм
		2	Проточити шийку під шестерню від діаметра 69 мм до діаметра 65,4 мм на довжину 50 мм
		Б	Зняти деталь
025	Фрезерна	А	Встановити і закріпити деталь
		1	Фрезерувати сегментну шпонкову канавку шириною $13_{-0,061}^{-0,018}$ глибиною 7,7 мм
		Б	Зняти деталь
030	Шліфувальна	А	Встановити і закріпити деталь
		1	Шліфувати шийку під підшипник від діаметра 53,9 мм до діаметра $53,5_{-0,055}^{+0,018}$ мм на довжину 25 мм
		2	Шліфувати шийку під шестерню від діаметра 65,4 мм до діаметра $65_{-0,055}^{-0,035}$ мм на довжину 50 мм
		Б	Зняти деталь

2.4.2. Призначення обладнання та вибір установочних баз

Згідно призначених переходів обираємо для кожної операції необхідне обладнання та призначаємо установочні бази (табл. 2.4).

Таблиця 2.4 – Призначення необхідного обладнання та установочних баз

Номер операції	Назва операції	Обладнання та інструмент	Установочна база для кріплення
005	Зварна	Перетворювач зварний ПСО-500 [9]	На столі зварювальника - основні бази (шийки під підшипники).
010	Токарна	Токарно-гвинторізний верстат 1А616К [6]	На верстаті за установочні - основну (шийку під підшипник) і допоміжну (центровий отвір) бази
015	Наплавочна	Переобладнаний під наплавку токарно-гвинторізний верстат 1К62, головка наплавочна ОКС-6569, перетворювач зварний ПСО-300 [10].	На верстаті за установочні - допоміжні (центрові отвори) бази
020	Токарна	Токарно-гвинторізний верстат 1А616К [6]	На верстаті за установочні - основну (шийку під підшипник) і допоміжну (центровий отвір) бази
025	Фрезерна	Горизонтально-фрезерний верстат 6Р81Г [6]	На верстаті за установочні - основні бази (шийки під підшипники).
030	Шліфувальна	Круглошліфувальний верстат 3Б151 [6]	На верстаті за установочні - допоміжні (центрові отвори) бази.

2.4.3. Підбір пристроїв, матеріалу та інструменту

Робробка технологічного процесу відновлення деталі вимагає вибору та призначення пристроїв, матеріалу та інструментів (табл. 2.5).

Таблиця 2.5 – Призначені пристрої, матеріали та інструменти

Номер операції	Назва	Пристрої, матеріал та інструмент
005	Зварна	Для закріплення деталі на столі зварювальника використовується спеціально розроблений

		пристрій. Для заплавки шпонкової канавки обрано електроди марки $\frac{E-42A-YONI-\frac{13}{45A}-5,0-UD}{E435-B20}$ ГОСТ 9467-88 [9]. Для очищення деталі від окалини використовується молоток 7850-0117 ГОСТ 2310-77 та щітка металева.
010	Токарна	Для закріплення деталі на верстаті використовується трьохкулачковий патрон 7100-0007 ГОСТ 2675-80 і центр А-1-4Н ГОСТ 8742-75 [12]. Для обробки поверхні обрано різець прохідний 2103-1107Т15К6 ГОСТ 18879-73 [12]. Для контролю діаметра обробки обрано штангенциркуль ШЦ I ДСТУ 166:2009 [3].
015	Наплавочна	Для закріплення деталі на верстаті обрано центри ГОСТ 13214-75 [12, с. 95]. Для наплавки поверхні використовується наплавочний дріт 2,0 Св-0,8ГС ГОСТ 2247-85 [10, с. 318]. Для контролю діаметра наплавки обрано штангенциркуль ШЦ I ДСТУ 166:2009 [3, с. 300].
020	Токарна	Для закріплення деталі на верстаті використовується трьохкулачковий патрон 7100-0007 ГОСТ 2675-80 і центр А-1-4Н ГОСТ 8742-75 [12]. Для обробки поверхні обрано різець прохідний 2103-1107Т15К6 ГОСТ 18879-73 [12]. Для контролю діаметра обробки обрано штангенциркуль ШЦ I ДСТУ 166:2009 [3].
025	Фрезерна	Для закріплення деталі на верстаті обрано лещата верстатні А2 ГОСТ 22167-88 [11]. Для обробки поверхні обрано фрезу для канавок сегментних шпонок 2242-0305 ГОСТ 6648-80 [11]. Для контролю розміру шпонкової канавки обрано штангенциркуль ШЦ I ДСТУ 166:2009 [3].
030	Шліфувальна	Для закріплення деталі на верстаті обрано центри Морзе ГОСТ 13214-88 [8]. При обробці в якості змашувальної рідини використується 3...5 % розчин Аквол-1 [8]. Для обробки шийок вибрано круг 1-600x25x305 24А40СМ2К 35 м/с

1кЛА ГОСТ 2424-80 [8]. Для контролю діаметрів обробки втбрано мікрометр МК75 ДСТУ 6507:2009 [4].

2.4.4. Встановлення кваліфікації робіт

Для виконання операції з врахуванням складності робіт згідно з [10] встановлюємо кваліфікації виконавців:

- операція 005, зварна – електрозварник 3 розряду;
- операція 010, токарна – токар 3 розряду;
- операція 015, наплавочна – електровібронаплавник 3 розряду;
- операція 020, токарна – токар 3 розряду;
- операція 025, фрезерна – фрезерувальник 3 розряду;
- операція 030, шліфувальна – шліфувальник 3 розряду.

3. РОЗРАХУНКОВИЙ РОЗДІЛ

3.1. Розрахунок кількості деталей в партії

$$Z = \frac{NK_P m}{12} = \frac{500 \cdot 0,8 \cdot 1}{12} = 33,3 \quad (3.1)$$

де N – виробнича програма підрозділу;

K_P – коефіцієнт ремонту;

m – кількість деталей на автомобілі (тракторі).

3.2. Розрахунок найвигідніших режимів обробки та прогресивних норм часу

3.2.1. Операція 005, зварна.

Перехід А: допоміжний час на встановлення, закріплення і зняття деталі $T_{д1}=0,3$ хв. [5, табл. 189].
Перехід 1: заправити шпонкову канавку шириною 13,2 мм, глибиною 7,5 мм. Сила зварювального струму:

$$I=(20+6d_e)d_e=(20+6 \cdot 5)5=250 \text{ А}, \quad (3.2)$$

де d_e – діаметр електроду.

Маса наплавленого металу:

$$G=V\rho, \quad (3.3)$$

де V – об'єм канавки, см^3 ;

ρ – густина металу, г/см^3 .

$$V=Fb, \quad (3.4)$$

де F – площа сегмента, см^2 ;

b – ширина канавки, см.

$$F = \frac{r^2}{2}(\alpha - \sin\alpha) \quad (3.5)$$

де r – радіус фрези, см;

α – радіальна міра центрального кута.

$$\cos\alpha = 1 - \frac{h}{r} = 1 - \frac{0,77}{7} = 0,625 \quad (3.6)$$

$$\alpha=38^\circ 42'$$

де h – глибина канавки, см

$$\arccos 38^{\circ}42' = \frac{\pi\alpha}{180^{\circ}} = 1,302 \quad (3.7)$$

$$F = \frac{7^2}{2} (1,302 - \sin 74^{\circ}36') = 0,68 \text{ см}^2$$

$$V = 0,68 \cdot 1,32 = 0,81 \text{ см}^3$$

$$G = 0,81 \cdot 7,85 = 6,4 \text{ г}$$

Норми часу на операцію:

- основний час

$$T_0 = \frac{60G}{I\alpha} = \frac{60 \cdot 6,4}{250 \cdot 8} = 0,2 \text{ хв.} \quad (3.9)$$

де $\alpha = 8 \text{ г/А} \cdot \text{год}$ – коефіцієнт наплавки [5, табл. 184].

- допоміжний час пов'язаний з наплавкою $T_{д2} = 0,8 \text{ хв.}$ [5].

- допоміжний час на операцію

$$T_{д1} = T_{д1} + T_{д2} = 0,3 + 0,8 = 1,1 \text{ хв.} \quad (3.10)$$

- оперативний час

$$T_{оп} = T_0 + T_{д1} = 0,2 + 1,1 = 1,3 \text{ хв.} \quad (3.11)$$

- додатковий час

$$T_{дод} = \frac{T_{оп} K_{дод}}{100} = \frac{1,3 \cdot 10}{100} = 0,13 \text{ хв.,} \quad (3.12)$$

де $K_{дод}$ – відсоток додаткового часу від оперативного [5, с. 159].

- штучний час

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{дод} = 1,3 + 0,13 = 1,43 \text{ хв.} \quad (3.13)$$

- підготовчо-заключний час $T_{пз}=10$ хв. [5, табл. 191].

Норма часу на операцію:

$$T_H = \frac{T_{пз}}{Z} = 1,43 + \frac{10}{33} = 1,8 \text{ хв.} \quad (3.14)$$

3.2.2. Операція 10, токарна

Перехід А: допоміжний час на встановлення, закріплення і зняття деталі $T_{д1}=1,3$ хв. [5].
Перехід 1: проточити шийку під підшипник від діаметра 53,48 до діаметра 52,5 мм на довжину 25 мм. Припуск на обробку:

$$h = \frac{D-d}{2} = \frac{53,48-52,5}{2} = 0,49 \text{ мм,} \quad (3.15)$$

де D – діаметр поверхні до обробки, мм;

d – діаметр поверхні після обробки, мм

Кількість проходів:

$$I=h/t=0,49/0,49=1 \quad (3.16)$$

де t – прийнята глибина різання, мм

Обираємо подачу теоретичну $S=0,15...0,25$ мм/об. [5]. Приймаємо $S=0,19$ мм/об [6].

Розрахункова швидкість різання [5]:

$$V_P=V_T \cdot K_M \cdot K_X \cdot K_{MP} \cdot K_{OX}=88 \cdot 0,54 \cdot 1 \cdot 3 \cdot 1=142,6 \text{ м/хв.} \quad (3.17)$$

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

K_M – коефіцієнт, що характеризує матеріал;

K_X – коефіцієнт, що характеризує поверхню, яка обробляється;

K_{MP} – коефіцієнт, що характеризує матеріал інструменту;

K_{OX} – коефіцієнт, що характеризує застосування охолодження.

Розрахункова частота обертання шпинделя верстата:

$$n_T = 318 \frac{V_T}{D} = 318 \frac{142,6}{53,48} = 848 \text{ об/хв.} \quad (3.18)$$

Прийнята верстатна частота обертання шпинделя $n=900$ об/хв [6].

Фактична швидкість різання:

$$V = \frac{Dn}{318} = \frac{53,48 \cdot 900}{318} = 848 \text{ об/хв.} \quad (3.19)$$

Розрахункова довжина обробки:

$$L=l+l_1+l_2=25+2+0=27 \text{ мм} \quad (3.20)$$

де l – довжина обробки, мм;

l_1 – величина врізання інструменту, мм [5, табл. 19];

l_2 – величина перебігу інструменту, мм [5, табл. 19].

Основний час:

$$T_{o1} = \frac{Li}{Sn} = \frac{27 \cdot 1}{0,19 \cdot 900} = 0,16 \text{ хв.} \quad (3.21)$$

Допоміжний час, пов'язаний з обробкою $T_{a2}=0,6$ хв. [5].

Перехід 2: проточити шийку під шестерню від діаметра 64,98 до діаметра 64 мм на довжину 50 мм.

Припуск на обробку:

$$h = \frac{D-d}{2} = \frac{64,98-64}{2} = 0,49 \text{ мм,}$$

де D – діаметр поверхні до обробки, мм;

d – діаметр поверхні після обробки, мм

Кількість проходів:

$$I=h/t=0,49/0,49=1$$

де t – прийнята глибина різання, мм.

Подача верстата $S=0,19$ мм/об. [5].

Розрахункова частота обертання шпинделя верстата:

$$n_T = 318 \frac{V_T}{D} = 318 \frac{142,6}{64,98} = 698 \text{ об/хв.}$$

Прийнята верстатна частота обертання шпинделя $n=710$ об/хв [6]. Фактична швидкість різання:

$$V = \frac{Dn}{318} = \frac{64,98 \cdot 710}{318} = 145 \text{ об/хв.}$$

Розрахункова довжина обробки:

$$L=l+l_1+l_2=50+2+0=52 \text{ мм}$$

де l – довжина обробки, мм;

l_1 – величина врізання інструменту, мм [5];

l_2 – величина перебігу інструменту, мм [5].

Основний час:

$$T_{o2} = \frac{Li}{Sn} = \frac{52 \cdot 1}{0,19 \cdot 710} = 0,39 \text{ хв.}$$

Допоміжний час, пов'язаний з обробкою $T_{д3}=0,6$ хв. [5]. Допоміжний час, пов'язаний зі зміною режиму роботи верстата $T_{д4}=0,06$ хв. [5].

Розраховуємо норми часу на операцію:

- основний час

$$T_o=T_{o1}+T_{o2}=0,16+0,39=0,55 \text{ хв.} \quad (3.22)$$

- допоміжний час

$$T_d=T_{д1}+T_{д2}+T_{д3}+T_{д4}=1,3+0,6+0,6+0,6=2,56 \text{ хв.} \quad (3.23)$$

- оперативний час

$$T_{оп}=T_o+T_d=0,55+2,56=3,11 \text{ хв.}$$

- додатковий час

$$T_{дод} = \frac{T_{оп} K_{дод}}{100} = \frac{3,11 \cdot 6,5}{100} = 0,21 \text{ хв.,}$$

де $K_{\text{дод}}$ – відсоток додаткового часу від оперативного [5, табл. 25].

- штучний час

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{оп}} + T_{\text{дод}} = 3,11 + 0,21 = 3,33 \text{ хв.}$$

- підготовчо-заключний час $T_{\text{пз}} = 13 \text{ хв.}$ [5].

Норма часу на операцію:

$$T_{\text{н}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{пз}}}{Z} = 3,33 + \frac{13}{33} = 3,81 \text{ хв.}$$

3.2.3. Операція 015, наплавочна

Перехід А: допоміжний час на встановлення, закріплення і зняття деталі $T_{\text{д1}} = 1 \text{ хв.}$ [5].

Перехід 1: наплавити шийку під підшипник від діаметра 52,5 до діаметра 56,5 мм на довжину 25 мм.

Припуск на наплавку:

$$h = \frac{D-d}{2} = \frac{56,5-52,5}{2} = 2 \text{ мм,}$$

де D – діаметр поверхні після наплавки, мм;

d – діаметр поверхні до наплавки, мм

Кількість проходів:

$$I = h/t = 2/2 = 1$$

де t – товщина шару наплавки за прохід [5].

Подача теоретична (крок наплавки) $S_t = 2,0 \text{ мм/об.}$ [5]. Приймаємо верстатну подачу $S = 1,9 \text{ мм/об.}$ [3]. Розрахункова частота обертання деталі:

$$n_p = \frac{250 V_{\text{др}} d_{\text{др}}^2 \eta}{h S d} = \frac{250 \cdot 1,1 \cdot 2^2 \cdot 0,85}{2 \cdot 1,9 \cdot 52,5} = 4,7 \text{ об/хв.} \quad (3.24)$$

де $V_{\text{др}}$ – швидкість подачі дроту, м/хв. [5];

$d_{др}$ – діаметр дроту, мм [5];

η – коефіцієнт наплавки [3].

Основний час:

$$T_{01} = \frac{li}{nS} = \frac{25 \cdot 1}{4,5 \cdot 1,9} = 2,93 \text{ хв.}$$

де l – довжина наплавки, мм

Допоміжний час $T_{д2}=0,9$ хв. [5, с. 170].

Перехід 2: наплавити шийку під шестерню від діаметра 64 до діаметра 68 мм на довжину 50 мм.

Припуск на наплавку:

$$h = \frac{D-d}{2} = \frac{28-24}{2} = 2 \text{ мм,}$$

де D – діаметр поверхні після наплавки, мм;

d – діаметр поверхні до наплавки, мм.

Кількість проходів:

$$I = h/t = 2/2 = 1$$

де t – товщина шару наплавки за прохід [5].

Подача теоретична (крок наплавки) $S_t=2,0$ мм/об. [5]. Приймаємо верстатну подачу $S=1,9$ мм/об. [3].

Розрахункова частота обертання деталі:

$$n_p = \frac{250V_{др}d_{др}^2\eta}{hSd} = \frac{250 \cdot 1,1 \cdot 2^2 \cdot 0,85}{2 \cdot 1,9 \cdot 64} = 3,84 \text{ об/хв.} \quad (3.24)$$

де $V_{др}$ – швидкість подачі дроту, м/хв. [5].

Приймаємо верстатну частоту обертання $n=4$ об/хв. [5]. Основний час:

$$T_{02} = \frac{li}{nS} = \frac{50 \cdot 1}{4 \cdot 1,9} = 6,58 \text{ хв.}$$

де l – довжина наплавки, мм

Допоміжний час $T_{д3}=0,9$ хв. [5]. Оперативний час:

$$T_{оп}=T_0+T_{д}=9,51+2,8=12,31 \text{ хв.}$$

Додатковий час:

$$T_{дод} = \frac{T_{оп} K_{дод}}{100} = \frac{12,31 \cdot 15}{100} = 1,85 \text{ хв.},$$

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

Штучний час:

$$T_{шт}=T_{оп}+T_{дод}=12,31+1,85=14,16 \text{ хв.}$$

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

Норма часу на операцію:

$$T_{н} = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{Z} = 14,16 + \frac{16}{33} = 14,75 \text{ хв.}$$

3.2.4. Операція 020, токарна

Перехід А: допоміжний час на встановлення, закріплення і зняття деталі $T_{д1}=1,3$ хв. [5].

Перехід 1: проточити шийку під підшипник від діаметра 56,5 до діаметра 53,9 мм на довжину 25 мм. Припуск на обробку:

$$h = \frac{D-d}{2} = \frac{56,5-53,9}{2} = 1,3 \text{ мм,}$$

де D – діаметр поверхні до обробки, мм;

d – діаметр поверхні після обробки, мм

Кількість проходів:

$$I=h/t=1,3/1,3=1$$

де t – прийнята глибина різання, мм

Обираємо подачу теоретичну $S=0,15 \dots 0,25$ мм/об. [5]. Приймаємо $S=0,19$ мм/об [6]. Розрахункова швидкість різання:

$$V_p = V_T \cdot K_M \cdot K_X \cdot K_{MP} \cdot K_{OX} = 80 \cdot 0,54 \cdot 0,75 \cdot 3 \cdot 1 = 97,2 \text{ м/хв.}$$

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

K_M – коефіцієнт, що характеризує матеріал [5];

K_X – коефіцієнт, що характеризує поверхню, яка обробляється [5];

K_{MP} – коефіцієнт, що характеризує матеріал інструменту [5];

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

Розрахункова частота обертання шпинделя верстата:

$$n_T = 318 \frac{V_T}{D} = 318 \frac{97,2}{56,5} = 547 \text{ об/хв.}$$

Прийнята верстатна частота обертання шпинделя $n=560$ об/хв [6].

Фактична швидкість різання:

$$V = \frac{Dn}{318} = \frac{56,5 \cdot 560}{318} = 99,5 \text{ об/хв.} \quad (3.19)$$

Розрахункова довжина обробки:

$$L = l + l_1 + l_2 = 25 + 2 + 0 = 27 \text{ мм} \quad (3.20)$$

де l – довжина обробки, мм;

l_1 – величина врізання інструменту, мм [5];

l_2 – величина перебігу інструменту, мм [5].

Основний час:

$$T_{o1} = \frac{Li}{Sn} = \frac{27 \cdot 1}{0,19 \cdot 560} = 0,26 \text{ хв.}$$

Допоміжний час, пов'язаний з обробкою $T_{a2}=0,6$ хв. [5].

Перехід 2: проточити шийку під шестерню від діаметра 68 до діаметра 65,4 мм на довжину 50 мм.

Припуск на обробку:

$$h = \frac{D-d}{2} = \frac{68-65,4}{2} = 1,3 \text{ мм},$$

де D – діаметр поверхні до обробки, мм;

d – діаметр поверхні після обробки, мм

Кількість проходів:

$$I=h/t=1,3/1,39=1$$

де t – прийнята глибина різання, мм.

Подача верстата $S=0,19$ мм/об. [6]. Розрахункова частота обертання шпинделя верстата:

$$n_T = 318 \frac{V_T}{D} = 318 \frac{97,2}{68} = 454 \text{ об/хв.}$$

Прийнята верстатна частота обертання шпинделя $n=450$ об/хв [6].

Фактична швидкість різання:

$$V = \frac{Dn}{318} = \frac{68 \cdot 450}{318} = 96,2 \text{ об/хв.}$$

Розрахункова довжина обробки:

$$L=l+l_1+l_2=50+2+0=52 \text{ мм}$$

де l – довжина обробки, мм;

l_1 – величина врізання інструменту, мм [5];

l_2 – величина перебігу інструменту, мм [5].

Основний час:

$$T_{02} = \frac{Li}{Sn} = \frac{52 \cdot 1}{0,19 \cdot 450} = 0,61 \text{ хв.}$$

Допоміжний час, пов'язаний з обробкою $T_{д3}=0,6$ хв. [5]. Допоміжний час, пов'язаний зі зміною режиму роботи верстата $T_{д4}=0,06$ хв. [5].

Розраховуємо норми часу на операцію:

- основний час

$$T_o = T_{o1} + T_{o2} = 0,26 + 0,61 = 0,87 \text{ хв.}$$

- допоміжний час

$$T_d = T_{d1} + T_{d2} + T_{d3} + T_{d4} = 1,3 + 0,6 + 0,6 + 0,6 = 2,56 \text{ хв.}$$

- оперативний час

$$T_{оп} = T_o + T_d = 0,87 + 2,56 = 3,43 \text{ хв.}$$

- додатковий час

$$T_{дод} = \frac{T_{оп} K_{дод}}{100} = \frac{3,43 \cdot 6,5}{100} = 0,23 \text{ хв.,}$$

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

- штучний час

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{дод} = 3,43 + 0,23 = 3,66 \text{ хв.}$$

- підготовчо-заключний час $T_{пз} = 13 \text{ хв.}$ [5].

Норма часу на операцію:

$$T_n = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{Z} = 3,66 + \frac{13}{33} = 4,14 \text{ хв.}$$

3.3. Розрахунок норми виробітку

Розрахунок норм часу по операціям наведено в табл. 3.1

Таблиця 3.1 – Норми часу по операціях

Операція	Норма часу, T_n	Розмірність
005. Зварна	1,8	
010. Токарна	3,81	

015. Наплавочна	14,75	хв.
020. Токарна	4,14	
Всього	24,5	

Норма виробітку:

$$H_B = \frac{480}{\sum T_H} = \frac{480}{24,5} = 19,6 \text{ шт.}, \quad (3.21)$$

де $\sum T_H$ – норма часу на ремонт деталі, хв.

Приймаємо норму виробітку 19 деталей.

Оцінку вартості обраного способу ремонту валу проводимо через розрахунок витрат на його ремонт:

$$C_p = C_z + C_m + C_{\text{фоп}} + C_{\text{нар}} + C_H + C_{\text{об}} + C_{\text{ін}} \quad (3.22)$$

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

C_m – вартість матеріалів, грн

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

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

C_H – накладні витрати, грн;

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

$C_{\text{ін}}$ – інші витрати.

Залишкова вартість валу до ремонту:

$$C_z = K_z C_H = 0,05 \cdot 5000 = 250 \text{ грн}, \quad (3.23)$$

де K_z – коефіцієнт залишкової вартості деталі;

C_z – вартість нової деталі [9].

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

$$P = \frac{CT_{H1}}{60}, \quad (3.24)$$

де C – годинна тарифна ставка слюсаря певного розряду, грн;

T_{H1} – норма часу на операцію, хв.

Результати розрахунків наведено в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Розрахунок розцінок по операціях

Операція	Норма часу, хв.	Розряд слюсаря	Тарифна ставка, грн	Розцінка, грн
005 зварна	1,8	3	32,3	0,98
010 токарна	3,81			2,08
015 наплавочна	14,75			8,05
020 токарна	4,14			2,26

Премія працівникам не передбачається. Додаткова заробітна плата визначається як відсоток від основної. Таким чином фонд оплати праці визначається як сума від основної і додаткової заробітної плати за кожну операцію. Приймаємо відсоток додаткової заробітної плати 15 %, результати розрахунку наведено в табл. 3.2.

Таблиця 3.2- Розрахунок фонду оплати праці

Операція	С _{осн} , грн	С _{доп} , грн	С _{фоп} , грн
005 зварна	1,23	0,18	1,41
010 токарна	2,6	0,39	2,99
015 наплавочна	10,06	1,51	11,57
020 токарна	2,82	0,42	3,24

Визначення вартості матеріалів на відновлення деталі

$$C_{м1} = K_{м1} \cdot C_{фоп1} = 0,9 \cdot 1,41 = 1,27 \text{ грн} \quad (3.25)$$

де $K_{м1}$ – коефіцієнт витрати матеріалів по операціях;

Для інших операцій результати розрахунків зведено в табл. 3.3

Таблиця 3.3 – Визначення витрат на матеріали по операціях

Операція	K_m	$C_{\text{фоп}}$	C_m
005 зварна	0,9	1,41	1,27
010 токарна	0,12	2,99	0,36
015 наплавочна	1,2	11,57	13,88
020 токарна	0,12	3,24	0,39
Всього	-	19,22	15,9

Нарахування на заробітну плату складають 22 %, тобто 4,23 грн. Накладні (цехові) витрати нараховують з коефіцієнтом 1,4 відносно $C_{\text{фоп}}$, які в нашому випадку складуть 26,9 грн. Витрати на утримання і експлуатацію складають 75 % від $C_{\text{фоп}}$ – 14,41 грн. Інші витрати:

$$C_{\text{ін}} = \frac{K_{\text{ін}} C_{\text{в}}}{1 + K_{\text{ін}}} = \frac{0,03 \cdot 97,45}{1 + 0,03} = 2,84 \text{ грн} \quad (3.26)$$

де $K_{\text{ін}}$ – коефіцієнт інших витрат.

Тоді:

$$\begin{aligned} C_{\text{в}} &= C_{\text{з}} + C_{\text{фоп}} + C_{\text{м}} + C_{\text{нар}} + C_{\text{п}} + C_{\text{об}} = \\ &= 16,78 + 19,22 + 15,9 + 4,23 + 0 + 14,41 = 70,55 \text{ грн} \end{aligned} \quad (3.27)$$

Таблиця 3.4 – Собівартість відновлення ресурсу деталі

Стаття витрат	Сума, грн
Залишкова вартість деталі	250
Витрати на матеріали	19,22
Фонд заробітної плати	15,9
Нарахування на заробітну плату	4,23
Накладні (цехові) витрати	26,9
Витрати на утримання і експлуатацію обладнання	14,41
Інші витрати	2,84
Всього	333,5

Коефіцієнт довговічності валу, що відремонтований, дорівнює 0,95, а доцільність відновлення визначають:

$$C_p \leq K_d \cdot C_n \quad (3.28)$$

де C_p – вартість відновлення, грн;

K^d – коефіцієнт довговічності;

C_n – вартість нової деталі, грн.

Таким чином, нерівність виконується:

$$333,5 \leq 0,95 \cdot 500,$$

Доцільність відновлення деталі запропонованим способом економічно підтверджується

4. ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЗАТИСКАННЯ ВАЛУ КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ

Пристрій призначено для закріплення деталі на столі під час виконання операцій відновлення.

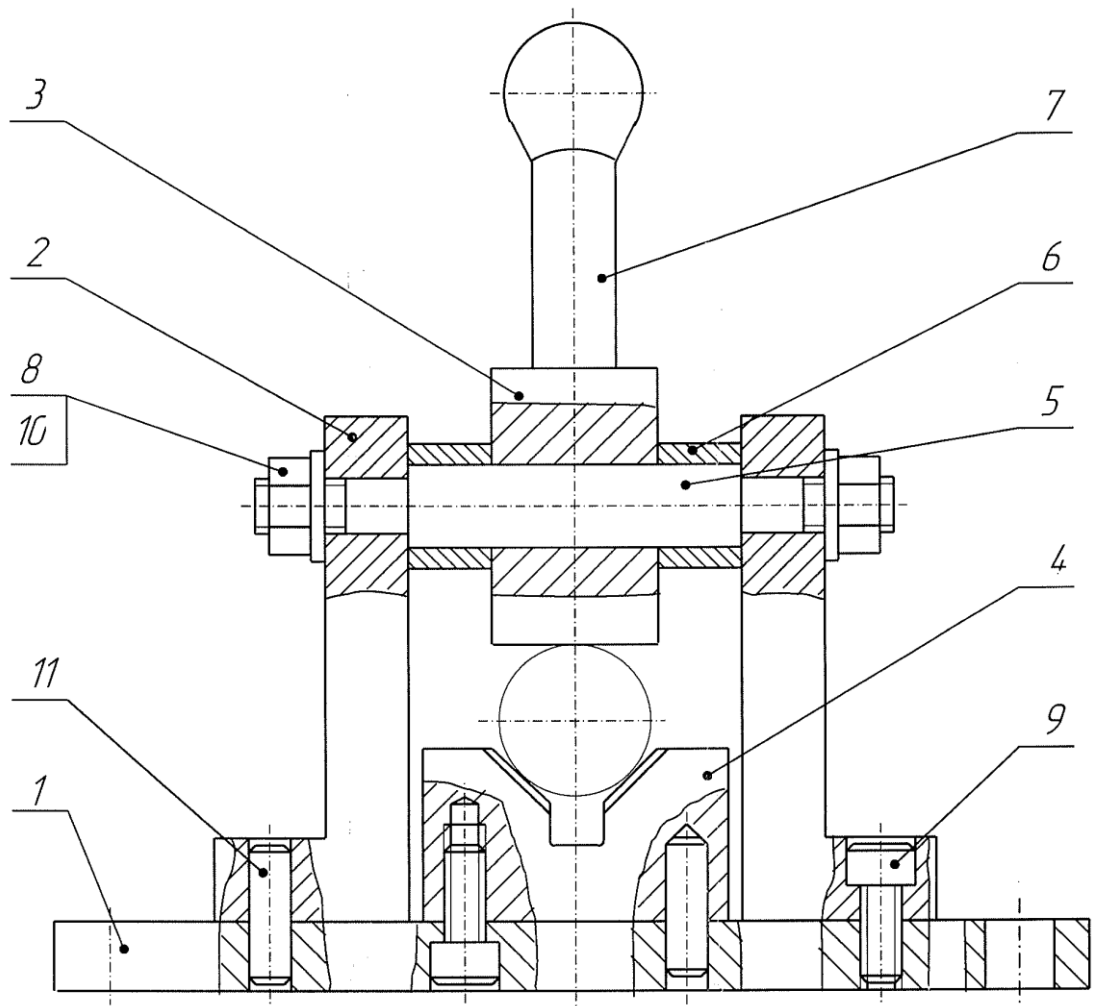


Рисунок 4.1. – Пристрій за затискання валу: 1 – плита; 2 – стійка; 3 – ексцентрик; 4 – призма; 5 – вісь; 6 – втулка; 7 – ручка; 8 – гайка; 9 – гвинт; 10 – шайба; 11 – штифт

Призма 4 кріпиться до плити за допомогою гвинтів 9 та штифтів 11. Стійки 2 кріпляться до плити 1 за допомогою гвинтів. Ексцентрик 3 встановлений на осі 5 шарнірно. Від осьового переміщення ексцентрик утримується двома втулками 6. Вісь кріпиться до стійок гайками 8 з шайбами 10. Ручка 7 кріпиться до ексцентрика штифтом.

Пристрій можна закріплювати на столі болтовим з'єднанням через отвори, що є в плиті.

Деталь встановлюється на призму 4 та затискається повзуном поворотом рукоятки 7. При цьому ексцентрик повертається та притискає деталь до призми.

Запропонований пристрій дає можливість зменшити собівартість процесу відновлення валу коробки передач. Він є універсальним та може бути застосований в інших технологічних процесах.

- складання вузлів та перевірка якості робіт на всіх етапах процесу відновлення;

Слюсарно-механічна дільниця повинна забезпечувати ефективний ремонт та відновлення деталей, що дозволяє знизити витрати в процесі їх життєвого циклу та підвищити безпеку експлуатації техніки

5.2. Режими роботи та фонд робочого часу обладнання

Режими роботи обладнання на слюсарно-механічній дільниці визначаються організаційними потребами виробництва та технічними можливостями обладнання. Запропонованими можуть бути наступні основні режими роботи: однозмінний режим (зазвичай тривалість зміни зазвичай складає 8 годин), двозмінний режим (зміни по 8 годин), тризмінний режим (зміни по 8 годин), цілодобовий режим (без перерв, 24 години на добу, 7 днів на тиждень). Вибір режиму роботи залежить від виробничої програми підприємства (дільниці).

Фонд робочого часу:

- номінальний:

$$\Phi_{\text{нр}} = (D_{\text{к}} - D_{\text{в}} - D_{\text{с}}) t_{\text{зм}} - D_{\text{пс}} \cdot 1, \text{ год.} \quad (5.1)$$

- дійсний:

$$\Phi_{\text{др}} = [\Phi_{\text{нр}} - (D_{\text{від}} - D_{\text{від}}/5) t_{\text{зм}}] \eta_{\text{в}}, \text{ год.} \quad (5.2)$$

Розрахунок фондів часу обладнання

- номінальний:

$$\Phi_{\text{но}} = [(D_{\text{к}} - D_{\text{в}} - D_{\text{п}}) t_{\text{зм}} - D_{\text{пп}} \cdot 1] z, \text{ год.} \quad (5.3)$$

- дійсний:

$$\Phi_{\text{до}} = \Phi_{\text{но}} - \eta_{\text{о}}, \text{ год.}, \quad (5.4)$$

де η_o – коефіцієнт використання обладнання ($\eta_o=0,75...0,95$).

Фонду часу робочого місця:

$$\Phi_{pm} = \Phi_{до, год.}, \quad (5.5)$$

- номінальний:

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

- дійсний:

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

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.

5.3. Річна трудомісткість робіт з відновлення деталі

5.3.1. Розрахунок скорегованої трудомісткості ремонту

Скоректована трудомісткість ремонту визначається по формулі:

$$t^k = t^H \cdot K_c \cdot K_m \cdot K_n, \text{ люд-год.}, \quad (5.6)$$

де 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.

5.3.2. Розрахунок трудомісткості робіт дільниці

$$T_d = t^k \cdot N, \text{ люд-год.}, \quad (5.7)$$

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

Скоректована трудомісткість ремонту шестерні визначається по формулі:

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

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 робіт дільниці в цілому:

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

При розрахунку дільниць з відсотковим параметром визначення трудомісткості (механічна, зварювально-наплавочна, гальванічна та ін.) визначають загальну трудомісткість по об'єктам ремонту, а з їх суми - відсоток відповідних робіт.

ВИСНОВКИ

1. Розраховано показники технологічного процесу відновлення проміжного валу коробки передач автомобіля МАЗ-555100.
2. Встановлено економічну доцільність запропонованого технологічного процесу відновлення проміжного валу коробки передач, оскільки його вартість менша за вартість нової деталі.
3. Запропоновано універсальний пристрій для затискання валу коробки передач, що полегшує виконання робіт наплавлення, зменшує собівартість відновлення валів та покращує їх якість.
4. Розроблено слюсарно-механічну дільницю для відновлення деталей трансмісії техніки сільськогосподарського призначення.

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. – М.: Машиностроение, 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., Чабанний 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. Дунаєвський М. В. Методичні настанови до проектування підприємств автомобільного транспорту // *Автодорожник України*. 2006. №
11. Васильєв, О.І. (2018). *Технології машинобудування*. Київ: Видавництво «Політехніка».
12. Сидоренко, В.М. (2015). *Основи ремонту автомобілів*. Харків: Харківський національний автомобільно-дорожній університет.

13. Коваленко, М.П. (2017). Методи відновлення деталей машин. Львів: Львівська політехніка.
14. Гончарук, В.Ф. (2016). Процеси і системи механічної обробки. Київ: Техніка.
15. Шелест, І.В. (2019). Сучасні матеріали для відновлення зношених деталей. Дніпро: Університет ім. О. Гончара.
16. Антоненко, Ю.Л. (2014). Деталі машин: Теорія і практика. Київ: Видавництво «Наукова думка».
17. Сергієнко, В.О. (2015). Основи проектування механічних систем. Одеса: Одеська національна академія харчових технологій.
18. ДСТУ ISO 9001:2015. Системи управління якістю. Вимоги. (2015). Київ: ДП «УкрНДНЦ».