

**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

ТАРАСЮК МАКСИМ СЕРГІЙОВИЧ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**Розробка технологічного процесу ремонту ведучого валика масляного насоса
дизеля транспортного призначення**

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.
_____ Тарасюк М.С.

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

Житомир – 2025

АНОТАЦІЯ

Тарасюк Максим Сергійович. Розробка технологічного процесу ремонту ведучого валика масляного насоса дизеля транспортного призначення - Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

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

В розділі розглянуто конструкцію валика масляного насоса системи змащування двигуна, наведено його матеріал та вказано термічну обробку, карту можливих дефектів.

В розділі 2 проведено технологічні розрахунки: встановлено дефекти, що входять в кожний маршрут технологічного процесу відновлення, визначено кількість маршрутів, розроблено схему технологічного процесу, усунення кожного дефекту по маршруту № 1, а також план технологічних операцій в раціональній послідовності її виконання, карти ескізів, маршрутна та операційна карти.

Розділ 3 присвячено розрахунку технологічного процесу в частині: визначення кількості деталей в партії, режимів обробки та норм часу по операціях, норми виробітку, собівартості ремонту деталі валику масляного насоса

В розділі 4 запропоновано пристрій для закріплення валика масляного насосу в процесі виконання операцій відновлення.

В розділі 5 запропоновано ділянку ремонту двигунів, проведено вибір обладнання, розраховано її площу, визначено кількість працюючих.

В роботі зроблено висновки про отримані показники технологічного процесу відновлення валика масляного насоса двигуна автомобіля МАЗ-555100, встановлену економічну доцільність запропонованого технологічного процесу відновлення валика масляного насоса, запропонований пристрій для полегшення процесу ремонту

валика масляного насоса двигуна та розроблену дільницю ремонту двигунів для реалізації технологічних процесів відновлення їх деталей.

Метою роботи є: розробка технологічного процесу відновлення валика масляного насоса дизельного ДВЗ.

Ключові слова: *відновлення, технологічний процес, дизель, двигун внутрішнього згорання, масляний насос.*

ABSTRACT

Tarasyuk Maksym Serhiyovych. Development of a technological process for repairing the drive roller of an oil pump of a transport diesel engine -

Qualification work in the form of a manuscript.

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

The section examines the design of the oil pump shaft of the engine lubrication system, its material and heat treatment, a map of possible defects is given.

In section 2, technological calculations were carried out: the defects included in each route of the technological process of restoration were determined, the number of routes was determined, a diagram of the technological process was developed, the elimination of each defect along route No. 1, as well as a plan of technological operations in a rational sequence and execution, sketch maps, route and operational maps.

Chapter 3 is devoted to the calculation of the technological process in part: determination of the number of parts in a batch, processing modes and time standards for operations, production standards, cost of repair of oil pump roller parts

In section 4, a device for fixing the oil pump shaft during the restoration operations is proposed.

In chapter 5, an engine repair station is proposed, equipment is selected, its area is calculated, and the number of employees is determined.

In the work, conclusions are made about the obtained indicators of the technological process of oil pump roller restoration of the MAZ-555100 car engine, the economic feasibility of the proposed technological process of oil pump roller restoration has been established, the proposed device for facilitating the process of repairing the oil pump roller of the engine and a

developed engine repair department for the implementation of technological processes for the restoration of their parts.

The purpose of the work is: development of a technological process for restoring the roller of an oil pump of a diesel internal combustion engine.

Keywords: restoration, technological process, diesel, internal combustion engine, oil pump.

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. КОНСТРУКЦІЯ ВАЛИКА МАСЛЯНОГО НАСОСА СИСТЕМИ ЗМАЩУВАННЯ ДВИГУНА	6
1.1. Матеріал та термічна обробка	
1.2. Карта дефектів деталі	
РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ	9
2.1. Встановлення дефектів, що входять в кожний маршрут, визначення кількості маршрутів	
2.2. Розробка схеми технологічного процесу, усунення кожного дефекту по маршруту № 1	
2.3. Схема технологічного процесу усунення кожного дефекту	
2.4. План технологічних операцій в раціональній послідовності виконання	
2.6. Розробка карт ескізів, маршрутної та операційної карт.....	
РОЗДІЛ 3. РОЗРАХУНОК ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ	18
3.1. Розрахунок кількості деталей в партії	
3.2. Розрахунок режимів обробки та норм часу	
3.2.1. Операція 005, зварна	
3.2.2. Операція 010, токарна	
3.2.3. Операція 015, наплавочна	
3.2.4. Операція 020, токарна	
3.2.5. Операція 025, фрезерна	
3.2.6. Операція 030, шліфувальна	
3.3. Розрахунок норми виробітку	

3.4. Розрахунок собівартості ремонту деталі	
РОЗДІЛ 4. ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЗАКРІПЛЕННЯ ВАЛИКА НАСОСУ	37
РОЗДІЛ 5. ДІЛЬНИЦЯ РЕМОНТУ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ	39
ВИСНОВКИ	46
ЛІТЕРАТУРА	47

ВСТУП

Втрата експлуатаційних властивостей двигуна внутрішнього згорання транспортної техніки виникає з різних причин, основна з яких – це процеси зношування поверхонь деталей.

З метою відновлення справності та працездатності деталей двигуна прийнятою планово-попереджувальною системою технічного обслуговування і ремонту (ТО і ПР) передбачено проведення капітального ремонту через певне напрацювання (кілометрів пробігу і/або мотогодин).

В процесі проведення капітального ремонту двигун повністю розбирають, проводять дефектацію його деталей, замінюють їх новими або відновлюють деталі, після чого проводять процес складання двигуна, регулювання та випробовування (обкатки). Таким чином ремонту забезпечують подовження сумарний життєвий термін роботи двигуна до наступного капітального ремонту.

Успішне та якісне виконання капітального ремонту автомобіля в значній мірі залежить від їх ремонтпридатності, способів та методів ремонту, які впливають не лише на якість, але й на собівартість ремонту.

В кваліфікаційній роботі розроблено технологічний процес відновлення ведучого валика масляного насоса двигуна двутішнього згорання на прикладі двигуна ЯМЗ-238 автомобіля МАЗ-555100. Головною метою було - врахування принципів технологічності та економічності процесу відновлення вказаної деталі.

Також розроблено пристрій для затискання валика насоса в процесі виконання операцій щодо відновлення, що дало змогу покращити якість розробленого процесу, зменшити його собівартість та підвищити культуру праці виконавців.

В роботі запропоновано планувальне рішення ділянки відновлення двигунів внутрішнього згорання, згідно технологічного процесу

проведено вибір обладнання ділянки, розрахована її площа, встановлено згідно запропонованої програми кількість працюючих та отримано основні техніко-економічні показники її роботи.

РОЗДІЛ 1. КОНСТРУКЦІЯ ВАЛИКА МАСЛЯНОГО НАСОСА СИСТЕМИ ЗМАЩУВАННЯ ДВИГУНА

Валик ведучий масляного насоса призначений для передавання обертання від шестерні приводу насоса до шестерні нагнітальної секції. Ці шестерня кріпляться на валику за допомогою шпонки. Валик обертається у втулках, впресованих в корпус масляного насоса.

1.1. Матеріал та термічна обробка

Валик ведучий виготовляється зі сталі 15ХФ ДСТУ 7806:2015 твердістю HB 269-320. Валик термічно обробляється загартуванням СВЧ на глибину 0,8...1,2 мм до твердості HRC 52-63. Поверхні валика шліфуються по 7 класу точності до шорсткості $Ra=11,25$ мкм.

1.2. Карта дефектів деталі

За умов роботи валик піддається дії зкручуючих і згинальних зусиль. Шпонкові канавки валика працюють на зріз і зминання.

Валик працює в нормальному температурному режимі, знаходиться в масляній ванні. Ван може мати наступні основні дефекти (табл.1.1):

- погнутість;
- зношення шийок під втулки;
- зношення шийок під шестерні;
- зношення шпонкових канавок.

Тріщини та відламування на валику виникають внаслідок дії значних зусиль при втомі матеріалу в процесі тривалої експлуатації.

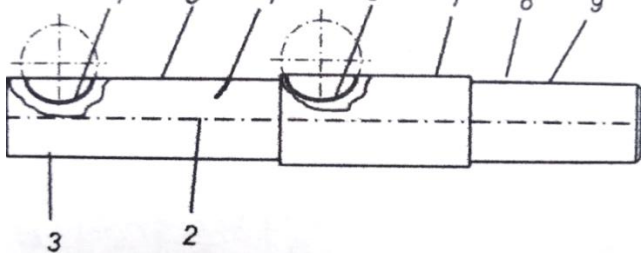
Погнутість валика виникає внаслідок дії згинаючих і зкручуючих зусиль при втомі матеріалу валика.

Зношення шийок під втулки виникає внаслідок послаблення посадки спряження або його пошкодження.

Зношення шпонкової канавки виникає внаслідок послаблення посадки шпонкового з'єднання, що викликається послабленням різьбового кріплення.

Зношення шийок валика під шестерні виникає при зношенні шпонкових канавок. Воно може мати інтенсивний характер при попаданні пилу, бруду, вологи, продуктів зношування, що можуть міститися в маслі.

Таблиця 1.1 – Карта технічних вимог на дефектацію валика масляного насоса двигуна

			Деталь: Валик ведучий масляного насоса			
			№ деталі: 200-2202020-Б			
			Матеріал		Твердість	
			Сталь 15ХФ ДСТУ 7806:2015		HB 52-63	
Позиція	Назва дефектів	Спосіб виявлення та вимірний інструмент	Розміри, мм			Висновок
			Номинальний	Допустимий без ремонту	Допустимий для ремонту	
1	Тріщини або відламування	Огляд, дефектоскоп	-	-	-	Бакувати
2	Погнутість	Призми, індикатор	Биття більше 0,01 мм	Биття не більше 0,03 мм	Биття не більше не 0,03 мм	Правка
3	Зношення шийки під шестерню приводу	Скоба 15,96 мм або мікрометр 0-25 мм		16-0,002	15,96	Наплавка
4	Зношення шпонкової канавки під шестерню приводу	Калібр 3,03 мм або штангенциркуль	$3^{+0,01}_{-0,05}$	3,03	Більше 3,03	Заплавка
5	Зношення шийки під передню втулку	Скоба 15,96 мм або мікрометр 0-25 мм	16-0,002	15,96	Менше 15,96	Наплавка

6	Зношення шпонкової канавки під ведучу шестерню	Калібр 3,03 або штангенциркуль	$3_{-0,05}^{-0,01}$	3,03	Більше 3,03	Заплавка
7	Зношення шийки під ведучу шестерню	Скоба 16,00 мм або мікрометр 0-25 мм	$16_{+0,022}^{+0,034}$	16,0	Менше 16,0	Наплавка
8	Зношення шийки під шестерню	Скоба 15,96 або мікрометр 0-25 мм	$16_{-0,002}$	15,96	Менше 15,96	Наплавка
9	Зношення шийки під задню втулку	Скоба 15,96 або мікрометр 0-25 мм	$16_{-0,002}$	15,96	Менше 15,96	Наплавка

РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ

2.1. Встановлення поєднання дефектів, що входять в кожний маршрут, визначення кількості маршрутів, присвоєння номера

Поєднання дефектів, визначення кількості маршрутів зведено в табл. 2.1.

Таблиця 2.1. – Присвоєння номеру маршруту кожному з дефектів

Номер маршруту	Номер дефекту	Вид дефекту
1	3	Зношення шийки під шестерню приводу
	4	Зношення шпонкової канавки під шестерню приводу
	5	Зношення шийки під передню втулку
2	2	Погнутість валика
	3	Зношення шийки під шестерню приводу
3	6	Зношення шпонкової канавки під ведучу шестерню
	7	Зношення шийки під ведучу шестерню
4	8	Зношення шийки під шестерню радіаторної секції
	9	Зношення шийки під задню втулку

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

Розробимо спосіб та схему технологічного процесу відновлення деталі за маршрутом 1 (табл. 2.2).

Таблиця 2.2 – Запропоновані способи усунення дефектів

Номер дефекту	Вид дефекту	Спосіб усунення
3	Зношення шийки під шестерню приводу	З можливих способів відновлення найбільш доцільним є вібродугова наплавка. Цей спосіб ремонту забезпечує відновлення шийки

		номінального розміру. Вібродугова наплавка відрізняється високою продуктивністю, забезпечує високу якість відновлення при економічній витраті матеріалів, не потребує складного і вартісного обладнання
4	Зношення шпонкової канавки під шестерню приводу	Враховуючи термообробку деталі та матеріал, умови роботи та способи відновлення аналогічних дефектів найбільш доцільно відновлювати деталь за наявним дефектом заплавкою канавки ручним електродуговим зварюванням з подальшим фрезеруванням канавки номінального розміру. Спосіб забезпечує необхідну надійність та якість процесу
5	Зношення шийки під передню втулку	Даний дефект найбільш доцільно усувати за допомогою вібродугової наплавки

2.3. Схема технологічного процесу усунення кожного дефекту

Таблиця 2.3 – Запропонований процес усунення дефекту

Номер дефекту	Вид дефекту	Технологічний процес усунення
3	Зношення шийки під шестерню приводу	- проточити шийку від діаметра 15,96 мм до 15 мм на довжину 22 мм; - наплавити шийку від діаметра 15 мм до 18 мм на довжину 22 мм; - проточити шийку від діаметра 18 мм до 16,3 мм на довжину 22 мм; - шліфувати шийку від діаметра 16,3 мм до 16 мм на довжину 22 мм; - перевірити якість виконання операцій.
5	Зношення шийки під передню втулку	- проточити шийку від діаметра 15,96 мм до 15 мм на довжину 34 мм; - наплавити шийку від діаметра 15 мм до 18 мм на довжину 34 мм; - проточити шийку від діаметра 18 мм до 16,3 мм на довжину 34 мм;

		- шліфувати шийку від діаметра 16,3 мм до 16 мм на довжину 34 мм; - перевірити якість виконання операцій
--	--	---

2.4. План технологічних операцій в раціональній послідовності виконання

План технологічних операцій в прийнятій послідовності їх виконання наведено в табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – прийнятий план виконання технологічних операцій відновлення

Номер операції	Вид операції	Роботи щодо відновлення деталі 005
005	Зварна	Заплавити шпонкову канавку шириною 3,1 мм глибиною 5 мм
010	Токарна	Проточити шийку під шпонкову канавку і втулку від діаметра 15,96 мм до 15 мм на довжину 56 мм
015	Наплавочна	Наплавити шийку під шпонкову канавку і втулку від діаметра 15 мм до діаметра 18 мм на довжину 56 мм
020	Токарна	Проточити шийку під шпонкову канавку і втулку від діаметра 18 мм до 16,3 мм на довжину 56 мм
025	Фрезерна	Фрезерувати шпонкову канавку шириною $3_{-0,056}^{-0,015}$ мм глибиною 5 мм
039	Шліфувальна	Шліфувати шийку від підшипник від діаметра 16,3 мм до $16_{-0,012}$ на довжину 56 мм

2.5 Розробка кожної операції технологічного процесу для заданого маршруту

Розроблений технологічний процес по кожній операції для обраного маршруту наведено в табл. 2.5.

Таблиця 2.5. – Оперіції технологічного процесу відновлення валу
масляного насоса

Номер та назва операції	Перехід	Дія щодо відновлення	Інструмент, матеріали, встановочні бази, виконавець
005, зварна	А	Встановити і закріпити деталь	Для виконання операції вибрано перетворювач зварний ПСО-500 [9].
	1	Заплавити шпонкову канавку шириною 3,1 мм глибиною 5 мм	Для кріплення деталі на столі за установочні вибрано базу – шийки під шестерню. Для закріплення деталі на столі зварювальника використовується спеціальний пристрій.
	Б	Зняти деталь	Для заплавки шпонкової канавки вибрано електроди марки <u>Э42А-УОНИ-13/45А-3,0-УД</u> ДСТУ 2560-2014 [9, стор. 22] Е435-Б20 Для очищення деталі від окалини використовується молоток 7850-0117 ДСТУ 2823:2019 і щітка металева. Кваліфікація виконавця – електрозварювальник 3 розряду.
010, токарна	А	Встановити і закріпити деталь	Для виконання операції вибрано токарно-гвинторізний верстат 1А616К [6].
	1	Проточити шийку під шпонкову канавку і втулку від діаметра 15,96	Для кріплення деталі на верстаті за установочні вибрано основну (шийку під втулку) і допоміжну (центровий отвір) бази.

		мм до 15 мм на довжину 56 мм	Для закріплення деталі на верстаті використовується трохкулачковий патрон 7100-0007 ДСТУ 2695:99 і центр А-1-4Н ДСТУ 1-4:2010 [12]. Для обробки поверхні обрано різець прохідний 2103-1107 Т15К6 ДСТУ 2885:2001 [12]. Для контролю діаметра обробки вибрано штангенциркуль ШЦ-I ДСТУ 166:2009 [3]. Кваліфікація виконавця – токар 3 розряду.
	Б	Зняти деталь	
015, 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 установочну вибрано основну (шийку під втулку) і допоміжну (центровий отвір) бази. Для закріплення деталі на верстаті вибрано центри ДСТУ 1321-97 [12]. Для наплавки обрано наплавочний дріт 2,0 Св-08ГС ДСТУ 2247-99 [10]. Для контролю діаметра наплавки вибрано штангенциркуль ШЦ-I ДСТУ 166:2009 [3]. Кваліфікація виконавця – електровібронаплавник 3 розряду
	1	Наплавити шийку під шпонкову канавку і втулку від діаметра 15 мм до діаметра 18 мм на довжину 56 мм	
	Б	Зняти деталь	
020, токарна	А	Встановити і закріпити деталь	Для виконання операції вибрано токарно-

	1	Проточити шийку під шпонкову канавку і втулку від діаметра 18 мм до 16,3 мм на довжину 56 мм.	гвинторізний верстат 1А616К [6]. Для кріплення деталі на верстаті за установочні вибрано основну (шийку під втулку) і допоміжну (центровий отвір) бази. Для закріплення деталі на верстаті використовується трохкулачковий патрон 7100-0007 ДСТУ 2679-94 і центр А-1-4Н ДСТУ 8742:2006 [12]. Для обробки поверхні обрано різець прохідний 2103-1107 Т15К6 18879-96 [12]. Для контролю діаметра обробки вибрано штангенциркуль ШЦ-I ДСТУ 166:2009 [3]. Кваліфікація виконавця – токар 3 розряду
	Б	Зняти деталь	
025, фрезерна	А	Встановити і закріпити деталь	Для виконання операції вибрано консольно-фрезерний верстат 2Р62.
	1	Фрезерувати шпонкову канавку шириною $3_{-0,056}^{-0,015}$ мм глибиною 5 мм	Для кріплення деталі на верстаті за установочну вибрано основну базу (шийку під втулку). Для закріплення деталі на верстаті вибрано лещата верстатні А2 ДСТУ 22167-93 [11].
	Б	Зняти деталь	Для обробки поверхні обрано фрезу для канавок сегментний шпонок 2242-0305 ДСТУ 6648-2003 [11]. Для контролю розміру шпонкової канавки вибрано штангенциркуль ШЦ-I ДСТУ 166:2009 [3].

			Кваліфікація виконавця – фрезерувальник 3 розряду
030, шліфувальна	А	Встановити і закріпити деталь	Для виконання операції вибрано круглошліфувальний верстат 3Б151 [6].
	1	Шліфувати шийку пвід підшипник від діаметра 16,3 мм до 16 _{-0,012} на довжину 56 мм	Для кріплення деталі на верстаті за установочні вибрано центрові отвори. Для закріплення деталі на верстаті вибрано центри Морзе ДСТУ 1324-98 [8].
	Б	Зняти деталь	В якості змащувального матеріалу використовується 3...5 % розчин Аквол-1 [8]. Для обробки шийок вибрано круг 1-500x20x127 24А40СМ2К 35 м/с 1клА ДСТУ 2424-2007[8, стор. 256]. Для контролю діаметрів обробки вибрано мікрометр МК-25 ДСТУ 6507-99 [4]. Кваліфікація виконавця – шліфувальник 3 розряду

2.6. Розробка карт ескизів, маршрутної та операційної карт

Розроблено дві карти ескизів (див. Додатки). В процесі їх виконання необхідно виконувати вимоги: на ескізі деталі вказують розміри, що втворюються лише виконання даного етапу технологічного процесу. Вказуються відхилення даних розмірів та шорсткість поверхонь, бази, а також опори та затисні елементи для виконання даної операції. Поверхню, що підлягає обробці, показують суцільною лінією згідно до ДСТУ 2527:2003.

Розміри поверхонь, що обробляються, нумерують арабськими цифрами, номер розміру наводять в колі діаметром 6-8 мм.

На ескізі надають наступну інформацію:

- показують деталь, що обробляється;
- поверхню обробки наводять лінією товщиною 1,5-2,5 мм, базові поверхні умовно позначають згідно ДСТУ 1984:2000.
- дані для виконання операції (режими, норми часу тощо), подають в таблиці.

Маршрутну карту (див. Додаток) на відновлення деталі згідно розробленого технологічного процесу подають згідно ДСТУ 7152:2011 для всіх дефектів даного маршруту. Інформаційною основою для розробки даної карти є карта ескізів, план технологічних операцій та відомості про обладнання, оснастку, інструмент, прийняті бази, розряд роботи.

Заповнення маршрутної карти виконують після розрахунків норм часу для прийнятих режимів обробки.

Важливим технологічним документом є також операційна карта (див. Додаток). В неї наводять всі операції та переходи, режими обробки, засоби технологічного оснащення та обладнання. Карта виконується за ДСТУ 2528:2007 і має скорочену назву, наприклад, «Шліфувальна», «Фрезерна».

РОЗДІЛ 3. РОЗРАХУНОК ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

3.1. Розрахунок кількості деталей в партії

Кількість деталей:

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

де N – виробнича програма підрозділу, що розробляється;

K_p – коефіцієнт ремонту;

m – кількість деталей в двигуні.

3.2. Розрахунок режимів обробки та норм часу

Розрахунок режимів та прогресивних норм часу проводимо окремо по кожній операції.

3.2.1. Операція 005, зварна

Перехід А.

Допоміжний час на встановлення, закріплення та зняття деталі $T_{д1}=0,3$ хв.
[5].

Перехід 1. Заплавити шпонкову канавку шириною 3,1 мм глибиною 5 мм.

Сила зварювального струму:

$$I=(20+6d_e)d_t=(20+6 \cdot 3)3=114 \text{ A} \quad (3.2)$$

де d_e – діаметр електроду, мм

Маса наплавленого металу:

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

де V – об'єм канавки, що заплавляється, см^3 ;

ρ – густина металу, г/см^3 .

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

де F – площа сегмента, см^2 ;

b – ширина канавки, см

$$F = \frac{G}{2}(\alpha - \sin \alpha), \quad (3.5)$$

де α – радіальна міра центрального кута.

$$\cos \alpha = 1 - h/t = 1 - 0,31/0,8 = 0,465 \quad (3.6)$$

де h – глибина канавки, см

$$\text{Arc } 74^\circ 36' = \pi \alpha / 180^\circ = 1,302 \quad (3.7)$$

$$F = \frac{8^2}{2}(1,302 - \sin 74^\circ 36') = 68 \text{ см}^2$$

$$V = 0,68 \cdot 0,5 = 0,4 \text{ см}^3$$

$$G = 0,4 \cdot 7,85 = 2,8 \text{ г}$$

Норми часу на операцію:

- основний час

$$T_0 = \frac{60G}{l\alpha} = \frac{60 \cdot 2,8}{114 \cdot 8} = 0,12 \text{ хв.}, \quad (3.8)$$

де α – коефіцієнт наплавки [5];

- допоміжний час, пов'язаний з наплавкою $T_d = T_{d1} + T_{d2} = 0,3 + 0,8 \text{ хв.}$ [5];

- допоміжний час на операцію:

$$T_d = T_{d1} + T_{d2} = 0,3 + 0,8 = 1,1 \text{ хв.}$$

- оперативний час

$$T_{оп} = T_0 + T_d = 0,12 + 1,1 = 1,22 \text{ хв.}$$

- додатковий час

$$T_{дод} = T_{оп} K_{дод} / 100 = 1,22 \cdot 10 / 100 = 0,12 \text{ хв.}$$

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

- штучний час

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{оп}} + T_{\text{дод}} = 1,22 + 0,13 = 1,35 \text{ хв.}$$

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

Норма часу на операцію:

$$T_{\text{н}} = T_{\text{шт}} + T_{\text{пз}} / Z = 1,33 + 10 / 27 = 1,72 \text{ хв.} \quad (3.9)$$

3.2.2. Операція 010, токарна

Перехід А.

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

Перехід 1. Проточити шийку під шпонкову канавку і втулку від діаметра 15,96 мм до 15 мм на довжину 56 мм.

Припуск на обробку:

$$h = \frac{D-d}{2} = \frac{15,96-15}{2} = 0,48 \text{ мм,} \quad (3.10)$$

де D – діаметр поверхні до обробки, мм;

d – діаметр поверхні після обробки, мм

Кількість проходів:

$$i = h/t = 0,48/0,48 = 1 \quad (3.11)$$

де t – глибина різання, мм

Подача теоретична $S_{\text{т}} = 0,15 \dots 0,2 \text{ мм/об.}$ [5]. Прийнята найближча верстатна подача $S_{\text{в}} = 0,19 \text{ мм/об.}$ [6].

Розрахунок швидкості різання:

$$V_p = V_T \cdot K_M \cdot K_X \cdot K_{MP} \cdot K_{OX} = 88 \cdot 0,77 \cdot 1 \cdot 3 \cdot 1 = 203 \text{ м/хв.}, \quad (3.12)$$

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

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

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

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

Частота обертання шпинделя верстата:

$$n_T = 318 \frac{V_T}{D} = 318 \frac{88}{15,96} = 1753 \text{ об/хв.}$$

Прийнята верстатна $n=1800$ об/хв. [6]. Фактична швидкість різання:

$$V = \frac{Dn}{318} = \frac{15,96 \cdot 1800}{318} = 90 \text{ м/хв.} \quad (3.12)$$

Розрахункова довжина обробки:

$$L=l+l_1+l_2=56+2+0=58 \text{ мм} \quad (3.13)$$

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:

$$T_o = \frac{Li}{Sh} = \frac{58 \cdot 1}{0,19 \cdot 1800} = 0,17 \text{ хв.} \quad (3.14)$$

Допоміжний час, пов'язаний з обробкою та поворотом різцевої головки $T_{д2}=0,6$ хв. [5, табл. 24]

Допоміжний час:

$$T_{д}=T_{д1}+T_{д2}=0,9+0,6=1,5 \text{ хв.}$$

Оперативний час:

$$T_{оп}=T_o+T_{д}=0,17+1,5=1,67 \text{ хв.}$$

Додатковий час:

$$T_{\text{дод}} = T_{\text{оп}} K_{\text{дод}} / 100 = 1,67 \cdot 6,5 / 100 = 0,11 \text{ хв.}$$

Штучний час:

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{оп}} + T_{\text{дод}} = 1,67 + 0,11 = 1,78 \text{ хв.}$$

Підготовчо-заключний час $T_{\text{пз}} = 13 \text{ хв.}$ [5]. Норма часу на операцію:

$$T_{\text{н}} = T_{\text{шт}} + T_{\text{пз}} / Z = 1,78 + 13 / 27 = 2,26 \text{ хв.}$$

3.2.3. Операція 015, наплавочна

Перехід А

Допоміжний час на встановлення, закріплення та зняття деталі $T_{\text{д1}} = 0,5 \text{ хв.}$ [5, табл. 206].

Перехід 1. Наплавити шийку під шпонкову канавку і втулку від діаметра 15 мм до діаметра 18 мм на довжину 56 мм.

Припуск на наплавку:

$$h = \frac{D-d}{2} = \frac{18-15}{2} = 1,5 \text{ мм,} \quad (3.15)$$

де D – діаметр наплавленої поверхні, мм;

d – діаметр поверхні до наплавки, мм

Кількість проходів:

$$i = h/t = 1,5/1,5 = 1 \quad (3.16)$$

де t – товщина шару наплавки, мм

Крок наплавки (теоретична подача) $S_{\text{т}} = 1,8 \text{ мм/об.}$ [5], прийнята верстатна $S = 1,74 \text{ мм/об.}$ [3],

Частота обертання деталі:

- розрахункова

$$n_p = \frac{250V_{др}d_{др}^2\eta}{hSd} = \frac{250 \cdot 1 \cdot 2^2 \cdot 0,85}{1,5 \cdot 1,74 \cdot 15} = 21,7 \text{ об/хв.} \quad (3.17)$$

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

$d_{др}$ – діаметр дроту, мм [5];

η – коефіцієнт наплавки [3];

- прийнята верстатна $n_v = 21,5$ об/хв. [5];

Основний час:

$$T_{оп} = L_i / S_n = 56 \cdot 1 / 21,5 \cdot 1,74 = 1,5 \text{ хв.}$$

де L – довжина наплавки, мм;

Допоміжний час, пов'язаний з напавкою $T_{д2} = 0,9$ хв. [5].

Допоміжний час:

$$T_d = T_{д1} + T_{д2} = 1,5 + 0,9 = 1,4 \text{ хв.}$$

Оперативний час:

$$T_{оп} = T_o + T_d = 1,5 + 1,4 = 2,9 \text{ хв.}$$

Додатковий час:

$$T_{дод} = T_{оп} \cdot K_{дод} / 100 = 2,9 \cdot 15 / 100 = 0,44 \text{ хв.}$$

де $K_{дод}$ – коефіцієнт додаткового часу від оперативного [5, стор. 170]

Штучний час:

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{дод} = 2,9 + 0,44 = 3,34 \text{ хв.}$$

Підготовчо-заключний час $T_{пз} = 16$ хв. [5]. Норма часу на операцію:

$$T_n = T_{шт} + T_{пз} / Z = 3,34 + 16 / 27 = 3,93 \text{ хв.}$$

3.2.4. Операція 020, токарна

Перехід А.

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

Перехід 1. Проточити шийку під шпонкову канавку і втулку від діаметра 18 мм до 16,3 мм на довжину 56 мм.

Припуск на обробку:

$$h = \frac{D-d}{2} = \frac{18-15}{2} = 0,85 \text{ мм},$$

де D – діаметр до обробки, мм;

d – діаметр після обробки, мм

Кількість проходів:

$$i = h/t = 0,85/0,85=1 \quad (3.18)$$

де t – глибина різання, мм

Подача теоретична $S_T=0,15...0,2$ мм/об. [5]. Прийнята найближча верстатна подача $S_B=0,19$ мм/об. [6].

Швидкість різання [5]:

$$V_p = V_T \cdot K_m \cdot K_x \cdot K_{mp} \cdot K_{ox} = 88 \cdot 0,77 \cdot 0,75 \cdot 3 \cdot 1 = 152 \text{ м/хв.},$$

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:

$$n_T = 318 \frac{V_T}{D} = 318 \frac{152}{18} = 2693 \text{ об/хв.}$$

Прийнята верстатна $n=1800$ об/хв. [6]. Фактична швидкість різання:

$$V = \frac{Dn}{318} = \frac{18 \cdot 1800}{318} = 102 \text{ м/хв.}$$

Розрахункова довжина обробки:

$$L=l+l_1+l_2=56+2+0=58 \text{ мм}$$

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:

$$T_o = \frac{Li}{Sh} = \frac{58 \cdot 1}{0,19 \cdot 1800} = 0,17 \text{ хв.} \quad (3.14)$$

Допоміжний час, пов'язаний з обробкою та поворотом різцевої головки $T_{д2}=0,6$ хв. [5]

Допоміжний час:

$$T_d=T_{д1}+T_{д2}=0,9+0,6=1,5 \text{ хв.}$$

Оперативний час:

$$T_{оп}=T_o+T_d=0,17+1,5=1,67 \text{ хв.}$$

Додатковий час:

$$T_{дод}=T_{оп}K_{дод}/100=1,67 \cdot 6,5/100=0,11 \text{ хв.}$$

Штучний час:

$$T_{шт}=T_{оп}+T_{дод}=1,67+0,11=1,78 \text{ хв.}$$

Підготовчо-заключний час $T_{пз}=13$ хв. [5]. Норма часу на операцію:

$$T_n=T_{шт}+T_{пз}/Z=1,78+13/27=2,26 \text{ хв.}$$

3.2.5. Операція 025, фрезерна

Перехід А.

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

Перехід 1. Фрезерувати шпонкову канавку шириною $3_{-0,056}^{-0,015}$ мм глибиною 5 мм.

Подача теоретична $S=0,8...0,2$ мм/об. [5]. Прийнята найближча верстатна подача $S=0,19$ мм/об. [6].

Розрахунок швидкості різання [5]:

$$V_p = V_T \cdot K_M \cdot K_{mp} \cdot K_x = 51 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 0,7 = 28,6 \text{ м/хв.},$$

де V_T – теоретична швидкість різання, м/хв.

K_M – коефіцієнт, що враховує матеріал деталі. 13;

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

K_x – коефіцієнт, що враховує характер поверхні.

Частота обертання шпинделя верстата:

$$n_T = 318 \frac{V_T}{D} = 318 \frac{28,6}{16} = 568 \text{ об/хв.}$$

Прийнята верстатна $n=530$ об/хв. [6].

Розрахункова хвилинна подача:

$$S_{XB} = S_T \cdot n_B \text{ мм} \quad (3.15)$$

Прийнята верстатна хвилинна подача $S_{XB}^B = 400$ мм/хв. Фактична подача за оберт фрези:

$$S = \frac{S_{XB}^B}{n} = \frac{400}{530} = 0,75 \text{ мм/об.} \quad (3.16)$$

Основний час:

$$T_o = \frac{h}{nS} = \frac{5}{0,75 \cdot 530} = 0,03 \text{ хв.} \quad (3.17)$$

Допоміжний час, пов'язаний з обробкою та поворотом різцевої головки $T_{д2}=0,6$ хв. [5]. Допоміжний час:

$$T_{д}=T_{д1}+T_{д2}=0,9+0,6=1,5 \text{ хв.}$$

Оперативний час:

$$T_{оп}=T_{о}+T_{д}=0,17+1,5=1,67 \text{ хв.}$$

Додатковий час:

$$T_{дод}=T_{оп}K_{дод}/100=1,67 \cdot 6,5/100=0,11 \text{ хв.}$$

Штучний час:

$$T_{шт}=T_{оп}+T_{дод}=1,67+0,11=1,78 \text{ хв.}$$

Підготовчо-заключний час $T_{пз}=13$ хв. [5]. Норма часу на операцію:

$$T_{н}=T_{шт}+T_{пз}/Z=1,78+13/27=2,26 \text{ хв.}$$

3.2.6. Операція 030, шліфувальна

Перехід А.

Допоміжний час на встановлення, закріплення та зняття деталі $T_{д1}=0,8$ хв. [6].

Перехід 1. Шліфувати шийку пвід підшипник від діаметра 16,3 мм до 16_{-0,012} на довжину 56 мм.

Припуск на обробку:

$$h = \frac{D-d}{2} = \frac{16,3-15}{2} = 0,15 \text{ мм}$$

де D – діаметр поверхні до обробки, мм;

d – діаметр поверхні після обробки, мм

- припуск на чорнове шліфування:

$$h_1=0,8h=0,8 \cdot 0,15=0,12 \text{ мм}$$

- припуск на чистове шліфування:

$$h_2=0,2h=0,2\cdot0,15=0,03 \text{ мм}$$

Кількість проходів:

- на чорнову обробку

$$i_1=h_1/t_1=0,12/0,02=6$$

де t_1 мм/об – прийнята глибина обробки за прохід, мм [5, табл. 140];

- на чистову обробку

$$i_2=h_2/t_2=0,03/0,005=6$$

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

Повздовжня подача:

- чорнова обробка

$$S_{п1} = \beta_1 V_k = 0,45 \cdot 22 = 9 \text{ мм/об} \quad (3.18)$$

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

V_k – ширина круга, мм

- чистова обробка

$$S_{п2} = \beta_2 V_k = 0,25 \cdot 20 = 9 \text{ мм/об}$$

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

Розрахунок швидкості різання [5]:

- чорнова обробка

$$V_{p1} = V_T \cdot K_M \cdot K_{o1} = 8 \cdot 1 \cdot 1 = 8 \text{ м/хв.},$$

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

K_M – коефіцієнт, що враховує матеріал деталі;

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

- чистова обробка [5]:

$$V_{p2} = V_{T2} \cdot K_M \cdot K_{o1} = 43,5 \cdot 1 \cdot 0,75 = 32,6 \text{ м/хв.},$$

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:

$$n_{p1} = 318 \frac{V_{p1}}{D} = 318 \frac{318 \cdot 8}{16,3} = 156,1 \text{ хв.}$$

$$n_{p2} = 318 \frac{V_{p2}}{D} = 318 \frac{32,6}{16,3} = 636 \text{ хв.}$$

Прийнята верстатна частота $n_1=156$ об/хв., $n_2=400$ об/хв.

Розрахункова довжина обробки:

$$L=l+l_1+l_2=56+10=66 \text{ мм}$$

де l – довжина обробки, мм

l_1+l_2 – величина врізання і виходу інструменту, $l_1+l_2=10$ мм [5].

Основний час:

- на чорнову обробку

$$T_{o1} = \frac{LiK_3}{n_{B1}S_{п1}} = \frac{66 \cdot 6 \cdot 1,3}{156 \cdot 9} = 0,37 \text{ хв.} \quad (3.19)$$

де K_3 – коефіцієнт зачисних ходів [5]

- на чистову обробку

$$T_{o2} = \frac{LiK_3}{n_{B2}S_{п2}} = \frac{66 \cdot 6 \cdot 1,3}{400 \cdot 5} = 0,26 \text{ хв.}$$

- на операцію

$$T_o=T_{o1}+T_{o2}=0,37+0,26=0,63 \text{ хв.} \quad (3.20)$$

Допоміжний час, пов'язаний з обробкою [5, табл. 148]

- при чорновій обробці

$$T_{д2}^1 = T_1 + T_2(i_1 - 1) = 1,6 + 0,06(8 - 1) = 2,02 \text{ хв.} \quad (3.21)$$

- 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:

$$T_{д2} = T_{д2}^1 + T_{д2}^2 = 2,02 + 1,22 = 3,24 \text{ хв.} \quad (3.22)$$

Допоміжний час:

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

Оперативний час:

$$T_{оп} = T_o + T_{доп} = 0,63 + 4,04 = 4,67 \text{ хв.}$$

Додатковий час:

$$T_{дод} = T_{оп} K_{дод} / 100 = 4,67 \cdot 9 / 100 = 0,42 \text{ хв.}$$

Підготовчо-заключний час $T_{пз} = 10 \text{ хв.}$ [5]. Штучний час:

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{дод} = 4,67 + 0,42 = 5,09 \text{ хв.}$$

Норма часу на операцію:

$$T_n = T_{шт} + T_{пз} / Z = 5,09 + 10 / 27 = 5,46 \text{ хв.}$$

3.3. Розрахунок норми виробітку

Розрахунок норми часу на ремонт валика масляного насосу наведено в табл. 3.1.

Таблиця 3.1. – Норми часу на операції

Операція	Норма часу Т _н , хв.
Токарна	1,72
Зварна	2,26
Наплавочна	3,93
Токарна	2,26
Фрезерна	2,36
Шліфувальна	5,46
Всього	17,99

Норма виробітку визначається за формулою [2]:

$$H_B = \frac{480}{\sum T_n} = \frac{480}{17,99} = 26,7 \text{ шт.} \quad (3.23)$$

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

Приймаємо норму $H_B=27$ деталей.

3.4. Розрахунок собівартості ремонту деталі

Для оцінки вартості способу ремонту валику масляного насосу проводимо розрахунок витрат на відновлення:

$$C_p = C_z + C_m + C_{\text{фоп}} + C_{\text{нар}} + C_n + C_{\text{об}} + C_{\text{ін}} \quad (3.24)$$

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

C_m – вартість матеріалів, грн

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

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

C_n – накладні витрати, грн;

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

$C_{\text{ін}}$ – витрати інші.

Залишкова вартість деталі:

$$C_z = K_z C_n = 0,05 \cdot 186 = 9,27 \text{ грн,} \quad (3.25)$$

де K_z – коефіцієнт залишкової вартості деталі;

C_H – вартість нової деталі [14].

З урахуванням години тарифної ставки виконавця норми часу на дану операцію розцінка визначається:

$$P = \frac{CT_{H1}}{60}, \quad (3.26)$$

де C – годинна тарифна ставка слюсаря певного розряду (для 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	1,72	3	32,74	0,93
Зварна	2,26			1,22
Наплавочна	3,93			2,11
Токарна	2,26			1,22
Фрезерна	2,36			1,27
Шліфувальна	5,46			2,94

Визначення премії:

$$C_{п1} = K_{п} \cdot P_1 / 100 = 25 \cdot 0,93 = 0,23 \text{ грн.} \quad (3.27)$$

Розрахунок ФОП:

$$C_{осн} = P_1 + C_{п1} = 0,93 + 0,23 = 1,16 \text{ грн} \quad (3.28)$$

Визначення додаткової заробітної плати:

$$C_{дзп1} = K_{дзп} C_{осн} / 100 = 15 \cdot 1,16 / 100 = 0,17 \text{ грн.} \quad (3.29)$$

Визначення фонду оплати праці:

$$C_{\text{фоп1}} + \text{ОП}_{\text{осн1}} + C_{\text{дзп1}} = 1,16 + 0,17 = 1,23 \text{ грн} \quad (3.30)$$

Для інших операцій розрахунки зводимо в табл. 3.3.

Таблиця 3.3. – Визначення фонду оплати праці

Операція	P _i , грн.	K _п	C _{пі} , грн.	K _{дзп} , грн.	C _{дзп1} , грн.	C _{фоп1} , грн
Токарна	0,93	25	0,23	0,15	0,17	1,23
Зварна	1,22		0,31		0,23	1,76
Наплавочна	2,11		0,53		0,4	3,04
Токарна	1,22		0,31		0,23	1,76
Фрезерна	1,27		0,32		0,24	1,83
Шліфувальна	2,94		0,74		0,55	4,23

Вартість матеріалів на відновлення:

$$C_{\text{м1}} = K_{\text{м1}} \cdot C_{\text{фоп1}} = 0,12 \cdot 2,06 = 0,25 \text{ грн}, \quad (3.31)$$

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

Для інших операцій результати розрахунку зводимо в табл. 3.4.

Таблиця 3.4 - Розрахунок витрат на матеріали

Операція	K _м	C _{фоп} , грн	C _м , грн
Токарна	0,9	1,23	1,11
Зварна	0,12	1,76	0,21
Наплавочна	1,2	3,04	3,65
Токарна	0,12	1,76	0,21
Фрезерна	0,12	1,83	0,22
Шліфувальна	0,12	4,23	0,51
Всього		13,85	5,91

Нарахування на заробітну плату:

$$C_{\text{нар}} = \frac{K_{\text{нар}} C_{\text{фоп}}}{100} = \frac{20 \cdot 13,85}{100} = 3,05 \text{ грн} \quad (3.32)$$

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

Накладні цехові нарахування:

$$C_{\text{ц}} = \frac{K_{\text{ц}} C_{\text{фоп}}}{100} = \frac{140 \cdot 13,85}{100} = 19,39 \text{ грн} \quad (3.33)$$

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

Витрати на утримання і експлуатацію обладнання

$$C_{\text{об}} = \frac{K_{\text{об}} C_{\text{фоп}}}{100} = \frac{85 \cdot 13,85}{100} = 10,39 \text{ грн} \quad (3.34)$$

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

Інші витрати:

$$C_{\text{ін}} = \frac{K_{\text{ін}} C_{\text{в}}}{100} = \frac{0,03 \cdot 61,86}{100} = 1,8 \text{ грн} \quad (3.35)$$

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

Таким чином:

$$C_{\text{в}} = C_{\text{з}} + C_{\text{м}} + C_{\text{фоп}} + C_{\text{нар}} + C_{\text{ц}} + C_{\text{об}} = 9,27 + 5,91 + 13,85 + 3,05 + 19,39 + 10,39 = 61,86 \text{ грн} \quad (3.36)$$

Результати розрахунків собівартості відновлення ресурсу вала насоса наведено в табл. 3.4.

Таблиця 3.4 – Собівартість відновлення ресурсу деталі

Стаття витрат	Сума, грн.
Залишкова вартість деталі	9,27
Витрати на матеріали	5,91
Фонд заробітної плати	13,85
Нарахування на заробітну плату	3,05
Накладні витрати	19,39
Витрати на утримання і експлуатацію обладнання	10,39
Інші витрати	1,8
Всього	63,66

Доцільність відновлення ресурсу вала насосу визначається за формулою:

$$C_p \leq K_d \cdot C_n \quad (3.37)$$

де C_p – вартість відновлення, грн;

K_d – коефіцієнт довговічності;

C_n – вартість нового валу, грн.

Таким чином, нерівність виконується:

$$63,66 \leq 0,8 \cdot 186 = 149 \text{ грн}$$

Доцільність відновлення івлика масляного насосу двигуна запропонованим способом економічно підтверджується.

РОЗДІЛ 4. ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЗАКРІПЛЕННЯ ВАЛИКА НАСОСУ

Пристрій призначений для закріплення валика масляного насоса на столі зварювальника при заплавленні канавки під шпонку (рис. 4.1.).

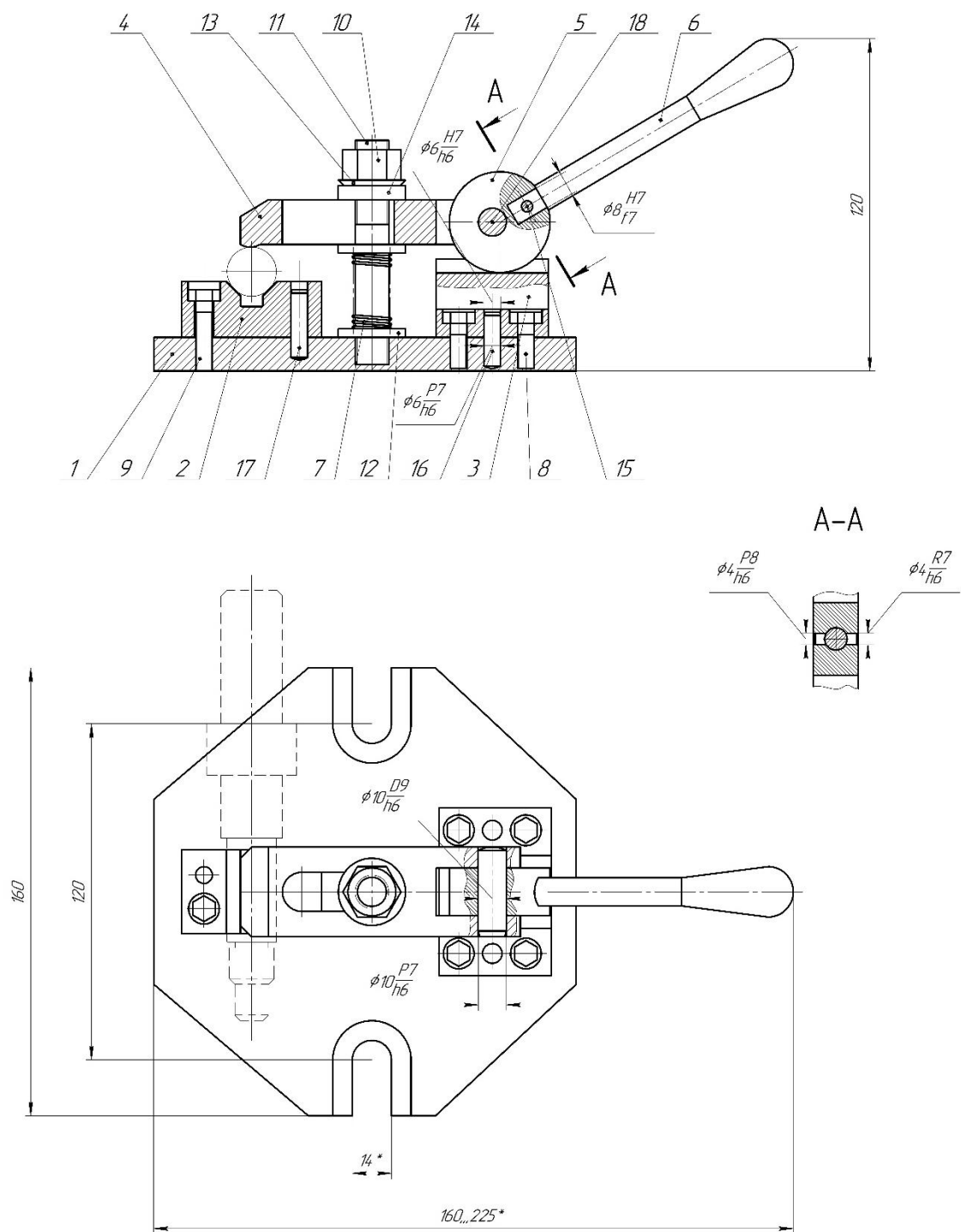


Рисунок 4.1. – Пристрій для затискання валика насоса: 1 – плита; 2 – призма; 3 – опора; 4 – притискач; 5 – ексцентрик; 6 – рукоятка; 7 –

пружина: 8, 9 – гвинт; 10 – гайка; 11 – шпилька; 12, 13, 14 – шайба; 15,
16, 17, 18 – штифт.

До плити 1 болтами 8, 9 та штифтами 16, 17 кріпляться призма 2 і опора 3. В плиті вкручено шпильку 11, на яку встановлено пружину 7 з шайбами 12, притискач 4, який утримується гайкою 10 та шайбами 13, 14. На кінці притискача штифтом 18 кріпиться ексцентрик 5, до якого закріплено рукоятку 6.

Валик масляного насосу вкладається в призму і поворотом рукоятки 6 затискається в пристрої. При цьому ексцентрик переміщує задній кінець притискача, а передній кінець притискає деталь до призми, що забезпечує її надійне закріплення.

Пристрій зручний в користуванні, полегшує операцію закріплення, робить її надійною, сприяє підвищенню якості та зменшенню собівартості робіт технологічного процесу відновлення валика масляного насоса двигуна.

РОЗДІЛ 5. ДІЛЬНИЦЯ РЕМОНТУ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ

5.1. Призначення моторної дільниці

Дільниця ремонту дизельних двигунів охоплює всі роботи, які стосуються капітального ремонту ДВЗ різного призначення. На дільниці пропонується частково виконувати роботи, що стосуються процесів відновлення окремих деталей в залежності від складності та рівня технологічності процесів.

Роботами капітального ремонту двигунів є: заміна деталей циліндро-поршневої групи та кривошипно-шатунного та газорозподільного механізмів, втулок, підшипників, ущільнень, прокладок, сальників, деталей приводів допоміжних механізмів тощо. Як правило ці заміни передбачають роботи підбору, припрацювання, притирання, комплектації та контролю.

В дільниці ремонту двигунів передбачається проведення робіт точіння, шліфування, хонінгування, відновлення різьбових з'єднань,

Під час розробки планувань дільниць ремонту двигунів важливо дотримуватись технологічного процесу капітального ремонту двигунів в заданій послідовності. При цьому треба мати на увазі, що технологічні процеси для двигунів різних марок можуть відрізнятися саме послідовністю їх виконань.

Завершальним етапом технологічного процесу ремонту двигунів є обкатка з попереднім контролем основних показників роботи вузлів та систем. Для цього передбачають відокремлене приміщення діагностування та обкатки відновлених двигунів.

5.2. Розрахунок кількості працівників

$$P = \frac{T_{\text{діл}}}{\Phi_{\text{рм}}} , \quad (5.1)$$

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

$$\Phi_{PM} = D_{P.P.} \cdot n \cdot t_{зм} = 255 \cdot 1 \cdot 8 = 2040 \text{ год.},$$

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

n - кількість змін [1];

$t_{зм} = 8$ год – тривалість зміни.

$$P = \frac{4290,54}{2040} = 2,11 \text{ чол.}$$

Приймаємо кількість працівників дільниці $P = 2$ чол.

5.2.1. Розрахунок явочної кількості працівників

Явочна кількість працівників:

$$P_{яв} = \frac{T_{дільниці}}{\Phi_{яр}} = \frac{4290,54}{2096} = 2,05 \text{ чол.},$$

де $\Phi_{яр}$ – фонд робочого часу явочного робітника = 2096 год.

Приймаємо : $N_{яв} = 2$ чол.

5.3. Підбір обладнання дільниці

Підбір обладнання дільниці, вибір його номенклатури та технічних характеристик залежить від заданої виробничої програми [6].

Обладнання обирають згідно технологічного процесу, а оснащення та інструмент – на основі прийнятої організації робочих місць (табл. 5.1) [6].

Таблиця 5.1. – Табелі технологічного обладнання і оснастки

Поз	Найменування	Модель	К-сть	Габаритні розміри	Примітка
1	Ящик для відходів		3	300x300	
2	Стіл для підбору та дефектації деталей	ОРГ-146801090А	1	2400x800	

3	Кран-балка	ДСТУ 2.6-73:2008	1		1,1 кВт
4	Мийна установка	196М	1	1900х2280	4,5 кВт
5	Газова мийна ванна		1	1000х600	
6	Стелаж		2	1500х560	
7	Паливний бачок	366А-300-00	1	600х250	
8	Бак відпрацьованого масла	С 103	1	600х500	
9	Масляний бак	А 203	1	600х500	
10	Реостат		1	1200х600	
11	Електрошафа	2136-030008	1	900х500	
12	Стенд для обкатки двигунів	К4-2139Б	1	600х500 2500х1200	40 кВт
13	Шафа інструментальна	Ф 503	1	1000х520	
14	Бак розширювальний для охолодження двигунів	Р 903	1	900х300	
15	Стенд для діагностування насосів системи охолодження	ОР 9822	1	860х900	
16	Верстак слюсарний	Ф 527	2	1100х700	
17	Пристрій для шліфування гнізд головок циліндрів	ЦГБ 2447	1	450х280	0,6 кВт
18	Прилад для зняття характеристик пружин	К4-040	1	1000х400 500х400	
19	Пристрій для шліфування клапанів	Р-108	1	800х600	0,25 кВт
20	Підставка		1	1800х600	
21	Пристій для правки шатунів	2211	1	580х230	
22	Тумба інструментальна		2	600х400	
23	Стелаж	С-204	1	1500х600	

24	Верстат вертикально-свердильний	ГИ-125	1	1130x800	2 кВт
25	Верстат точильно-шлифувальний	ЗБ-634	1	1000x665	4,6 кВт
26	Ящик з піском		1	400x800	
27	Візок	Б-124	1	1200x600	
28	Стенд для ремонту двигунів	2451М	1	860x970	0,6 кВт
29	Ящик для чистого ганчір'я		1	700x600	
30	Стенд для перевірки масляних насосів та фільтрів	К4-2578	1	1000x800	1 кВт
31	Підставка для перевірки колінчастих валів	ОРГ-1468	1	1200x450	
32	Стенд для розбирання двигунів		1	1560x1200	

5.4. Визначення площі ділянки

Площу ділянки по ремонту двигунів можна визначити двома за кількістю працюючих і/або за площею обраного обладнання.

Площа ділянки ремонту ДВЗ за кількістю працюючих:

$$F_{\text{від}} = f_1 + f_2 \cdot (N_{\text{яв}} - 1) = 15 + 12 \cdot (2 - 1) = 27 \text{ м}^2,$$

де f_1 - площа для першого робітника, м^2 ;

f_2 - площа на кожного наступного робітника, м^2 .

Площі ділянки за площею обраного обладнання:

$$F_{\text{від}} = S_{\text{обл.}} \cdot K_{\text{п}} = 24,52 \cdot 4 = 98,08 \text{ м}^2,$$

де $S_{\text{обл.}}$ - сумарна площа, яку займає обране обладнання, м^2 ;

$K_{\text{п}}$ - коефіцієнт щільності розташування обладнання, м^2 .

[illegible]

45

ремонту двигунів; 6 – реостат; 7 – витратомір палива; 8 – тумба для деталей кривошипно-шатунних механізмів; 9 – прилад визначення пружності поршневих кілець; 10 – стенд для контролю параметрів масляних фільтрів та насосів; 11 – верстат для притирання клапанів; 12 – верстак слюсарний з лещатами; 13 – прес; 14 – стенд для розбирання/збирання головок блоку циліндрів; 15 – верстат для шліфування клапанів; 16 – верстат для розточування циліндрів; 17 – верстат вертикально-свердлильний; 18 – верстат для хонінгування циліндрів; 19 – ванна миття деталей; 20 – установка миття блоку циліндрів; 21 – тумба інструментальна; 22 – прилад для правки шатунів; 23 – стелаж для двигунів; 24 – стелаж для приладів; 25 – стелаж для насосів систем мащення та охолодження; 26 – шафа для деталей; 27 – кран-балка; 28 – таль; 29 – оглядова канава; 30 – підйомник; 31 – вогнегасник.

Відремонтовані двигуни направляють на обкатку, яка виконується на стенді, де усуваються виявлені дефекти, проводять додаткові регулювання зазорів в газорозподільному механізмі, паливної апаратури, приводу вентилятора тощо.

ВИСНОВКИ

1. Розраховано показники технологічного процесу відновлення валика масляного насоса двигуна автомобіля МАЗ-555100.
2. Встановлено економічну доцільність запропонованого технологічного процесу відновлення валика масляного насоса, оскільки сумарна вартість процесу відновлення менша за вартість нової деталі.
3. Запропоновано пристрій для полегшення процесу ремонту валика масляного насоса двигуна автомобіля МАЗ-555100.
4. Розроблено ділянку ремонту двигунів для реалізації технологічних процесів відновлення їх деталей.

ЛІТЕРАТУРА

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 диагностика 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., Чабанный В.Я., Кухаренко В.С., Лесюк Т.П., Лауш Н.П. Основи педагогіки і організації практичного навчання. – Кіровоград: ПОЛІМЕД-сервіс, 2006. – 404 с.
7. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. – К.: Знання-Прес, 2003. – 512 с.
8. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. Організація і управління. – К.: Знання-Прес, 2004. – 478 с.
9. <https://maz-service.com.ua/val-promezhutochnyy-kpp-golyy-12753>
10. Глизманенко Д.Л. Сварка и резка металлов., М.: Высшая школа, 1985 – 495 с.
11. Кащук В.А. Справочник шлифовщика, М.: Машиностроение, 1988 – 480 с.

12. Блумберг В.А. Справочник токаря, Л.: Машиностроение, 1991 – 406 с.
13. Единый тарифно-квалификационный справочник работ и профессий рабочих. Выпуск 2. Часть 2. – М.: Экономика, 1990 – 296 с.