

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

СКЛАДАН ВАДИМ ЮРІЙОВИЧ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ РЕМОНТУ ШВОРНЯ
ПОВОРОТНОЇ ЦАПФИ РУЛЬОВОГО КЕРУВАННЯ
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.

В.Ю. Складан

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

Житомир – 2025

АНОТАЦІЯ

Складан Вадим Юрійович. Розробка технологічного процесу ремонту шворня поворотної цапфи рульового керування автотракторної техніки
- Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

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

В розділі 1 наведено призначення, конструкція, матеріал шворня поворотної цапфи рульового керування автотракторної техніки.

В технологічному розділі 2 встановлено поєднання можливих дефектів шворня дефектів, які входять в кожний маршрут відновлення, зроблено вибір раціонального способу, розроблено схему технологічного процесу усунення дефектів, створено план технологічних операцій в найбільш раціональній послідовності виконання, проведено розробку кожної операції технологічного процесу для заданого маршруту, зазначено особливості розробки карт ескізів, маршрутною та операційною карти

В розділі 3 проведено розрахунок кількості деталей в партії, найвигідніших режимів обробки та прогресивних норм часу по всіх операціях щодо усунення можливих дефектів. Також визначено норми виробітку та собівартість процесу ремонту шворня.

В конструкторському розділі 4 запропоновано пристрій для удосконалення процесу відновлення шворнів, використання якого сприяє підвищенню якості всього технологічного процесу.

Розділ 5 присвячено розробці ділянки ремонту автотракторної техніки.

У висновках зазначено основні пропозиції та результати роботи з удосконалення технологічного процесу відновлення шворнів поворотної цапфи рульового керування автотракторної техніки.

Метою роботи є: розробка технологічного процесу відновлення шворнів поворотної цапфи рульового керування автотракторної техніки

Ключові слова: відновлення, технологічний процес, сільськогосподарська техніка, шворні, цапфа поворотна, рульове керування

ABSTRACT

Skladan Vadim Yuriyovich. Development of a technological process for repairing the pivot pin of the steering control of tractor equipment -
Qualification work in the form of a manuscript.

Qualification work for the degree of bachelor in the specialty 208 Agricultural Engineering. – Polissia National University, Zhytomyr, 2025.

Section 1 presents the purpose, design, and material of the pivot pin of the steering control of autotractor equipment.

In the technological section 2, a combination of possible defects of the pivot pin of defects included in each restoration route is established, a rational method is chosen, a scheme of the technological process for eliminating defects is developed, a plan of technological operations in the most rational sequence of execution is created, each operation of the technological process for a given route is developed, the features of the development of sketch maps, route and operational maps are indicated.

In section 3, the calculation of the number of parts in the batch, the most advantageous processing modes, and progressive time standards for all operations to eliminate possible defects are calculated. The production rates and cost of the pivot repair process are also determined.

In the design section 4, a device is proposed for improving the process of restoring pivots, the use of which contributes to improving the quality of the entire technological process.

Section 5 is devoted to the development of a repair area for autotractor equipment.

The conclusions indicate the main proposals and results of work on improving the technological process of restoring the pivot pins of the steering control of autotractor equipment.

The purpose of the work is: development of a technological process of restoring the pivot pins of the steering control of autotractor equipment

Keywords: restoration, technological process, agricultural machinery, pin, pivot pin, steering control.

ЗМІСТ

Вступ	
1. ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ	
1.1. Призначення, конструкція, матеріал шворня поворотної цапфи	
2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	
2.1. Встановлення поєднання дефектів, які входять в кожний маршрут ...	
2.2. Вибір раціонального способу, розробка схеми технологічного процесу усунення дефектів	
2.3. Створення плану технологічних операцій в найбільш раціональній послідовності виконання	
2.4. Розробка кожної операції технологічного процесу для заданого маршруту	
2.5. Особливості розробки карт ескізів, маршрутної та операційної карт ...	
3. РОЗРАХУНКОВИЙ РОЗДІЛ	
3.1. Розрахунок кількості деталей в партії	
3.2. Розрахунок найвигідніших режимів обробки та прогресивних норм часу	
3.2.1. Операція 010. Токарна	
3.2.2. Операція 015. Наплавочна	
3.2.3. Операція 020. Токарна	
3.2.4. Операція 025. Фрезерна	
3.2.5. Операція 030. Шліфувальна	
3.3. Розрахунок норми виробітку	
3.4. Розрахунок собівартості ремонту шворня	
3.4.1. Визначення вартості матеріалів на відновлення деталі	
4. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	
5. РОЗРОБЛЕННЯ ДІЛЬНИЦІ РЕМОНТУ АВТОТРАКТОРНОЇ ТЕХНІКИ	
5.1. Призначення ділянки, опис технології виконання робіт	
5.2. Розрахунок кількості працюючих	
5.3. Розрахунок трудомісткості робіт в ділянці	

5.4. Вибір обладнання ділянки	
5.5. Розрахунок площі ділянки ремонту автотракторної техніки	
5.6. Техніка безпеки проведення робіт в ділянці, охорона праці, санітарія	
ВИСНОВКИ	
ЛІТЕРАТУРА	
ДОДАТКИ	

ВСТУП

Втрата експлуатаційних властивостей деталей рульового керування автомобіля відбувається в основному в зв'язку з процесами зношування, втрати геометрії та зміни фізико-хімічних властивостей матеріалу. В результаті цього в експлуатації виникають різного роду насправності та дефекти.

Фактори, які характеризують необхідність ремонту ситем, агрегатів, вузлів та деталей автомобіля, наступні:

- зниження продуктивності;
- погіршення вихідних параметрів роботи;
- вплив на витрату палива в бік її збільшення;
- підвищення небезпеки роботи.

З метою відновлення працездатності та автомобіля в цілому, покращення його параметрів роботи встановленою законодавчо планово-попереджувальною системою технічного обслуговування і ремонту автомобілів регламентовано проведення його капітального ремонту.

Для цього створюють ремонтне виробництво, яке спеціалізується на проведенні капітального ремонту агрегатів і/або автомобілів в цілому. Важливими завданнями такого виробництва є зниження собівартості та покращення його якості, що впливає на подальший процес виконання транспортної роботи не тільки з економічної точки зору. Вказані задачі вирішують через удосконалення та розвиток ремонтного виробництва, що досягається в першу чергу через впровадження нових технологій, засобів механізації та автоматизації процесів ремонту.

В кваліфікаційній роботі розроблено технологічний процес відновлення шворня рульового керування автомобіля МАЗ-555100, з урахуванням принципів доцільності, технологічності, економічності та дотриманням безпечних приємів праці.

1. ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1.1. Призначення, конструкція, матеріал шворня поворотної цапфи

Шворінь поворотної цапфи для з'єднання балки передньої осі з поворотними цапфами і для передачі тягових і гальмівних зусиль колесу та від нього.

Шворінь виготовлений зі сталі 45 ГОСТ 1055-88. З метою підвищення зносостійкості поверхня шворня піддається загартуванню СВЧ до твердості HRC-56-63.

Кінці шворня являють собою циліндричні шийки різних діаметрів, сполучені конічною частиною. Верхня шийка на кінці має різьбу. Шийка більшого діаметра з'єднана з нижнім ушком поворотної цапфи. Конічною частиною шворінь входить в конічний отвір балки передньої осі. За умов роботи шворінь піддається дії згинальних навантажень та працює в нормальному температурному режимі.

Основні дефекти: зношення малої шийки, яке виникає внаслідок зношення втулок поворотної цапфи; зношення або зрив різьби.

Воно виникає за несвоєчасного закручування або невідповідної затяжки. Через зрив різьби можливо відкручування гайки та випадання шворня. Технічні вимоги на дефектацію шворня наведено в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Технічні вимоги на дефектацію шворня поворотної цапфи

			Деталь: Шворінь			
			№ деталі: 200-3001019-А			
			Матеріал		Твердість	
			Сталь 45 ГОСТ 1050-88		HB 56-63	
Позиція	Назва дефектів	Спосіб виявлення та вимірювальний інструмент	Розміри, мм			Висновок
			Номінальний	Допустимий без ремонту	Допустимий для ремонту	

1	Тріщини	Огляд, дефектоскоп	-	-	-	Бракувати
2	Викрошування металу	Огляд	-	-	-	Теж
3	Зношення малої шийки	Скоба 38,99 мм або мікрометр 25-50 мм	$39 \pm 0,08$	38,99	Менше 38,99	Наплавка, хромування, залізніння
4	Зношення великої шийки	Скоба 49,97 мм або мікрометр 25-50 мм	$50^{+0,027}_{-0,01}$	49,97	Менше 49,97	Теж
5	Зношення конусної шийки	Конусний калібр	Більшій діаметр $50^{+0,027}_{-0,01}$	Зміщення калібра 1,00	Зміщення калібра більше 1,00	Теж
6	Зношення чи зрив різби	Кільце різбове М39х2-6Н	М39х2-6Н	-	-	Наплавка

2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1. Встановлення поєднання дефектів, які входять в кожний маршрут

На основі табл. 1.1 проведено поєднання можливих дефектів шворня (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Поєднання дефектів шворня

Номер маршруту	Номер дефекту	Вид дефекту
1	3	Зношення малої шийки
	6	Зношення чи зрив різьби
2	4	Зношення великої шийки
	5	Зношення конусної шийки

2.2. Вибір раціонального способу, розробка схеми технологічного процесу усунення дефектів по маршруту 1

Розроблену схему технологічного процесу усунення дефектів зведено в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Схема технологічного процесу усунення дефектів шворня

Номер дефекту	Вид дефекту	Пропозиція щодо способу відновлення	Схема технологічного процесу
3	Зношення малої шийки	Раціональним способом відновлення деталі за цим дефектом є вібродугова наплавка	Операція 10. Токарна Операція 15. Наплавочна Операція 20. Токарна Операція 30. Шліфувальна Операція 35. Контрольна
6	Зношення чи зрив різьби	Раціональним способом відновлення деталі за цим дефектом є вібродугова наплавка та нарізання різьби номінального розміру	Операція 10. Токарна Операція 15. Наплавочна Операція 20. Токарна Операція 25. Фрезерна Операція 30. Шліфувальна Операція 35. Контрольна

2.3. Створення плану технологічних операцій в найбільш раціональній послідовності виконання

План технологічних операцій в раціональній послідовності наведено в табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Технологічні операції в раціональній послідовності виконання

Операція	Номер переходу	Що виконується
010. Токарна	1	Точити шийку під різьбу та малу шийку від діаметра 39 мм до діаметра 36 мм на довжину 90 мм
015. Наплавочна	1	Наплавити шийку під різьбу та поверхню під малу шийку від діаметра 36 мм до діаметра 42 мм на довжину 90 мм
020. Токарна	1	Нарізати кінцеву виточку шириною 4 мм від діаметра 42 мм до діаметра 36,5 мм на довжину 32 мм від торця шворня
	2	Точити шийку під різьбу від діаметра 42 мм до діаметра 39,4 мм на довжину 32 мм
	3	Точити малу шийку від діаметра 42 до діаметра 39,4 мм на довжину 54 мм
	4	Нарізати фаску 3X45°
	5	Нарізати різьбу M39x2-6g на довжину 32 мм.
025. Фрезерна	1	Фрезерувати паз під стопор шириною 4 мм, глибиною 3 мм, довжиною 42 мм
030. Шліфувальна	1	Шліфувати малу шийку від діаметра 39,4 мм до діаметра $39 \pm 0,008$ мм на довжину 54 мм
035. Контрольна	1	Контролювати розміри відновлених поверхонь

2.4. Розробка кожної операції технологічного процесу для заданого маршруту

Технологічний процес по операціях з розбиванням на переходи, призначення обладнання, вибір установочних баз, пристроїв, інструменту, кваліфікації робітника наведено в табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – Операції технологічного процесу для обраного маршруту

Операція	Перехід	Вид операції або переходу	Обладнання, пристрої, інструмент, установочні бази, класифікація робіт
10. Токарна	A	Встановити і закріпити деталь	Токарно-гвинторізний верстат 1A616 [6]
	1	Точити шийку під різьбу та малу шийку від діаметра	Для кріплення ддеталі на верстаті за установочні обрано основну (велику)

		39 мм до 36 мм на загальну довжину 90 мм	шийку і допоміжну (центровий отвір) бази. Для закріплення деталі на верстаті використовують 3-кулачковий патрон 7100-0007 ГОСТ 2675-80 центр А-1-4Н ГОСТ 8742-75 [12]. Для обробки поверхні обрано різець прохідний упорний 2103-1107 Т15К6 ГОСТ 18879-73 [12]. Для контролю діаметра обробки вибрано штангенциркуль ШЦ-1 ДСТУ ГОСТ 166:2009 [3]. Для виконання операцій з врахуванням складності роботи прийнято кваліфікацію робітника – токаря 3 розряду
	Б	Зняти деталь	
10. Наплавочна	А	Встановити і закріпити деталь	Для виконання операції вибрано переобладнаний під наплавку токарно-гвинторізний верстат 1К62, головка наплавочна ОКС-6569, перетворювач зварний ПСО-300 [10]. Для кріплення деталі на верстаті за установочні вибрано допоміжні (центрові) отвори бази
	1	Наплавити шийку під різьбу та поверхню під малу шийку від діаметра 36 мм до 42 мм на довжину 92 мм	Для кріплення деталі на верстаті вибрано 3-кулачковий патрон 7100-0007 ГОСТ 2675-80 центр А-1-4Н ГОСТ 8742-75 [12] Для наплавки поверхні використовуються наплавочний дріт 1,2 Нп-45 ГОСТ 10543-88 [10] Для контролю діаметра наплавки вибрано штангенциркуль ШЦ-1 ДСТУ ГОСТ 166:2009 [3]
	Б	Зняти деталь	

			д). Для виконання операцій встановлено кваліфікацію робітника – електрозварник 3 розряду
20. Токарна	А	Встановити і закріпити деталь	Обрано токарно-гвинторізний верстат 1А616К [6] Для кріплення деталі на верстаті за установочні вибрано основну шийку і допоміжну (центровий отвір) бази.
	1	Нарізати кінцеву вітку шириною 4 мм від діаметра 42 мм до 36,5 мм на відстані 32 мм від торці шворня	Для кріплення деталі на верстаті використовують 3-кулачковий патрон 7100-0007 ГОСТ 2675-80 центр А-1-4Н ГОСТ 8742-75 [12]
	2	Точити шийку під різьбу від діаметра 42 мм до 39,4 мм на довжину 32 мм	Для бробки поверхні обрано різець прохідний упорний 2103-1107 Т15К6 ГОСТ 18879-73 [12].
	3	Точити малу шийку від діаметра 42 мм до 39,4 мм на довжину 54 мм	Для нарізання різьби вибрано різець різбовий 2660-0001 1,5 Т15К6 ГОСТ 18885-73 [12].
	4	Нарізати фаску 3х45°	Для контролю діаметра вибрано штангенциркуль ШЦ-1 ДСТУ ГОСТ 166:2009 [3].
	5	Нарізати різьбу М39х2-6g на довжину 32 мм	Для контролю різьби вибрано різбової калібр К-ПР М39х2-6g ГОСТ 3199-84 [3].
	Б	Зняти деталь	Для виконання операції згідно тарифно-кваліфікаційного довідника встановлено кваліфікацію робітника – токар 3 розряду.
25. Фрезерна	А	Встановити і закріпити деталь	Для виконання операції обрано горизонтально-фрезерний верстат 6Р81Г [6].
	1	Фрезерувати паз під стопор шириною 4 мм, глибиною 3 мм, довжиною 42 мм	Для кріплення деталі на верстаті обрано основну базу – велику шийку.

	Б	Зняти деталь	Для коріплення деталі на верстаті обрано лещата вірстатні А2 ГОСТ 22167-88 [11]. Для обробки поверхні вибрано фрезу дискову Р18К5Ф5 60х22х4 ГОСТ 6648-88 [11]. Для контролю розміру паза вибрано штангенциркуль ШЦ-1 ДСТУ ГОСТ 166:2009 [3]. Для виконання операції згідно тарифно-кваліфікаційного довідника встановлено кваліфікацію робітника – фрезерувальник 3 розряду
30. Шліфувальна	А	Встановити і закріпити деталь	Для виконання операції обрано
	1	Шліфувати малу шийку від діаметра 39,4 мм до діаметра $39 \pm 0,008$ мм на довжину 54 мм	круглошлифувальний верстат 3Б151 [6]. Для кріплення деталі на верстаті за установочні обрано центрові отвори.
	Б	Зняти деталь	Для кріплення деталі на верстаті вибрано центри Морзе ГОСТ 13214-88 [6]. В якості змащувальної рідини обрано 3...5 % розчин Аквол-1 [8]. Для обробки шийок вибрано круг 1-600х25х305 24А40СМ2К 35 м/с 1кЛА ГОСТ 2424-80 [8]. Для контролю діаметра обробки вибрано мікрометр МК-50 ДСТУ ГОСТ 6507:2009 [4]. З врахуванням складності робіт встановлено кваліфікацію виконавця – шліфувальник 3 розряду.

2.5. Особливості розробки карт ескізів, маршрутної та операційної карт

Особливість розробки маршрутної карти полягає в тому, що вона складається на всі можливі дефекти заданого маршруту. Основою для її розробки є карти ескізів, план операцій маршруту, відомості про обладнання, інструмент, пристосування, оснастку, інструмент. Також маршрутна карта повинна містити інформацію про обраний розряд роботи слюсаря-виконавця.

Заповненню маршрутної карти передують розрахунок режимів обробки поверхонь деталі та норм часу на виконання операцій. Форму маршрутної карти наведено в ГОСТ 3.1105-88.

Особливістю розробки операційної карти є наявність опису операцій, переходів, режимів, що використовують, даних щодо технологічного обладнання, приладів, інструменту. Форма операційної карти наведено в ГОСТ 3.1102-88, при цьому враховують наступні особливості щодо їх виконання: на ескізі виділяють необхідні розміри поверхонь, що відновлюються, прийняті відхилення розмірів, шорсткість поверхонь; позначають бази, елементи та поверхні для закріплення в процесі відновлення. Поверхню, що обробляється, виділяють суцільною лінією у відповідності до ГОСТ 2.303-88. Розміри поверхонь, що обробляються, нумерують арабськими цифрами, які наводять в колі 6-8 мм і поєднують з позначенням поверхні.

На ескізі вказують деталь, що відновлюється, при цьому поверхню обробки виділяють лінією товщиною 2,0...2,5 мм; в табличному вигляді подають дані стосовно режимів обробки та норм часу.

3. РОЗРАХУНКОВИЙ РОЗДІЛ

3.1. Розрахунок кількості деталей в партії

Кількість деталей в партії, яку відновлюють:

$$Z = \frac{NK_P m}{12} = \frac{400 \cdot 0,8 \cdot 1}{12} = 26,7 \quad (3.1)$$

де N – виробнича програма дільниці ремонту;

K_P – корегувальний коефіцієнт;

m – кількість поворотних цапф на одиниці автотракторної техніки.

3.2. Розрахунок найвигідніших режимів обробки та прогресивних норм часу

3.2.1. Операція 010. Токарна

Перехід А

Допоміжний час на встановлення, закріплення та зняття деталі $T_{д1}=1,3$ хв. [5].

Перехід 1. Проточити шийку під різьбу та малу шийку від діаметра 39 мм до 36 мм на довжину 90 мм.

Припуск на обробку:

$$h = \frac{D-d}{2} = \frac{39-36}{2} = 1,5 \text{ мм}, \quad (3.2)$$

де D – початковий діаметр поверхні, мм;

d – діаметр поверхні після обробки, мм

Кількість проходів:

$$i = h/t = 1,5/3=0,5 \quad (3.3)$$

де t – глибина різання, мм

Подача теоретична $S=0,006...0,3$ мм/об. [5], прийнята верстатна $S=0,26$ мм/об.

Розрахунок швидкості різання:

$$V_p = V_T \cdot K_M \cdot K_X \cdot K_{MP} \cdot K_{OX} = 79 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 3 \cdot 1 = 237 \text{ м/хв.}, \quad (3.4)$$

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

K_X – коефіцієнт матеріалу шворня [5];

$K_{\text{мр}}$ – коефіцієнт матеріалу інструменту [5];

$K_{\text{ох}}$ – коефіцієнт, що враховує застосування охолодження [5].

Частота обертання шпинделя верстата:

$$n_T = 318 \frac{V_T}{D} = 318 \frac{237}{29} = 1932 \text{ об/хв.}$$

Прийнята верстатна $n=1800$ об/хв. Фактична швидкість різання:

$$V = \frac{Dn}{318} = \frac{29 \cdot 1800}{318} = 221 \text{ м/хв.} \quad (3.5)$$

Розрахункова довжина обробки:

$$L=l+l_1+l_2=90+2+0=92 \text{ мм} \quad (3.6)$$

де l – довжина обробки, мм

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

$$l_1+l_2=5+B_k=5+32=37 \text{ мм} \quad (3.7)$$

Основний час на операцію:

$$T_{o1} = \frac{Li}{Sh} = \frac{92 \cdot 1}{0,26 \cdot 1800} = 0,2 \text{ хв.} \quad (3.8)$$

Допоміжний час, пов'язаний з обробкою $T_{d1}=0,4$ хв.

Норма часу на операцію:

Оперативний час $T_o=T_{o1}=0,2$ хв. Допоміжний час:

$$T_{\text{доп}}=T_{d1}+T_{d2}=1,3+0,41,7 \text{ хв.} \quad (3.9)$$

Час на операцію:

$$T_{\text{оп}}=T_o+T_d=0,2+1,7=1,9 \text{ хв.} \quad (3.10)$$

Додатковий час:

$$T_{\text{дод}} = \frac{T_{\text{оп}} K_{\text{дод}}}{100} = \frac{1,9 \cdot 6,5}{100} = 0,12 \text{ хв.} \quad (3.11)$$

де $K_{\text{дод}}$ – відсоток додаткового часу [5].

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

$$T_{\text{оп}}+T_{\text{дод}}=1,9+0,12=2,02 \text{ хв.} \quad (3.12)$$

Норма часу на операцію:

$$T_{\text{нк}}=T_{\text{шт}}+T_{\text{пз}}/Z=2,02+13/27=2,5 \text{ хв.} \quad (3.13)$$

3.2.2. Операція 015. Наплавочна

Перехід А. Допоміжний час на встановлення, закріплення та зняття деталі $T_{\text{д1}}=1,0$ хв. [5].

Перехід 1. Наплавити шийку під різьбу та поверхню під малу шийку від діаметра 36 мм до діаметра 42 мм на довжину 90 мм.

Припуск на наплавку:

$$h = \frac{D-d}{2} = \frac{42-36}{2} = 3 \text{ мм,} \quad (3.14)$$

де D – діаметр після наплавки, мм;

d – діаметр до наплавки, мм

Кількість проходів:

$$i = h/t = 3/1,5=2 \quad (3.15)$$

де t – товщина шару, що наплавляється, мм

Подача (крок наплавки) теоретична $S=2,0$ мм/об. [5], прийнята верстатна $S=1,9$ мм/об.

Частота обертання деталі:

- розрахункова

$$n_p = \frac{250V_{\text{др}}d_{\text{др}}^2\eta}{hSd} = \frac{250 \cdot 1,1 \cdot 1,2^2 \cdot 0,85}{1 \cdot 1,9 \cdot 36} = 4,9 \text{ об/хв.} \quad (3.16)$$

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

$d_{\text{др}}$ – діаметр дроту, мм [5];

η – коефіцієнт наплавки [3];

- прийнята верстатна $n_b = 5$ об/хв. [5].

Основний час:

$$T_{\text{оп}} = L_i / S_n = 90 \cdot 2 / 5 \cdot 1,9 = 18,9 \text{ хв.}$$

де L – довжина наплавки, мм;

Допоміжний час, пов'язаний з напавкою $T_{\text{д2}} = 0,9 \cdot 2 = 1,8$ хв. [5].

Основний час на виконання операції $T_o = T_{\text{до1}} = 18,9$ хв.

Допоміжний час:

$$T_{\text{дод}} = T_{\text{д1}} + T_{\text{доп}} = 1 + 1,8 = 2,8 \text{ хв.}$$

Оперативний час:

$$T_{\text{оп}} = T_o + T_{\text{доп}} = 18,9 + 2,8 \text{ хв.}$$

Додатковий час:

$$T_{\text{дод}} = T_{\text{оп}} \cdot K_{\text{дод}} / 100 = 21,7 \cdot 15 / 100 = 3,26 \text{ хв.}$$

де $K_{\text{дод}}$ – коефіцієнт додаткового часу від оперативного [5]

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

Штучний час:

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{оп}} + T_{\text{дод}} = 21,7 + 3,26 = 25 \text{ хв.}$$

Норма часу на операцію:

$$T_n = T_{\text{шт}} + T_{\text{пз}} / Z = 25 + 16 / 27 = 25,6 \text{ хв.}$$

3.2.3. Операція 020. Токарна

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

$T_{\text{д1}} = 1,3$ хв. [5].

Перехід 1. Нарізати кінцеву вітку шириною 4 мм від діаметра 42 мм до 36,5 мм на відстані 32 мм від торці шворня.

Припуск на наплавку:

$$h = \frac{D-d}{2} = \frac{42-36,5}{2} = 2,75 \text{ мм}, \quad (3.17)$$

де D – діаметр до обробки, мм;

d – діаметр після обробки, мм

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

Розрахунок швидкості різання:

$$V_p = V_T \cdot K_M \cdot K_X \cdot K_{MP} \cdot K_{OX} = 32 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 28,16 \text{ м/хв.}, \quad (3.18)$$

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

K_X – коефіцієнт, що враховує матеріал деталі;

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

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

Частота обертання шпинделя верстата:

$$n_T = 318 \frac{V_T}{D} = 318 \frac{28,16}{42} = 213,2 \text{ об/хв.}$$

Прийнята верстатна $n=218$ об/хв. [3]. Фактична швидкість різання:

$$V = \frac{Dn}{318} = \frac{42 \cdot 218}{318} = 28,8 \text{ м/хв.} \quad (3.19)$$

Розрахункова довжина обробки:

$$L=l+l_1+l_2=2,27+2+0=4,75 \text{ мм} \quad (3.20)$$

де l – довжина обробки, мм

l_1+l_2 – величина врізання і виходу інструменту, $l_1+l_2=2+0=2$ мм [5].

Основний час:

$$T_{01} = \frac{Li}{Sh} = \frac{4,75 \cdot 1}{0,1 \cdot 218} = 0,22 \text{ хв.} \quad (3.21)$$

Допоміжний час, пов'язаний з обробкою та поворотом різцевої головки
 $T_{д2}=0,15$ хв. [5, табл. 24]

Перехід 2. Точити шийку під різьбу від діаметра 42 мм до 39,4 мм на довжину 32 мм.

Припуск на обробку:

$$h = \frac{D-d}{2} = \frac{42-39}{2} = 1,5 \text{ мм}, \quad (3.22)$$

де D – діаметр до обробки, мм;

d – діаметр після обробки, мм

Число проходів:

$$i=h/t=1,5/1,5=1$$

де t – прийнята глибина різання за прохід, мм;

Подача теоретична $S_T=0,15...0,25$ мм/об. [5]. Прийнята найближча верстатна подача $S_B=0,19$ мм/об. [6].

Розрахунок швидкості різання:

$$V_p = V_T \cdot K_M \cdot K_X \cdot K_{MP} \cdot K_{OX} = 80 \cdot 1 \cdot 0,75 \cdot 3 \cdot 1 = 180 \text{ м/хв.},$$

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

K_X – коефіцієнт, що враховує матеріал деталі;

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

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

Частота обертання шпинделя верстата:

$$n_T = 318 \frac{V_T}{D} = 318 \frac{180}{42} = 1363 \text{ об/хв.}$$

Прийнята верстатна $n=1400$ об/хв. [3, стор. 28]. Фактична швидкість різання:

$$V = \frac{Dn}{318} = \frac{42 \cdot 1400}{318} = 185 \text{ м/хв.} \quad (3.23)$$

Розрахункова довжина обробки:

$$L=l+l_1+l_2=32+2+2=36 \text{ мм} \quad (3.24)$$

де l – довжина обробки, мм

l_1+l_2 – величина виходу і врізання інструменту, $l_1+l_2=2+2=4$ мм.

Основний час:

$$T_{01} = \frac{Li}{Sh} = \frac{36 \cdot 1}{0,19 \cdot 1400} = 0,14 \text{ хв.}$$

Допоміжний час, пов'язаний з обробкою $T_{д3}=0,4$ хв. [5]. Допоміжний час, пов'язаний зі зміною частоти обертання, повертання різцевої головки на 90° $T_{д4}=0,1+0,06+0,16$ хв. [5].

Перехід 3. Точити малу шийку від діаметра 42 мм до 39,4 мм на довжину 54 мм.

Припуск на обробку:

$$h = \frac{D-d}{2} = \frac{42-39,4}{2} = 1,3 \text{ мм}, \quad (3.25)$$

де D – діаметр до обробки, мм;

d – діаметр після обробки, мм

Число проходів:

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

де t – глибина різання за прохід, мм;

Інші режими обробки залишаються як в попередньому переході: верстатна подача $S_v=0,19$ мм/об. [6], $n=1400$ об/хв.

Розрахункова довжина обробки:

$$L=l+l_1+l_2=54+2+0=56 \text{ мм}$$

де l – довжина обробки, мм

l_1+l_2 – величина врізання і виходу інструменту, $l_1+l_2=2+0=2$ мм.

Основний час:

$$T_{03} = \frac{Li}{Sh} = \frac{56 \cdot 1}{0,19 \cdot 1400} = 0,21 \text{ хв.}$$

Допоміжний час, пов'язаний з обробкою $T_{д5}=0,6$ хв. [5].

Перехід 4. Нарізати фаску $3 \times 45^\circ$.

Значення частоти обертання та швидкості різання приймаємо з попереднього переходу: $V_b=0,188$ м/хв., $n_b=1400$ об/хв. Основний час для нарізання фаски $T_{04}=0,278$ хв. [5]. Допоміжний час, пов'язаний з переходом $T_{д6}=0,06$ хв.

Перехід 5. Нарізати різьбу $M39 \times 2-6g$ на довжину 32 мм.

Режими обробки приймаємо: кількість чорнових проходів $i_1=4$, кількість чистових проходів $i_2=2$, повздовжня подача $S=2$ мм/об. Розрахункова частота обертання шпинделя верстата для чорнових проходів:

$$n_{T1} = 318 \frac{V_{T1}}{D} = 318 \frac{36}{39} = 294 \text{ об/хв.}$$

Розрахункова частота обертання шпинделя верстата для чистових проходів:

$$n_{T2} = 318 \frac{V_{T2}}{D} = 318 \frac{64}{39} = 522 \text{ об/хв.}$$

Прийнята верстатна $n_1=280$ об/хв., $n_2=560$ об/хв. [6]. Розрахункова довжина обробки:

$$L=l+l_1+l_2=32+3+2=37 \text{ мм}$$

де l – довжина обробки, мм

l_1+l_2 – величина врізання і виходу інструменту, $l_1+l_2=3+2=5$ мм [5].

Основний час:

- на чорнові проходи

$$T'_{05} = \frac{Li}{Sh} = \frac{37 \cdot 1}{2 \cdot 280} = 0,21 \text{ хв.}$$

- на чистові проходи

$$T''_{05} = \frac{Li}{Sh} = \frac{56 \cdot 1}{0,19 \cdot 1400} = 0,21 \text{ хв.}$$

Основний час на перехід:

$$T_{05} = T'_{05} + T''_{05} = 0,26 + 0,07 = 0,33 \text{ хв.} \quad (3.26)$$

Допоміжний час на перехід:

$$T_{д7} = 0,03(i_1 + i_2) = 0,03(4 + 2) = 0,18 \text{ хв.} \quad (3.27)$$

Допоміжний час, пов'язаний з обробкою (поворотом головки, зміна частоти обертання, зміна подачі) [5]:

$$T_{д8} = 0,06 + 0,07 + 0,1 = 0,23$$

Норма часу на операцію:

Основний час

$$T_o = T_{o1} + T_{o2} + \dots + T_{o5} = 0,22 + 0,14 + 0,21 + 0,27 + 0,33 = 1,17 \text{ хв.}$$

Допоміжний час:

$$T_{доп} = \sum T_{д} = 1,3 + 0,15 + 0,4 + 0,16 + 0,6 + 0,06 + 0,18 + 0,23 = 3,08 \text{ хв.}$$

Оперативний час:

$$T_{оп} = T_o + T_{доп} = 1,17 + 3,08 = 4,25 \text{ хв.}$$

Додатковий час [5]:

$$T_{дод} = T_{оп} K_{дод} / 100 = 0,28 \text{ хв.}$$

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

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{дод} = 4,25 + 0,28 = 4,53 \text{ хв.}$$

Норма часу на операцію:

$$T_n = T_{шт} + T_{пз}/Z = 4,53 + 13/27 = 5,01 \text{ хв.}$$

3.2.4. Операція 025. Фрезерна

Перехід А. Допоміжний час на встановлення, закріплення та зняття деталі $T_{д1} = 0,4$ хв. [5].

Перехід 1. Фрезерувати паз під стопор шириною 4 мм, глибиною 3 мм, довжиною 42 мм

Подача теоретична $S_T = 0,8$ мм/об. [5].

Розрахунок швидкості різання:

$$V_p = V_T \cdot K_M \cdot K_X \cdot K_{MP} = 51 \cdot 1 \cdot 0,75 \cdot 3 = 115 \text{ м/хв.},$$

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

K_X – коефіцієнт, що враховує матеріал деталі;

K_{MP} – коефіцієнт, що залежить від матеріалу інструменту.

$$n_{T2} = 318 \frac{V_{T2}}{D} = 318 \frac{64}{39} = 522 \text{ об/хв.}$$

Прийнята частота обертання шпинделя $n = 250$ об/хв. Прийнята верстатна хвилинна подача: $S_{XB}^B = 210$ мм/хв. [6].

Фактична подача на оберт фрези:

$$S = \frac{S_{XB}^B}{n} = \frac{210}{250} = 0,84 \text{ мм/об} \quad (3.28)$$

Розрахункова довжина обробки:

$$L = l + l_1 + l_2 = 42 + 13,1 + 2,5 = 57,6 \text{ мм}$$

де l – довжина обробки, мм

$l_1 + l_2$ – величина врізання і виходу інструменту, $l_1 + l_2 = 13,1 + 2,5 = 57,6$ мм [5].

Допоміжний час, пов'язаний з обробкою $T_{д2} = 0,8$ хв [5].

Норма часу на операцію. Основний час:

$$T_o = L/n \cdot S = 57,6/250 \cdot 0,84 = 0,28 \text{ хв.}$$

Допоміжний час:

$$T_{\text{доп}} = T_{\text{д1}} + T_{\text{д2}} = 0,4 + 0,8 = 1,2 \text{ хв.}$$

Оперативний час:

$$T_{\text{оп}} = T_{\text{о}} + T_{\text{доп}} = 0,28 + 0,8 = 1,2 \text{ хв.}$$

Додатковий час [5]:

$$T_{\text{дод}} = T_{\text{оп}} K_{\text{дод}} / 100 = 1,48 \cdot 10 / 100 = 0,15 \text{ хв.}$$

Підготовчо-заключний час $T_{\text{пз}} = 27$ хв. [5, табл. 92]. Штучний час:

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{оп}} + T_{\text{дод}} = 1,48 + 0,15 = 1,63 \text{ хв.}$$

Норма часу на операцію:

$$T_{\text{н}} = T_{\text{шт}} + T_{\text{пз}} / Z = 1,63 + 27 / 27 = 1,63 \text{ хв.}$$

3.2.5. Операція 030. Шліфувальна

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

$T_{\text{д1}} = 1$ хв. [5].

Перехід 1. Шліфувати малу шийку від діаметра 39,4 мм до діаметра $39 \pm 0,008$ мм на довжину 54 мм.

Припуск на обробку:

$$h = \frac{D-d}{2} = \frac{39,4-39}{2} = 0,2 \text{ мм}$$

де D – діаметр до обробки, мм;

d – діаметр після обробки, мм

- на чорнове шліфування

$$h = 0,8h = 0,8 \cdot 0,2 = 0,16 \text{ мм}$$

- на чистове шліфування

$$h = 0,2h = 0,2 \cdot 0,2 = 0,04 \text{ мм}$$

Кількість проходів:

- на чорнову обробку

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

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

- на чистову обробку

$$i_2 = h_2 / t_2 = 0,04 / 0,005 = 8$$

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

Повздовжня подача:

- чорнова обробка

$$S_{п1} = \beta_1 \beta_k = 0,5 \cdot 25 = 12,5 \text{ мм/об} \quad (3.29)$$

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

β_2 – ширина круга, мм

- чистова обробка

$$S_{п2} = \beta_2 \beta_k = 0,25 \cdot 25 = 6,5 \text{ мм/об}$$

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

β_k – ширина круга, мм

Розрахунок швидкості різання [5]:

- чорнова обробка

$$V_{p1} = V_T \cdot K_M \cdot K_{o1} = 11 \cdot 1 \cdot 1 = 11 \text{ м/хв.},$$

де V_{T1} – теоретична швидкість різання, м/хв.;

K_M – коефіцієнт матеріалу деталі;

K_{o1} – коефіцієнт характеру обробки.

- чистова обробка

$$V_{p2} = V_{T2} \cdot K_M \cdot K_{o1} = 61,5 \cdot 1 \cdot 0,75 = 11 \text{ м/хв.},$$

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

K_x – коефіцієнт, що враховує матеріал деталі;

K_{o1} – коефіцієнт, що залежить від характеру обробки.

Частота обертання деталі:

$$n_{p1} = 318 \frac{V_{p1}}{D} = 318 \frac{11}{39,4} = 89,7 \text{ хв.}$$

$$n_{p2} = 318 \frac{V_{p2}}{D} = 318 \frac{46,1}{39,4} = 372,1 \text{ хв.}$$

Розрахункова довжина обробки:

$$L=l+l_1+l_2=54+12,5=66,5 \text{ мм}$$

де l – довжина обробки, мм

l_1+l_2 – величина врізання і виходу інструменту, $l_1+l_2=12,5$ мм [5].

Основний час:

- на чорнову обробку

$$T_o^1 = \frac{LiK_3}{n_{B1}S_{П1}} = \frac{66,5 \cdot 8 \cdot 1,3}{90 \cdot 12,5} = 0,62 \text{ хв.} \quad (3.30)$$

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

- на чистову обробку

$$T_o^2 = \frac{LiK_3}{n_{B2}S_{П2}} = \frac{66,5 \cdot 8 \cdot 1,3}{372 \cdot 6,25} = 0,3 \text{ хв.}$$

- на операцію

$$T_o = T_o^1 + T_o^2 = 0,62 + 0,03 = 0,92 \text{ хв.} \quad (3.31)$$

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

- при чорновій обробці

$$T_{д2}^1 = T_1 + T_2(i_1 - 1) = 1,6 + 0,06(8 - 1) = 2,02 \text{ хв.} \quad (3.32)$$

- при чистовій обробці

$$T_{д2}^2 = T_1 + T_2(i_1 - 1) = 0,8 + 0,06(8 - 1) = 1,22 \text{ хв.}$$

Допоміжний час на чистову та чернову обробку:

$$T_{д2}=T_{д2}^1+T_{д2}^2=2,02+1,22=3,24 \text{ хв.} \quad (3.33)$$

Допоміжний час

$$T_{доп}=T_{д1}+T_{д2}=1+3,24=4,24 \text{ хв.}$$

Оперативний час

$$T_{оп}=T_o+T_{доп}=0,92+4,24=5,16 \text{ хв.}$$

Додатковий час

$$T_{дод}=T_{оп}K_{дод}/100=5,16 \cdot 9/100=0,47 \text{ хв.}$$

Підготовчо-заключний час $T_{пз}=8 \text{ хв.}$ [5]. Штучний час:

$$T_{шт}=T_{оп}+T_{дод}=5,16+0,47=5,63 \text{ хв.}$$

Норма часу на операцію:

$$T_n=T_{шт}+T_{пз}/Z=5,63+8/27=5,93 \text{ хв.}$$

3.3. Розрахунок норми виробітку

Розрахунок норми часу на ремонт деталі виконано в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Норми часу на операції

Операція	Норма часу T_n , хв.
010. Токарна	2,5
015. Наплавочна	25,6
020. Токарна	5,01
025. Фрезерна	2,63
030. Шліфувальна	5,93
Всього	41,67

Норма виробітку визначається за формулою [2]:

$$N_B = \frac{480}{\sum T_n} = \frac{480}{41,67} = 11,5 \text{ шт.} \quad (3.34)$$

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

Приймаємо норму $N_B=11$ деталей.

3.4. Розрахунок собівартості ремонту шворня

Витрати на відновлення шворня:

$$C_p = C_z + C_m + C_{\text{фоп}} + C_{\text{нар}} + C_n + C_{\text{об}} + C_{\text{ін}} \quad (3.35)$$

де C_z – залишкова вартість шворня, грн;

C_m – вартість матеріалів на відновлення, грн

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

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

C_n – накладні витрати, грн;

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

$C_{\text{ін}}$ – інші витрати.

Залишкова вартість деталі:

$$C_z = K_z C_n = 0,05 \cdot 288 = 14,4 \text{ грн}, \quad (3.36)$$

де K_z – коефіцієнт залишкової вартості шворня;

C_z – вартість нового шворня [9].

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

$$P = \frac{CT_{H1}}{60}, \quad (3.37)$$

де C – годинна тарифна ставка слюсаря 3 розряду 32,74 грн, грн;

T_{H1} – норма часу на операцію, хв.

Результати розрахунків наведено в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Розрахунок розцінок по операціях

Операція	Норма часу на операцію, хв.	Розряд роботи	Годинна ставка, грн.	Розцінка, грн.
Токарна	2,5	3	32,74	1,35
Наплавочна	25,6			13,78
Токарна	5,01			2,7
Фрезерна	2,63			1,42
Шліфувальна	5,93			3,19

Визначення премії:

$$C_{п1}=K_{п} \cdot P_1/100=25 \cdot 1,35=0,34 \text{ грн.} \quad (3.38)$$

Розрахунок ФОП:

$$ОП_{осн1}=P_1+C_{п1}=1,35+0,34=1,79 \text{ грн} \quad (3.39)$$

Визначення додаткової заробітної плати:

$$C_{дзп1}=K_{дзп} C_{осн}/100=15 \cdot 1,79/100=0,27 \text{ грн.} \quad (3.40)$$

Визначення фонду оплати праці:

$$C_{фоп1}+ОП_{осн1}+C_{дзп1}=1,79+0,27=2,06 \text{ грн} \quad (3.41)$$

Для інших операцій розрахунки зводимо в табл. 3.3.

Таблиця 3.3. – Визначення фонду оплати праці

Операція	P _i , грн.	K _п	C _{пi} , грн.	C _{осн} , грн.	C _{дзп} ,грн.	C _{фоп} , грн
Токарна	1,35	25	0,34	1,79	0,37	2,06
Наплавочна	13,78		3,45	17,23	2,58	19,81
Токарна	2,07		0,68	3,38	0,51	3,89
Фрезерна	1,42		0,36	1,78	0,27	2,05
Шліфувальна	3,19		0,8	3,99	0,6	4,59

3.4.1. Визначення вартості матеріалів на відновлення деталі

$$C_{м1}=K_{м1} \cdot C_{фоп1}=0,12 \cdot 2,06=0,25 \text{ грн,} \quad (3.42)$$

де K_{м1} – коефіцієнт витрати для відповідної операції;

Для інших операцій результати розрахунку зводимо в табл. 3.4.

Таблиця 3.4 – Розрахунок фонду оплати праці

Операція	K _м	C _{фоп} , грн	C _м , грн
Токарна	0,12	2,06	0,25
Наплавочна	0,9	19,81	17,83
Токарна	0,12	3,89	0,47
Фрезерна	0,12	2,05	0,25
Шліфувальна	0,12	4,59	0,55
Всього		32,4	19,35

Нарахування на заробітну плату:

$$C_{\text{нар}} = \frac{K_{\text{нар}} C_{\text{фоп}}}{100} = \frac{20 \cdot 32,4}{100} = 6,48 \text{ грн} \quad (3.43)$$

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

Накладні цехові нарахування:

$$C_{\text{ц}} = \frac{K_{\text{ц}} C_{\text{фоп}}}{100} = \frac{140 \cdot 32,4}{100} = 45,36 \text{ грн} \quad (3.44)$$

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

Витрати на утримання і експлуатацію обладнання:

$$C_{\text{об}} = \frac{K_{\text{об}} C_{\text{фоп}}}{100} = \frac{85 \cdot 28,13}{100} = 23,91 \text{ грн} \quad (3.45)$$

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

Інші витрати:

$$C_{\text{ін}} = \frac{K_{\text{ін}} C_{\text{в}}}{100} = \frac{0,03 \cdot 145,53}{100} = 4,24 \text{ грн} \quad (3.46)$$

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

Ітого:

$$C_{\text{в}} = C_{\text{з}} + C_{\text{м}} + C_{\text{фоп}} + C_{\text{нар}} + C_{\text{ц}} + C_{\text{об}} = 14,4 + 19,35 + 32,4 + 6,48 + 45,36 + 27,54 = 145,53 \text{ грн} \quad (3.47)$$

На основі проведених розрахунків собівартість відновлення ресурсу деталі наведено в табл. 3.5.

Таблиця 3.5 – Собівартість відновлення ресурсу деталі

Стаття витрат	Сума, грн.
Залишкова вартість деталі	14,4
Витрати на матеріали	19,35
Фонд заробітної плати	32,4
Нарахування на заробітну плату	6,48
Накладні витрати	45,36
Витрати на утримання і експлуатацію обладнання	27,54
Інші витрати	4,24
Всього	149,77

Доцільність відновлення ресурсу деталі встановлюється [5, стор. 281] :

$$C_p \leq K_d \cdot C_n \quad (3.48)$$

де C_p – вартість відновлення, грн;

K_d – коефіцієнт довговічності;

C_n – вартість нової деталі, грн.

Нерівність виконується:

$$149,77 \leq 0,85 \cdot 288 = 259,2 \text{ грн}$$

Висновок: відновлення шворня можна вважати доцільним, що підтверджується економічно.

4. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

Для удосконалення технологічного процесу відновлення шворнів пропонується пристрій, що призначений для їх закріплення на фрезерному верстаті при фрезеруванні пазів під стопор (рис. 4.1.).

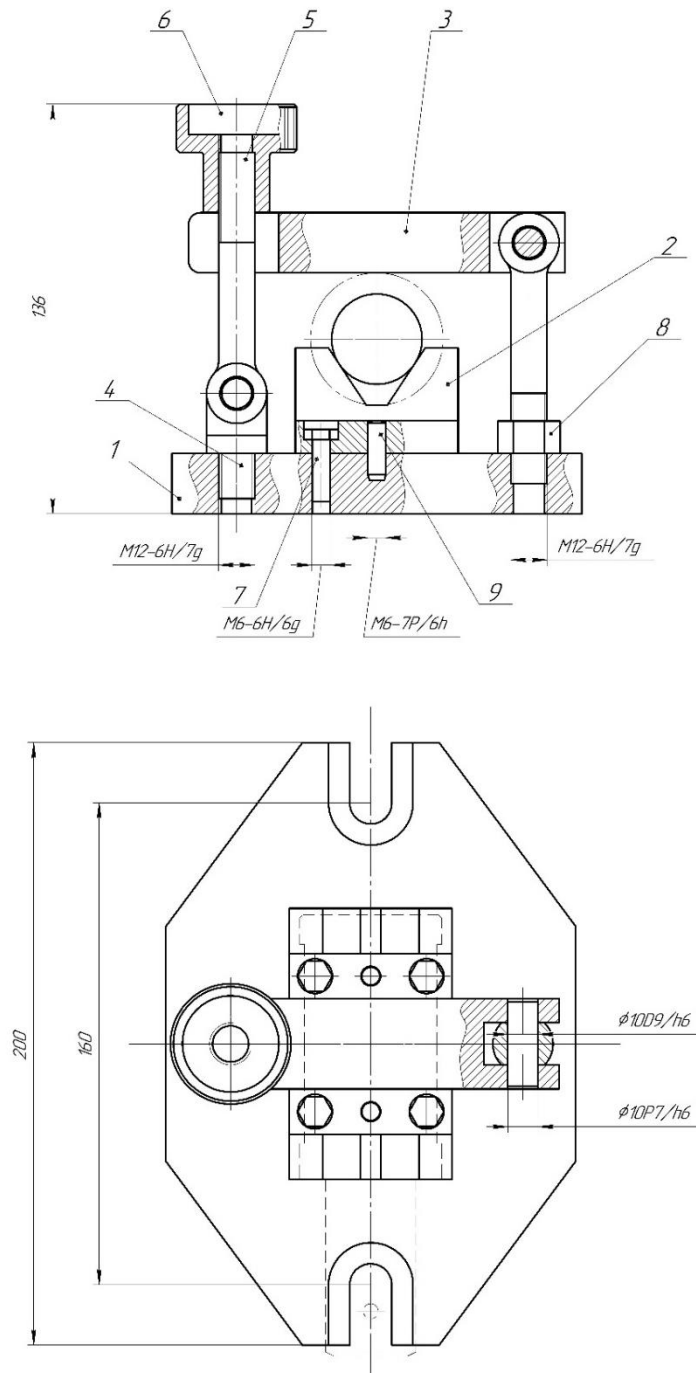


Рисунок 4.1. – Затискач гвинтовий: 1 – плита; 2 – призма; 3, 4 – стійка; 5 – опора; 6 – гвинт; 7 – втулка; 8 – притискач; 9 – вороток; 10 – гвинт; 11 – гвини; 12 – контргайка; 13 – штифт; 14 – штифт.

Пристрій складається з плити 1, до якої двома гвинтами 10 та штифтами 13 кріпиться призма 2 та дві стійки 3, 4. В стійку 3 вкручено гвинти 11 з контргайкою 12. До стіки 4 штифтом 14 шарнірно кріпиться притискач 8, в який впresовано втулку 7. У втулку вкручено гвинт 6, який сферичною поверхнею опирається на опору 5, впresовану в плиту 1. Гвинт має вороток 9.

Шворінь вкладається на призму до опору в гвинт 11 та закріплюється закручуванням гвинта 6. При закручування гвинта задня частина притискача піднімається , а передня притискає деталь до призми.

Для можливого винотовлення пристрою засобами підприємства розроблено робочі креслення деталей.

5. РОЗРОБЛЕННЯ ДІЛЬНИЦІ РЕМОНТУ АВТОТРАКТОРНОЇ ТЕХНІКИ

5.1. Призначення ділянки, опис технології виконання робіт

Ділянка призначена для виконання робіт ремонту автомобілів для забезпечення їх працездатності.

В ділянці роботи виконуються на постах, що являють собою місце для виконання однорідних робіт або операцій, з приладами, обладнанням та інструментом. Спільно з поточним ремонтом за необхідності можна проводити роботи технічного обслуговування на спеціалізованих або універсальних постах.

Для проведення робіт поточного ремонту необхідно мати доступ до автомобіля з усіх сторін. При цьому виконання робіт орієнтовно розподіляється таким чином: 40...45 % зверху та знизу автомобіля, від 10...20 % з боків.

5.2. Розрахунок кількості працюючих

Річний фонд часу:

$$\Phi_T = D_{PP} \cdot n \cdot t_{3M} = 251 \cdot 1 \cdot 8 = 2008 \text{ год}, \quad (5.1)$$

де D_{PP} – число робочих днів за рік;

n – кількість змін;

t_{3M} – тривалість зміни, год.

5.3. Розрахунок трудомісткості робіт в ділянці

Трудомісткість робіт ділянки поточного ремонту:

$$T_{\text{зони}} = T_{\text{заг.ТО і ПР}} \cdot \frac{\Pi}{100} \quad (5.2)$$

де Π – коефіцієнт, що визначає відсоток трудомісткості поточного ремонту, що виконується у ділянці [1].

Приймаємо окреме розташування зони діагностики, тоді $\Pi = 85 \%$.

$$T_{\text{зони}} = 2346 \cdot 0,85 = 1876,8 \text{ люд.} \cdot \text{год.}$$

Визначення кількості працівників:

$$P = \frac{T_{зони}}{\Phi_{рм}} \quad (5.3)$$

де $\Phi_{рм}$ – річний фонд робочого часу;

$$\Phi_{рм} = D_{р.р.} \cdot n \cdot t_{зм} = 251 \cdot 1 \cdot 8 = 2008 \text{ год.}, \quad (5.4)$$

де $D_{р.р.}$ - число робочих днів за рік [1];

n - кількість змін [1];

$t_{зм} = 8$ год. – тривалість зміни.

$$P = \frac{1876,8}{2004} = 0,94 \approx 1 \text{ чол.}$$

Приймаємо $P = 1$ чол.

Кількість постів дільниці:

$$X_{пр} = \frac{T_{зониТОіПР} \cdot K_H}{255 \cdot n \cdot t_{зм} \cdot P \cdot K_B} = \frac{1876,8 \cdot 1,25}{251 \cdot 1 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 0,9} = 1,3 \quad (5.5)$$

де $t_{зм} = 8$ год. - тривалість зміни при 5-денному робочому тижню;

$T_{зони}$ – річний обсяг робіт

$P = 1$ - кількість працівників

$K_H = 1,25$ - коефіцієнт нерівномірності завантаження поста;

$K_B = 0,9$ - коефіцієнт використання постів.

n – число змін на добу (1 зміна=8 год.)

Кількість постів повинна бути цілим числом, тому приймаємо $X_{пр} = 2$ поста.

5.4. Вибір обладнання дільниці

Обладнання дільниці поточного ремонту вибирається згідно технологічного процесу поточного ремонту автомобілів, оснащення підбирається виходячи з організації робочих місць, на що складається табель

технологічного обладнання [6]. План ділянки ремонту автомобілів наведено на рис. 5.1.

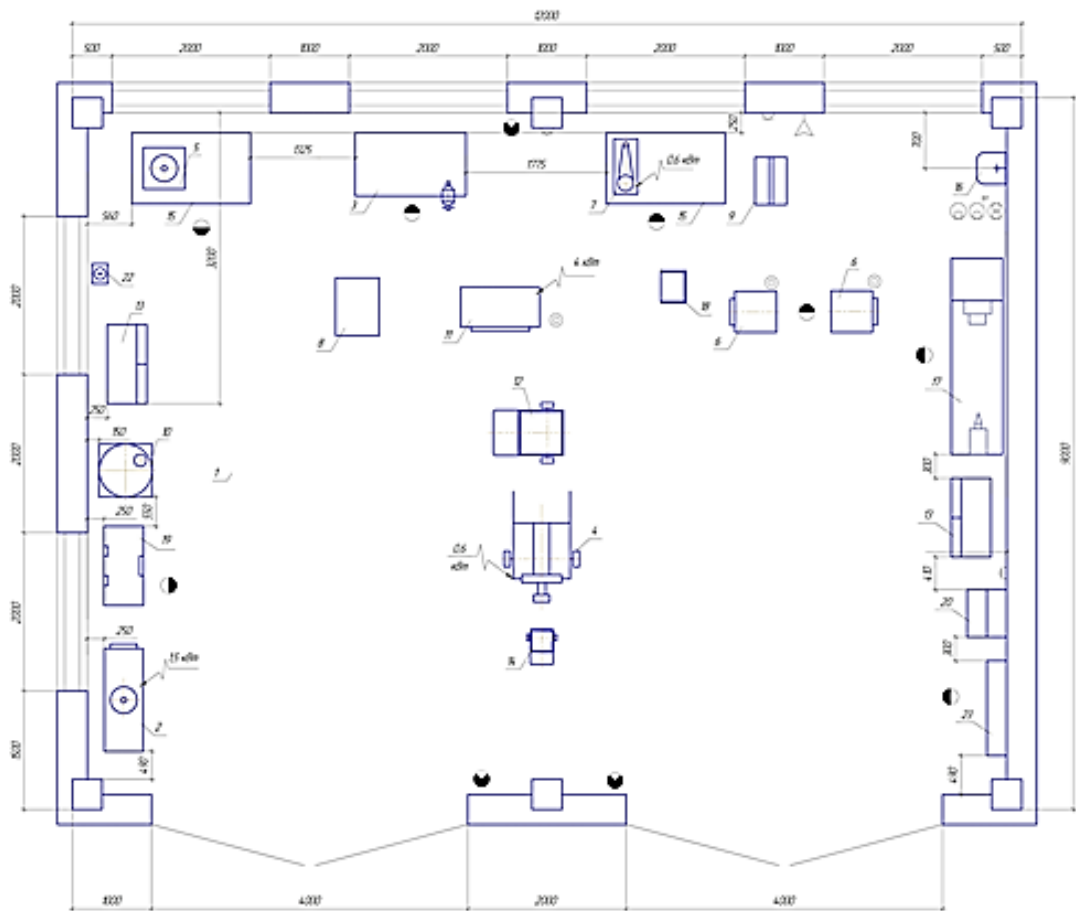


Рисунок 5.1 – План ділянки ремонту автотракторної техніки

5.5. Розрахунок площі ділянки ремонту автотракторної техніки

Площа ділянки поточного ремонту з урахуванням щільності встановлення обладнання [1]:

$$F_{\text{ПР}} = F_{\text{ОБЛ}} \cdot K_{\text{Н}},$$

де $F_{\text{ОБЛ}}$ – площа обладнання в плані, м^2 ;

$K_{\text{Н}} = 4,0-5,0$ – коефіцієнт щільності [1].

$$F_{\text{ПР}} = 21,8 \cdot 5 = 109 \text{ м}^2$$

З урахуванням будівельного фактору площа ділянки ремонту автотракторної техніки дорівнює 108 м^2 , розміри сторін в плані $12 \times 9 \text{ м}$. За прийнятими будівельними нормами площа ділянки ремонту автотракторної техніки більша 100 м^2 може відрізнятись від площі розрахункової в межах 10 %.

5.6. Техніка безпеки проведення робіт в дільниці, охорона праці, санітарія

Під час проведення поточного ремонту автотракторної техніки необхідно передбачати ряд заходів щодо її несанкціонованого руху. Ремонт автотракторної техніки з працюючим двигуном дозволяється як виключення і лише за необхідністю проведення регулювання двигуна.

Обладнання для проведення підймальних і/або транспортних робіт повинно використовуватись в справному стані та виключно за призначенням. Залишати інструмент біля оглядової канави на підніжках або капоті автотракторної техніки не дозволяється.

Під час ремонту необхідно застосовувати лише спеціальні знімачі та пристосування. Користуватись зубилом для зривання різьб не дозволяється, для виконання всіх операцій необхідно використовувати тільки справний інструмент.

Захаращувати проходи між обладнанням та автотракторною технікою дільниці.

Встановлення/зняття пружин (торсіонів) підвіски автотракторної техніки проводять тільки з використанням спеціальних пристосувань. Пневмогідравлічні засоби та інструмент повинні мати запобіжні клапани.

До ремонтних робіт в дільниці допускаються особи віком 18 років та більше. Вони попередньо повинні проходити навчання, підтвердити кваліфікацію та мати допуски та підготовку.

До роботи з електричним інструментом та обладнанням допускаються лише особи, які мають 1 групу кваліфікації з електробезпеки.

До небезпечних виробничих факторів виконання робіт поточного ремонту автотракторної техніки відносять: падіння агрегатів, інструмента робітника з вивішених частин техніки; опускання кузова автомобіля-самоскида і/або перекидної кабіни; рухомі частини вузлів і агрегатів автотракторної техніки; самовільний рух автотракторної техніки, наїзд на працюючого; термічні фактори; рухомі уламки металу в процесі різання;

шкідливі речовини повітря; знижена температура повітря; незадовільне освітлення; електричний струм; кромки інструменту та деталей.

Роботи з додатковою небезпекою проводять за відповідним допуском після проходження необхідного інструктажу.

Заходи виробничої санітарії передбачають дотримання вимог щодо охорони праці осіб до 18 років та жінок; періодичне проведення медичних оглядів осіб, робота яких пов'язана зі шкідливими умовами та забезпечення таких осіб профілактичними та лікувальними заходами.

Технічні заходи виробничої санітарії спрямовано на підтримку чистоти у виробничих та допоміжних приміщеннях; на розробки та впровадження засобів фільтрації повітря від пилу, пари, газів та шкідливих речовин; на впровадження санітарно-гігієнічних вимог повітря застосуванням засобів вентиляції та кондиціювання на робочих місцях; на захист від шуму, звуку, вібрацій тощо.

Вентиляція у виробничих приміщеннях як правило використовується припливно-витяжного типу, яка максимально забезпечує місця свіжим повітрям та видаляє шкідливі газів. Освітлення робочих місць та робочих зон повинно бути достатнім для безпечного проведення ремонтних робіт.

Для нормальної роботи слюсарів робочі місця забезпечуються відповідними санітарними умовами для сприяння проведення робіт без зайвого втомлення зі збереженням здоров'я. Таки умови пов'язані зі забезпеченням зручності проведенн робіт на робочому місці з нормованою освітленістю; забезпеченням чистим повітрям та захистом від шкідливих речовин, а також різного випромінювання, вібрацій, шуму тощо, наявністю засобів безпеки, а також необхідними побутовими рішеннями, медичним обслуговуванням.

Важливим є мікроклімат ділянки поточного ремонту автотракторної техніки, який характеризується температурою середовища, вологістю повітря та його рухливістю; різного роду випромінюванням. Ці параметри впливають на самопочуття робітника та на його організм в цілому.

Температура повітря в дільниці поточного ремонту автомобілів залежить від особливостей виробничого процесу. Як правило в дільниці теплота активно виділяється під час процесів нагрівання, тертя, расплавлення, денного сонячного випромінювання, використання електричної енергії тощо.

Вологість повітря в приміщеннях впливає на теплообмін організму людини, при цьому 40-60 % відносної вологості вважаються комфортними в умовах спокою та відносно малих фізичних навантажень. Рух повітря для охолодження організму людини впливовий повітря 35-36 °С. Якщо в робочих зонах є підвищена температура, на людину діють теплові промені, що може призвести до її перегрівання.

Обмін речовин в організмі людини під час виконання роботи збільшується, також посилюється виділення тепла, підвищується необхідність тепловіддачі для запобігання підвищення температури тіла людини та погіршення її самопочуття.

Параметри мікроклімату дільниці ремонту автотракторної техніки визначається вологістю, температурою та швидкістю руху повітря, комфортним та ефективним опаленням (вентиляцією), які підтримують температуру на рівні підлоги та голови людини з різницею до 5 °С. Параметри системи вентиляції обирають у залежності від її призначення, розмірів та кількості працюючих.

Як правило для дільниць ремонту автотракторної техніки обирають В розроблений проточно-витяжна вентиляцію з кратністю обміну повітря 3, а також окремо обладнують систему відведення відпрацьованих газів двигунів техніки.

Система опалювання частіше складається з теплогенератора та теплопроводів для підведення тепла до різних точок приміщення. Якщо пропонується до використання один теплогенератор для кількох приміщень, такі системи називають центральними опалювальними. В залежності від робочого тіла, що використовується системи бувають водяними, повітряними або паровими.

В системі з паровим опалюванням використовують насичену пару з конденсацією в нагрівальних приладах. Після цього тепло подають через стінки приладу, конденсат збирається в ємність для повторного використання.

В системах водяного опалення використовують нагріту до певної температури воду, яка подають в радіатори. Система з повітряним теплоносієм працює за аналогічним принципом. В дільниці ремонту автотракторної техніки необхідно встановлювати теплові завіси в зонах біля воріт, через які може поступати в приміщення холодне повітря.

З точки зору організації праці в дільниці ремонту автотракторної техніки важливим фактором є створення системи раціонального освітлення як в цілому, так і на робочих місцях. Для цього ефективно використовувати освітлення загального типу, а також комбінованого.

В дільниці обов'язково необхідно передбачити аварійне освітлення, яке вмикається у випадках відключення робочого освітлення. При плануванні дільниць також необхідно передбачати природне освітлення для чого вікна розміщують рівномірно по периметру приміщення.

Прибирання дільниці ремонту автотракторної техніки необхідно виконувати щоденно, очищення вікон – мінімум два рази на рік, засобів освітлення - не менше двох разів в місяць.

В дільниці ремонту автотракторної техніки оснащують санітарно-побутові приміщення для харчування, підтримки гігієни, відпочинку, зберігання одягу та його сушіння, туалету, куріння, обігріву виконавців робіт, які працюють на відкритому повітрі. Ці приміщення як правило поєднують.

Гардеробні приміщення облаштовують лавами шириною 0,3 м і довжиною 0,6 м на одне місце з забезпеченням відстані між ними не менше 1 м. Душові приміщення розміщують спільно з переддушовими для зручного переодягання. Кількість кабін залежить від кількості робітників найбільшої зміни.

Вбиральні в багатоповерхових будинках облаштовують на поверхах на відстані не далі 75 м від розташування робочих місць. Кімнати відпочинку облаштовують з міркувань норм площі на одного працівника не менш 0,2 м²,

при цьому загальна площа кімнат відпочинку повинна бути більшою за 18 м². В Кімнаті облаштовують умивальник і пристрій з питною водою, при цьому в умивальнику повинна бути як холодна, так і гаряча вода.

Кімнати для обігріву розрахунку за лощею на менш 0,1 м² на одного працюючого та загальною площею більше 12 м².

Кімнати для куріння розташовують суміжно з вбиральнями і/або з кімнатами для обігріву.

Протипожежні заходи та засоби організовують таким чином, щоб забезпечити захист матеріальних цінностей та людей.

На ремонтних підприємствах виконують вимоги Держпожнагляду, технічної інспекції праці, типові правила пожежної безпеки.

Потреба на ділянці ремонту автотракторної техніки в засобах пожежегасіння, терміни їх перевірки визначаються адміністрацією згідно «Типових правил пожежної безпеки для промислових підприємств».

Пожежний інвентар та первинні засоби пожежегасіння утримують справними, вони повинні знаходитися у визначених місцях, до них повинен бути організований вільний доступ. Крани пожежегасіння з рукавами та стволами зберігають в спеціальних шафах, які тримають опломбованими.

Вогнегасники встановлюють на видному місці та закріплюють на висоті до 1,5 м відносно підлоги, ящики з піском оснащують кришками з обов'язковим розташуванням поряд металевих лопат. Полотно з азбесту періодично просушують та зберігають в закритих футлярах.

ВИСНОВКИ

1. Розраховано показники технологічного процесу відновлення шворня поворотної цапфи автомобіля МАЗ-555100.
2. Встановлено економічну доцільність запропонованого технологічного процесу відновлення шворня поворотної цапфи, оскільки сумарна вартість процесу відновлення менша за вартість нової деталі.
3. Запропоновано пристрій для полегшення процесу ремонту шворня поворотної цапфи автомобіля МАЗ-555100.
4. Розроблено діляницю ремонту автотракторної техніки, в який запропоновано проведення робіт щодо відновлення шворнів поворотної цапфи рульового керування.

ЛІТЕРАТУРА

1. Биковський О.Г., Пінковський І.В. Довідник зварника. Київ: Техніка. 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. Безконтактна діагностика машин. – К.: Вища школа, 1997. – 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. Глизманенко Д.Л. Різка металів., К.: Лібидь, 1995 – 495 с.
11. Кашук В.А. Довідник шліфувальника, К.: Лібидь, 1988 – 480 с.
12. Блюмберг В.А. Довідник токаря, Харків.: Машиностроение, 2001 – 406 с.
13. Єдиний тарифно-кваліфікаційний довідник робіт та професій робочих. Випуск 2. Частина 2. – К.: Економіка, 1990 – 296 с.