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

БОЙКО ВЛАДИСЛАВ ВОЛОДИМИРОВИЧ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВІДНОВЛЕННЯ ВАЛУ ШЕСТЕРНІ ПРИВОДУ ПАЛИВНОГО НАСОСУ ВИСОКОГО ТИСКУ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГУНА

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. _____ Бойко В.В.

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

Житомир – 2026

АНОТАЦІЯ

Бойко Владислав Володимирович. Удосконалення технологічного процесу відновлення валу шестерні приводу паливного насоса високого тиску дизельного двигуна - *Кваліфікаційна робота на правах рукопису.* Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавр за спеціальністю 208 Агроінженерія. – Поліський національний університет, Житомир, 2026.

В розділі 1 розглянуто призначення, конструкція, матеріал та термообробка, проаналізовано поєднання можливих дефектів валу шестерні приводу паливного насоса високого тиску дизельного двигуна, обрано раціональний спосіб відновлення та схема технологічного процесу усунення дефектів, розроблено маршрутна, операційна та карти ескізів

В розділі 2 проведено розрахунки кількості деталей в партії, показники найвигідніших режимів обробки деталі та норм часу на операції (зварювальна, токарна, наплавочна, токарна), норми виробітку та собівартості ремонту**.**

В конструкторському розділі 3 наведено призначення розробленого пристрою, його будова та принцип роботи.

В розділі 4 запропоновано проєкт слюсарно-механічної дільниці для виконання робіт з відновлення деталей двигунів, розраховано фонд робочого часу обладнання, річна трудомісткість робіт з відновлення валу шестерні приводу паливного насоса високого тиску дизельного двигуна. Проведено вибір технологічного обладнання, інструментів, інвентарю пристроїв та розрахунок площі дільниці та розташування обладнання.

У висновках зазначають результати удосконалення технологічного процесу відновлення валу шестерні приводу паливного насоса високого тиску дизельного двигуна.

Метою роботи є: розробка технологічного процесу відновлення валу шестерні приводу паливного насоса високого тиску дизельного двигуна.

Ключові слова: відновлення, технологічний процес, шестерня, привід, паливний насос, дизельний двигун.

ABSTRACT

BOYKO Vladislav Volodymyrovych. Improvement of the technological process of restoring the gear shaft of the high-pressure fuel pump drive of a diesel engine - 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, 2026.

In section 1, the purpose, design, material and heat treatment are considered, the combination of possible defects of the gear shaft of the high-pressure fuel pump drive of a diesel engine is analyzed, a rational method of restoration and a scheme of the technological process for eliminating defects are selected, route, operating and sketch maps are developed

In section 2, calculations are made of the number of parts in the batch, indicators of the most advantageous processing modes of the part and time standards for operations (welding, turning, surfacing, turning), production standards and repair costs.

In the design section 3, the purpose of the developed device, its structure and principle of operation are given.

In section 4, a project of a metalworking and mechanical section for performing work on the restoration of engine parts is proposed, the working time fund of equipment is calculated, the annual labor intensity of work on the restoration of the gear shaft of the high-pressure fuel pump drive of a diesel engine is calculated. The selection of technological equipment, tools, inventory of devices and calculation of the area of the section and the location of the equipment are carried out.

The conclusions note the results of improving the technological process of restoring the gear shaft of the high-pressure fuel pump drive of a diesel engine.

The purpose of the work is: development of a technological process for restoring the gear shaft of the high-pressure fuel pump drive of a diesel engine

Key words: restoration, technological process, gear, drive, fuel pump, diesel engine.

ЗМІСТ

ВСТУП ……..
1. ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ ……
1.2 Встановлення поєднання дефектів валу та кількості маршрутів процесу відновлення …….
1.3 Вибір раціонального способу ремонту, схема технологічного процесу усунення дефектів …….
1.4 План технологічних операцій для заданого маршруту відновлення валу шестерні ……..
1.5 Розробка маршрутної, операційної та карт ескізів ……..
2. РОЗРАХУНКОВИЙ РОЗДІЛ …….
2.1 Розрахунок кількості деталей в партії ……..
2.2 Розрахунок найвигідніших режимів обробки деталі та прогресивних норм часу на операції по заданому маршруту ….....
2.2.1 Операція 010. Зварювальна ……
2.2.2 Операція 015. Токарна ……
2.2.3 Операція 020. Наплавочна …….
2.2.4 Операція 025. Токарна ……
2.3 Розрахунок норми виробітку …….
2.4 Розрахунок собівартості ремонту …….
3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ ……..
3.1 Призначення пристрою …….
3.2 Будова і принцип роботи пристрою …….
4. ПРОЄКТ СЛЮСАРНО-МЕХАНІЧНОЇ ДІЛЬНИЦІ ……..
4.1. Призначення дільниці та види робіт ……
4.2. Фонд робочого часу обладнання слюсарно-механічної дільниці …….
4.3. Річна трудомісткість робіт з відновлення валу шестерні приводу паливного насоса високого тиску дизельного двигуна ….

4.3.1. Розрахунок скоректованої трудомісткості відновлення …….
4.3.2. Розрахунок трудомісткості робіт дільниці ……..
4.4. Вибір технологічного обладнання, інструментів,
інвентарю та пристроїв ……
4.5. Розрахунок площі дільниці ……..
4.6. Планування слюсарно-механічної дільниці та
розташування обладнання ……..
ВИСНОВКИ ……...
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ……..

ВСТУП

Втрата експлуатаційних параметрів валу шестерні приводу паливного насоса високого тиску дизельного двигуна виникає в зв'язку з тим, що в результаті умов її праці і ряду інших причин виникають різні окремі несправності (дефекти).

Сучасні методи відновлення ресурсу деталей і систем в цілому двигуна потребують вдосконалення методів ремонту, ремонтної бази, висококваліфікованих спеціалістів тощо, які здатні працювати на сучасному ремонтному обладнанні з застосуванням передових, технологічних методів відновлення.

Сьогодні державні та приватні ремонтні підприємства, що проводять відновлення ресурсу виробів, потребують оновлення та застосування передових технологій, автоматизації процесів ремонту, механізації виробничих процесів. Такі заходи повинні проводитися за дотримання та застосування технологій ресурсозбереження, застосування гнучких технологічних процесів, покращення управління підприємством.

В кваліфікаційній роботі розроблено заходи щодо удосконалення технологічного процесу ремонту валу відомої шестерні приводу паливного насоса високого тиску системи живлення дизельного двигуна. Найбільш технологічним та економічно виправданим процесом відновлення валів вважається використання вибродугова наплавка з наступною механічною обробкою.

Метод вібродугової наплавки полягає у використанні дії електричного струму на поверхню деталі з нанесенням на неї матеріалу електрода. Це проводять періодичним замиканням та розмиканням електродного дроту, що знаходиться під струмом, на поверхні деталі. Кожен цикл замикання/розмикання дроту включає в себе наступні послідовні процеси: повне замикання, відрив електрода, тримання електричної дуги та холостий хід. При цьому в процесі відриву електрода на поверхні деталі залишається

наплавленою частинка металу.

Вібродугову наплавку використовують не тільки в процесах відновлення валів, осей, стріжнів, але також для зношених поверхонь деталей зі сталі, чавунів, наприклад поверхонь під різьбу, шліці тощо. Треба зазначити, що у випадку використання вібродугової наплавки поверхню віднавлюють під номінальний розмір, що має свої технологічні переваги.

Отже, вібродугова наплавка, як спосіб відновлення поверхонь деталей, має наступні відмінності та її переваги:

- відносно невелике нагрівання деталі, що несуттєво впливає на її попередню термообробку;
- відносно мала зона термічного впливу виключає зміну геометричної форми деталі;
- висока продуктивність процесу (площа покриття може становити 8...10 $см^2$/хв.);

До недоліків відносять зниження втомної міцності деталі після проведення наплавки на 30...40%.

В роботі запропоновано пристрій для полегшення процесів відновлення деталі, а також проєктне рішення дільниці по ремонту двигунів. Заходи та пропозиції, що розроблено в кваліфікаційній роботі, підтверджено економічними розрахунками.

1. ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Призначення, конструкція, матеріал та термообробка валу шестерні приводу паливного насоса високого тиску

Вал відомої шестерні приводу паливного насоса високого тиску двигуна призначений для приводу паливного насосу через шестерню. З однієї сторони до валу через шпонку приєднаний фланець, з іншої сторони до на валу кріпиться шестерня, яка приводиться в дію від газорозподільного механізму двигуна. Фланець кріпиться до муфти, яка з'єднує його з приводом паливного насоса високого тиску.

Вал відомої шестерні приводу паливного насоса високого тиску виготовлений зі конструкційної вуглецевої сталі 45 ДСТУ 7809:2015, забезпечено міцність поверхонь валу НВ 241-286.

Вал має циліндричну ступінчасту форму. В з одного боку валу знаходиться шийка з пазом під шпонку для встановлення фланцю напівмуфти. В середній частині валу передбачено посадочні місця під кулькові підшипники та шийка ущільнювального сальника. З іншого боку валу розташовано шийка з пазом під шпонку шестерні приводу та різьба для гайки фіксації шестерні. Поверхні вала термічній обробці не підлягають.

Аналіз технічної літератури показує, що основними дефектами валу є:

- зношення канавки під шпонку;
- зношення шийок під шестерню та підшипники;
- зношення шийки під сальник;
- зношення шийки під фланець напівмуфти;
- зношення різьби під гайку шестерні.

Зношення шпонкової канавки відбувається по ширині та з'являється при неякісному збиранні з'єднання, ударних та знакозмінних навантаженнях на привід паливного насосу високого тиску двигуна.

Зношення шийок підшипників та шестерню приводу виникає за неякісного збирання, недостатнього змащування підшипників, перекосах валу приводу та валів паливного насоса високого тиску. Зношення шийки під сальник виникає внаслідок попадання бруду, продуктів зношування, тривалої експлуатації Зношення шийки під фланець напівмуфти спостерігається внаслідок порушення кріплення фланця, наприклад, при порушенні співвісності валу приводу та валу насоса. Зношення різьби під гайку шестерні виникає внаслідок монтажу та демонтажу шестерні приводу в експлуатації, великих значень осьової силі, що виникає за порушень регулювання приводу та недотримання технологічних умов затяжки гайки.

1.2 Встановлення поєднання дефектів валу та кількості маршрутів процесу відновлення

Результати пропозицій щодо поєднання дефектів та встановлення кількості маршрутів процесу відновлення представлено в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Поєднання дефектів валу шестерні приводу паливного насоса високого тиску

Номер маршруту	Номер дефекту	Вид дефекту
1	1	Зношення шпонкової канавки по ширині
	2	Зношення шийок під підшипники і шестерню
2	2	Зношення шийок під підшипники і шестерню
	5	Зношення різьби під гайку шестерні
3	2	Зношення шийок під підшипники і шестерню
	3	Зношення шийки під сальник
4	1	Зношення шпонкової канавки по ширині
5	2	Зношення шийок під підшипники і шестерню
	3	Зношення шийки під сальник
	4	Зношення шийки під фланець напівмуфти
	5	Зношення різьби під гайку шестерні

Для проведення подальших розрахунків обираємо маршрут №1, оскільки всі дефекти даного маршруту потребують виконання однакових операцій.

1.3 Вибір раціонального способу ремонту, схема технологічного процесу усунення дефектів

Запропоновані спосіб ремонту та схема технологічного процесу відновлення валу шестерні приводу паливного насоса високого тиску зведено в табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – Вибір способу усунення дефектів та операції щодо відновлення поверхонь деталі

Номер дефекту	Вид дефекту	Спосіб усунення	Схема технологічного процесу
1	Зношення шпонкового пазу	Найбільш раціональним способом усунення даного дефекту є заплавка зношеного шпонкового пазу ручною електродуговою наплавкою з наступним фрезерування шпонкового пазу по розміру робочого креслення. Цей спосіб не потребує великої кваліфікації працівників, не потребує великих витрат на матеріали і застосування великої кількості обладнання, а забезпечує відповідно високу якість ремонту.	Операція 1. Зварювальна Операція 2. Шліфувальна Операція 3. Фрезерувальна Операція 4. Контрольна
2	Зношення шийок під підшипники і шестерню	Найбільш раціональним способом усунення даного дефекту є автоматична вібродугова наплавка с наступним шліфуванням до розміру робочого креслення. Вібродугова наплавка дає можливість наплавляти деталі різних діаметрів.	Операція 1. Токарна Операція 2. Наплавочна Операція 3. Токарна Операція 4. Шліфувальна Операція 5. Контрольна

		Перевагами даного способу відновлення є невелике нагрівання деталей (до 100^0С), що не виявляє вплив на їх термообробку; досить висока продуктивність процесу, яка за площею покриття становить 8...10 см/хв. (до 2,6 кг/год.); відсутність суттєвих структурних змін поверхні деталі (зони термічного впливу при наплавленні незагартованих деталей 0,6...1,5 мм і загартованих - 1,8...4,0 мм), що дозволяє наплавляти деталі малого діаметра (від 8мм), не побоюючись їх пропалювання або викривлення; деформація деталей в 6...12 разів менша, ніж при наплавці під флюсом.	

1.4 План технологічних операцій для заданого маршруту відновлення валу шестерні

План технологічних операцій відновлення валу шестерні приводу паливного насоса високого тиску зведено в табл. 1.3.

Таблиця 1.3 – План технологічних операцій відновлення валу шестерні

Номер операції	Вид операції	Роботи щодо виконання
010	Зварювальна	Заплавити ручною електродуговою наплавкою шпонкову канавку шириною 6,02 мм, глибиною 6 мм, довжиною 20 мм
015	Токарна	Проточити зношену шийку під підшипник: 1 – від діаметра 24,98 мм до діаметра 22 мм на довжину 40 мм; 2 – від діаметра 24,98 мм до діаметра 22 мм на довжину 15 мм.
020	Наплавочна	Наплавити проточену шийку під підшипник: 1 – від діаметра 22 мм до діаметра 28 мм на

		довжину 40 мм; 2 – від діаметра 22 мм до діаметра 28 мм на довжину 15 мм
025	Токарна	Проточити наплавлену шийку під підшипник: 1 – від діаметра 28 мм до діаметра 25,2 мм на довжину 40 мм; 2 – від діаметра 28 мм до діаметра 25,2 мм на довжину 15 мм. Зняти фаску $1,5^{+0,2}\times45^{0}$. Зняти фаску $0,5^{+0,2}\times45^{0}$.
030	Шліфувальна	Шліфувати проточену шийку під підшипник: 1 – від діаметра 25,2 мм до діаметра 25,002 мм на довжину 38,5 мм; 2 – від діаметра від діаметра 25,2 мм до діаметра 25,002 мм на довжину 14,5 мм
035	Фрезерна	Фрезерувати шпонковий паз шириною 5,95 мм, глибиною 6 мм, довжиною 20 мм.
040	Контрольна	Проконтролювати розміри відновлених поверхонь деталі

Розбивка операцій на переходи, операційні дії, обране обладнання, установочних баз, пристроїв, матеріалів, інструменту та призначення кваліфікації виконавця зведено в табл. 1.4.

Таблиця 1.4 – Призначення переходів, дій, обладнання, установочних баз, пристроїв, матеріалів, інструменту та кваліфікації виконавця

Операція	Перехід	Дії виконавця	Обладнання, установочних баз, пристроїв, матеріалів, інструменту та кваліфікації виконавця
010. Зварювальна	А	Встановити і закріпити деталь. Заплавити ручною електродуговою наплавкою шпонкову канавку шириною 6,02 мм, глибиною 6 мм, довжиною 20 мм.	Обрано зварювальний трансформатор ТСП-2, випрямляч ВД-310, перетворювач ПСО-300, стіл зварювальника ССН-3. Для кріплення деталі при заплавочній операції вибрано основну базу (циліндрична шийка). Для встановлення і кріплення деталі використано лещата верстатні мод.ГМ-7216П
	Б	Зняти деталь	

			(7200-0215-02 за ГОСТ 16518-96). Електроди $\frac{Э42А-УОНИ-13/45-3{,}0-УД}{Е41\,2(5)-Б-10}$ ГОСТ 9466-75. Для виконання операції використовується молоток слюсарний стальний 7850-0105Ц15 хр ГОСТ 2310-77 масою 0,8 кг, щітка металева 5-ти рядна. Вимірювального інструменту не передбачено. Для виконання заплавочної операції обрано електро-зварювальника ручного зварювання 3-го розряду [21].
015. Токарна	А	Встановити і закріпити деталь.	Для виконання токарної операції вибрано токарно-гвинторізний верстат 1А616К [1]. Для кріплення деталі при токарній обробці вибрано основну базу (центрувальні отвори деталі) і допоміжну базу (циліндрична шийка). Для виконання токарної операції вибрано токарно-гвинторізний верстат 1А616К [1]. Для встановлення і кріплення деталі призначено патрон цанговий власного виготовлення (конструкторський розділ), центр обертальний верстатний А-1-2-НП ГОСТ 8742-75 [23]. Для виконання операції використовується змащувально-охолоджувальна рідина
	1	Проточити зношену шийку під підшипник і шестерню від діаметра 24,98 мм до діаметра 22 мм на довжину 40 мм	
	Б	Перевстано-вити супорт	
	2	Проточити зношену шийку під підшипник від діаметра 24,98 мм до діаметра 22 мм на довжину 15 мм.	
	В	Зняти деталь	

			Укринол-1 3…5% ТУ 38-101-197-76 [1]. Для встановлення і кріплення деталі призначено патрон цанговий власного виготовлення, центр обертальний верстатний А-1-2-НП ГОСТ 8742-75 [23]. Для виконання операції використовується змащувально-охолоджувальна рідина Укринол-1 3…5% ТУ 38-101-197-76 [1]. Для виконання операції вибрано прохідний відігнутий різець Т15К6 16×10×100×45^0 ГОСТ 18877-88 [1]. Вибрано штангенциркуль ШЦ-ІІ-150-0,1 ГОСТ 166-89 [1]. Для виконання токарної операції з врахуванням складності роботи, згідно тарифно-кваліфікаційного довідника [21], вибрано токаря 3-го розряду [1].
020. Наплавочна	А	Встановити і закріпити деталь.	Для виконання операції вибрано переобладнаний токарно-гвинторізний верстат 1К62 [1], перетворювач ПСО-300, головка вібродугова ОКС-6569 [1]. Для кріплення деталі при наплавочній операції вибрано основну базу (центрувальні отвори деталі) і допоміжну базу (циліндрична шийка). Для встановлення і кріплення деталі призначено
	1	Наплавити проточену шийку під підшипник і шестерню від діаметра 22 мм до діаметра 28 мм на довжину 40 мм	
	Б	Перевстановити наплавочну головку	

	2	Наплавити проточену шийку під підшипник від діаметра 22 мм до діаметра 28 мм на довжину 15 мм.	патрон цанговий власного виготовлення (конструкторський розділ), центр обертальний верстатний А-1-2-НП ГОСТ 8742-75 [23]. Для виконання даної операції використано зварювально-наплавочний дріт Св-18 ХГС ГОСТ 2246-88 [1]. Для виконання операції ріжучий інструмент не застосовується. Вибрано штангенциркуль ШЦ-II-150-0,1 ГОСТ 166-89 [1]. Для виконання наплавочної операції з врахуванням складності виконуємої роботи, згідно тарифно-кваліфікаційного довідника [21], вибрано зварювальника-верстатника 3-го розряду [1].
	В	Зняти деталь.	
025. Токарна	А	Встановити і закріпити деталь.	Для виконання токарної операції вибрано токарно-гвинторізний верстат 1А616К [1]. Для кріплення деталі при токарній обробці вибрано основну базу (центрувальні отвори деталі) і допоміжну базу (циліндрична шийка). Для встановлення і кріплення деталі призначено патрон цанговий власного виготовлення (конструкторський розділ), центр обертальний верстатний А-1-2-НП ГОСТ 8742-75 [23]. Для виконання операції використовується
	1	Проточити наплавлену шийку під підшипник і шестерню від діаметра 28 мм до діаметра 25,2 мм на довжину 40 мм	
	Б	Повернути 4-х різцеву головку на 180^0	
	2	Зняти фаску $1{,}5^{+0,2}\times45^0$.	

	В	Повернути 4-х різцеву головку на 180^0	змащувально-охолоджувальна рідина Укринол-1 3…5% ТУ 38-101-197-76 [1]. Для виконання операції вибрано прохідний відігнутий різець Т15К6 $16\times10\times100\times45^0$ ГОСТ 18877-88 [1]. 1.5.6.2 Підбір вимірювального інструменту Вибрано штангенциркуль ШЦ-ІІ-150-0,1 ГОСТ 166-89 [1, дод.2]. 1.5.7 Встановлення кваліфікації робітника Для виконання токарної операції з врахуванням складності виконуємої роботи, згідно тарифно-кваліфікаційного довідника [21], вибрано токаря 3-го розряду 19149 [1, дод.1].
	З	Проточити наплавлену шийку під підшипник від діаметра 28 мм до діаметра 25,2 мм на довжину 15 мм.	
	Г	Повернути 4-х різцеву головку на 180^0	
	4	Зняти фаску $0,5^{+0,2}\times45^0$.	
	Д	Зняти деталь.	
030. Шліфувальна	А	Встановити і закріпити деталь.	Для виконання шліфувальної операції вибрано круглошліфувальний верстат 3Б-151 [1]. Для кріплення деталі при шліфувальній обробці вибрано основну базу (центрувальні отвори деталі) і допоміжну базу (циліндрична шийка). 1.5.4 Підбір пристрою Для встановлення і кріплення деталі призначено патрон цанговий власного виготовлення (конструкторський розділ), центр обертальний верстатний А-1-2-НП ГОСТ 8742-75 [23].
	1	Шліфувати проточену шийку під підшипник і шестерню від діаметра 25,2 мм до діаметра 25,002 мм на довжину 38,5 мм.	
	Б	Змінити режим роботи верстату	
	2	Шліфувати проточену шийку під підшипник від	

		діаметра 25,2 мм до діаметра 25,002 мм на довжину 14,5 мм	Для виконання операції використовується змащувально-охолоджувальна рідина Укринол-1 2…3% ТУ 38-101-197-76 [1]. Для операції матеріал не використовується. Для виконання даної операції вибрано шліфувальний круг ПП250×25×127 15А 10-П С2 7 К1А 35 м/с А 1 кл. ГОСТ 2424-83. Вибрано мікрометр МК50-1 ГОСТ 6507-90 [1]. Для виконання шліфувальної операції з врахуванням складності виконуємої роботи, згідно тарифно-кваліфікаційного довідника, вибрано шліфувальника 4-го розряду [21]. Для виконання шліфувальної операції вибрано круглошліфувальний верстат 3Б-151 [1]. Для кріплення деталі при шліфувальній обробці вибрано основну базу (центрувальні отвори деталі) і допоміжну базу (циліндрична шийка). Для встановлення і кріплення деталі призначено патрон цанговий власного виготовлення, центр обертальний верстатний А-1-2-НП ГОСТ 8742-75 [23]. Для виконання операції використовується змащувально-
	В	Зняти деталь.	

			охолоджувальна рідина Укринол-1 2…3% ТУ 38-101-197-76 [1]. Для виконання даної операції вибрано шліфувальний круг ПП250×25×127 15А 10-П С2 7 К1А 35 м/с А 1 кл. ГОСТ 2424-83. Мікрометр МК50-1 ГОСТ 6507-90 [1]. Для виконання шліфувальної операції з врахуванням складності виконуємої роботи, згідно тарифно-кваліфікаційного довідника, вибрано шліфувальника 4-го розряду [21]
035. Фрезерна	А	Встановити і закріпити деталь. Фрезерувати шпонковий паз шириною 5,95 мм, глибиною 6 мм, довжиною 20 мм.	Для виконання фрезерної операції використовується верстат горизонтально-фрезерний 6М81Г [1]. Для кріплення деталі при фрезерній обробці вибрано основну базу (циліндричні шийки під підшипники). Для встановлення і кріплення деталі використано призми, прихвати з болтами 7011-0054 ГОСТ 12937-67. Для виконання операції використовується змащувально-охолоджувальна рідина Укринол-1 3…5% ТУ 38-101-197-76 [1]. Для виконання операції вибрано фрезу дискову пазову 2250-0004 ГОСТ 3964-69, рашпіль Е-250№4. Вибрано калібр пазовий 8154-0221-6 ГОСТ 24121-80.
	Б	Зняти деталь	

			Для виконання фрезерної операції з врахуванням складності виконуємої роботи, згідно тарифно-кваліфікаційного довідника [21], вибрано фрезерувальника 3-го розряду [1].
040. Контрольна		Проконтролювати розміри відновлених поверхонь деталі.	

1.5 Розробка маршрутної, операційної та карт ескізів

В додатку до пояснювальної записки курсового проєкту приведено маршрутну карту, яка виконана по формі згідно Державного стандарту 31105-88 [1]. Операційні карти виконані згідно Державного стандарту 31102-88 на обрані операції маршруту та наведено в додатку [1].

Карти ескізів включають в себе детальну інформацію щодо обробки поверхонь деталі для кожної конкретної операції, режими обробки та норми часу.

2 РОЗРАХУНКОВИЙ РОЗДІЛ

2.1 Розрахунок кількості деталей в партії

В умовах ремонтного виробництва розмір партії деталей приймають рівним місячній чи квартальній потребі в ремонтуємих деталей.

$$Z = \frac{N \cdot K_р \cdot m}{12} = \frac{500 \cdot 0{,}95 \cdot 1}{12} = 39{,}6 \text{ шт.}, \qquad (2.1)$$

де N = 500 – прийнята річна програма;

$K_р$ = 0,97 – коефіцієнт ремонту деталі;

m = 1 – кількість однакових деталей у вузлі;

12 – кількість місяців в році;

Приймаємо: Z = 40 деталей.

2.2 Розрахунок найвигідніших режимів обробки деталі та прогресивних норм часу на операції по заданому маршруту

2.2.1 Операція 010. Зварювальна

Заплавити ручною електродуговою зваркою шпонкову канавку шириною 6,02 мм, глибиною 6 мм, довжиною 20 мм.

Перехід А

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

Перехід 1

Розрахунок режимів:

B = 6,02 мм – ширина канавки;

H = 6 мм – глибина канавки;

l = 20 мм – довжина канавки;

$j = 7{,}5$ г/см^3 – густина металу, що наплавляється [5];

$\alpha = 7{,}25$ г/А·год. – коефіцієнт наплавки [5];

$d_e = 3$ мм – діаметр електроду;

I – сила зварного струму , А

Розрахунок сили струму, А:

$$I = (20 + 6 \cdot d_e) \cdot d_e = (20 + 6 \cdot 3) \cdot 3 = 114 \qquad (2.2)$$

Маса наплавленого металу, г:

$$G = \frac{2}{3} \cdot B \cdot H \cdot L \cdot j = \frac{2}{3} \cdot 0{,}602 \cdot 0{,}6 \cdot 2{,}0 \cdot 7{,}5 = 3{,}6 \qquad (2.3)$$

Основний час, хв.:

$$T_o = \frac{60 \cdot G}{I \cdot \alpha} = \frac{60 \cdot 3{,}6}{114 \cdot 7{,}25} = 0{,}26 \qquad (2.4)$$

Допоміжний час, пов’язаний із заплавленням канавки $T_{д2} = 0{,}8$ хв. [5]. Допоміжний час на операцію, хв.:

$$T_д = T_{д1} + T_{д2} = 0{,}3 + 0{,}8 = 1{,}1 \qquad (2.5)$$

Оперативний час, хв.:

$$T_{оп} = T_o + T_д = 0{,}26 + 1{,}1 = 1{,}36 \qquad (2.6)$$

Додатковий час, хв.:

$$T_{дод} = \frac{К_{дод} \cdot T_{оп}}{100} = \frac{10 \cdot 1{,}36}{100} = 0{,}14, \qquad (2.7)$$

де $К_{дод}$ = 10% – відсоток додаткового часу від оперативного [5]

Штучний час, хв.:

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{дод} = 1{,}36 + 0{,}14 = 1{,}5 \qquad (2.8)$$

Підготовчо-заключний час $T_{п-з}$ = 10 хв. [5]. Норма часу на операцію 1, хв.:

$$T_{н1} = T_{шт} + \frac{T_{п-з}}{Z} = 1{,}5 + \frac{10}{40} = 1{,}75 \qquad (2.9)$$

2.2.2 Операція 015. Токарна

Перехід А. Допоміжний час на установлення, кріплення, перевстановлення і зняття деталі $T_{д1}$ = 0,9 хв. [5].

Перехід 1. Проточити зношену шийку під підшипник і шестерню від діаметра 24,98 мм до діаметра 22 мм на довжину 40 мм

Припуск, мм:

$$h = \frac{D - d}{2} = \frac{24{,}98 - 22}{2} = 1{,}49, \qquad (2.10)$$

де D = 24,98 – діаметр шийки до точіння, мм;

d = 22 – діаметр після точіння, мм;

Кількість проходів:

$$i = \frac{h}{t} = \frac{1{,}49}{1{,}49} = 1 \text{ прохід} \qquad (2.11)$$

де t = 1,49 мм – глибина різання (до 10 мм);

Розрахункова довжина точіння, мм:

$$L = l + l_1 + l_2 = 40 + 2 = 42 \text{ мм} \qquad (2.12)$$

де $l = 40$ мм – довжина поверхні точіння (по кресленню);

$l_1 + l_2 = 2$ мм – величина врізання і перебігу різця [5];

Розрахункова швидкість різання, м/хв. [5]:

$$\nu_р = \nu_т \cdot K_м \cdot K_{мр} \cdot K_х \cdot K_{ох} = 63 \cdot 1{,}31 \cdot 3{,}0 \cdot 0{,}85 \cdot 1{,}0 = 210{,}5, \qquad (2.13)$$

де $S_т = 0{,}15\text{-}0{,}4$ мм/об. – повздовжня подача;

$S_{вр} = 0{,}32$ мм/об. – верстатна подача [1];

$\nu_т = 63$ м/хв. – теоретична швидкість різання;

$K_м = 1{,}31$ – коефіцієнт матеріалу деталі;

$K_х = 0{,}85$ – коефіцієнт чистоти поверхні, що обробляється;

$K_{мр} = 3{,}0$ – коефіцієнт матеріалу різця;

$K_{ох} = 1{,}0$ – коефіцієнт використання охолодження.

Частота обертання деталі, об/хв.:

$$n_т = 318 \cdot \frac{\nu_р}{d} = 318 \cdot \frac{210{,}5}{22} = 3043, \qquad (2.14)$$

де $n_{вр} = 1800$ об/хв. – верстатна частота обертання деталі [1];

Основний час на перехід 1, хв.:

$$T_{о1} = \frac{L \cdot i}{n_{вр} \cdot S_{вр}} = \frac{42 \cdot 1}{1800 \cdot 0{,}32} = 0{,}07 \qquad (2.15)$$

Допоміжний час, пов'язаний з проходом $T_{д2} = 0{,}6$ хв. [5].

Перехід Б. Перевстановити супорт.

Допоміжний час на перевстановлення супорта $T_{д3} = 0{,}14$ хв. [5].

Перехід 2. Проточити зношену шийку під підшипник від діаметра 24,98 мм до діаметра 22 мм на довжину 15 мм.

Режим обробки аналогічний переходу 1. Розрахункова довжина точіння, мм:

$$L = l + l_1 + l_2 = 15 + 2 = 17$$

Основний час на перехід 2, хв.:

$$T_{o2} = \frac{L \cdot i}{n_{вр} \cdot S_{вр}} = \frac{17 \cdot 1}{1800 \cdot 0,32} = 0,03$$

Допоміжний час, пов'язаний з проходом $T_{д4} = 0,6$ хв. [5]. Основний час на операцію, хв.:

$$T_o = T_{o1} + T_{o2} = 0,07 + 0,03 = 0,1$$

Загальний допоміжний час, хв.:

$$T_д = T_{д1} + T_{д2} + T_{д3} + T_{д4} = 0,9 + 0,6 + 0,14 + 0,6 = 2,24 \text{ хв.}$$

Оперативний час, хв.:

$$T_{оп} = T_o + T_д = 0,1 + 2,24 = 2,34 \text{ хв.}$$

Додатковий час, хв.:

$$T_{дод} = \frac{T_{оп} \cdot К_{дод}}{100} = \frac{2,34 \cdot 6,5}{100} = 0,15,$$

де $К_{дод} = 6,5$ – коефіцієнт додаткового часу відносно оперативного [5].

Штучний час, хв.:

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{дод} = 2,34 + 0,15 = 2,49.$$

Підготовчо-заключний час $T_{п-з}$=12 хв. [5]. Норма часу на операцію 2, хв.:

$$T_{н2} = T_{шт} + \frac{T_{п-з}}{Z} = 2,49 + \frac{12}{40} = 2,79$$

2.2.3 Операція 020. Наплавочна

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

Перехід 1. Наплавити проточену шийку під підшипник і шестерню від діаметра 22 мм до діаметра 28 мм на довжину 40 мм.

Припуск на наплавку, мм:

$$h = \frac{D-d}{2} = \frac{28-22}{2} = 3,0$$

де d = 22 мм – діаметр шийки до наплавки;

D = 28 мм – діаметр шийки після наплавки;

l = 40 мм – довжина наплавки (по кресленню)

t = 1,5 мм – товщина наплавленого шару за один прохід [5];

Число проходів, [5]:

$$i = \frac{h}{t} = \frac{3,0}{1,5} = 2,$$

де $S_т = 1,8$ мм/об. – крок наплавки (подача);

$S_{вр} = 1,6$ мм/об. – верстатна подача [1];

$\nu_н = 1,0$ м/хв. – швидкість наплавки;

$\nu_{др} = 1,0$ м/хв. – швидкість подачі дроту;

$d_{др} = 2,0$ мм – діаметр дроту;

$\eta = 0,85$ – коефіцієнт наплавки

Частота обертання деталі, об/хв.:

$$n_р = 250 \cdot \frac{\nu_{др} \cdot d_{др}^2 \cdot \eta}{S_в \cdot h \cdot D} = 250 \cdot \frac{1,0 \cdot 2,0^2 \cdot 0,85}{1,6 \cdot 3,0 \cdot 28} = 6,3 \quad (2.16)$$

де $n_{вр} = 6,5$ об/хв. – верстатна частота [1].

Основний час на перехід 1, хв.:

$$T_{о1} = \frac{L \cdot i}{n_{вр} \cdot S_{вр}} = \frac{40 \cdot 2}{6,5 \cdot 1,6} = 7,69$$

Допоміжний час наплавки $T_{д2} = 0,9 \cdot 2 = 1,8$ хв. [5].

Перехід Б. Перевстановити наплавочну головку.

Допоміжний час на перевстановлення головки $T_{д3} = 0,14$ хв. [5].

Перехід 2. Наплавити шийку під підшипник від діаметра 22 мм до діаметра 28 мм на довжину 15 мм.

Режим наплавки аналогічно переходу 1. Основний час на перехід 2, хв.:

$$T_{о2} = \frac{L \cdot i}{n_{вр} \cdot S_{вр}} = \frac{15 \cdot 2}{6,5 \cdot 1,6} = 2,88$$

Допоміжний час наплавки $T_{д4} = 0,9 \cdot 2 = 1,8$ хв. [5]. Основний час на операцію, хв.:

$$T_о = T_{о1} + T_{о2} = 7,69 + 2,88 = 10,57$$

Загальний допоміжний час, хв.:

$$T_д = T_{д1} + T_{д2} + T_{д3} + T_{д4} = 1,0 + 1,8 + 0,14 + 1,8 = 4,74$$

Оперативний час, хв.:

$$T_{оп} = T_о + T_д = 10,57 + 4,74 = 15,31$$

Додатковий час, хв.:

$$T_{дод} = \frac{К_{дод} \cdot T_{оп}}{100} = \frac{15 \cdot 15,31}{100} = 2,30,$$

де $К_{дод} = 15\%$ – відсоток додаткового часу від оперативного [5].

Штучний час, хв.:

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{дод} = 15,31 + 2,30 = 17,61$$

Підготовчо-заключний час $T_{п-з} = 16$ хв. [5]. Норма часу на операцію 3, хв.:

$$T_{н3} = T_{шт} + \frac{T_{п-з}}{Z} = 17,61 + \frac{16}{40} = 18,01$$

2.2.4 Операція 025. Токарна

Перехід А. Допоміжний час на установлення, кріплення, перевстановлення і зняття деталі $T_{д1} = 0,9$ хв. [5].

Перехід 1. Проточити шийку під підшипник і шестерню від діаметра 28 мм до діаметра 25,2 мм на довжину 40 мм.

Припуск на обробку, мм:

$$h = \frac{D - d}{2} = \frac{28 - 25,2}{2} = 1,4,$$

де D = 28 мм – діаметр шийки до точіння;

d = 25,2 мм – діаметр після точіння;

Розрахункова довжина точіння, мм

$L = l + l_1 + l_2 = 40 + 2 = 42,$

де l = 40 мм – довжина поверхні точіння (по кресленню);

$l_1 + l_2$ = 2 мм – величина врізання і перебігу різця [5];

Кількість проходів [5]:

$$i = \frac{h}{t} = \frac{1,4}{1,4} = 1,$$

де t = 1,4 мм – глибина різання (до 10 мм);

$S_т$ = 0,15-0,2 мм/об. – повздовжня подача;

$S_{вр}$ = 0,195 мм/об. – верстатна подача [1];

$\nu_т$ = 88 м/хв. – теоретична швидкість різання;

$К_м$ = 1,31 – коефіцієнт, в залежності від матеріалу деталі;

$К_х$ = 0,75 – коефіцієнт чистоти поверхні, що обробляється;

$К_{мр}$ = 3,0 – коефіцієнт матеріалу різця;

$К_{ох}$ = 1,0 – коефіцієнт застосування охолодження.

Розрахункова швидкість різання:

$$\nu_р = \nu_т \cdot К_м \cdot К_{мр} \cdot К_х \cdot К_{ох} = 88 \cdot 1,31 \cdot 3,0 \cdot 0,75 \cdot 1,0 = 259,4 \text{ м/хв.}$$

Частота обертання деталі:

$$n_т = 318 \cdot \frac{\nu_р}{d} = 318 \cdot \frac{259,4}{25,2} = 3273 \text{ об/хв.}$$

$n_{вр}$ = 1800 об/хв. – верстатна частота обертання деталі [1]

Основний час на перехід 1:

$$T_{o1} = \frac{L \cdot i}{n_{вр} \cdot S_{вр}} = \frac{42 \cdot 1}{1800 \cdot 0{,}195} = 0{,}12 \text{ хв.}$$

Допоміжний час, пов'язаний з проходом $T_{д2} = 0{,}6$ хв. [5].

Перехід Б. Повернути 4-х різцеву головку на 180^0 .

Допоміжний час на поворот 4-х різцевої головки на 180^0 $T_{д3} = 0{,}07$ хв. [5].

Перехід 2. Зняти фаску $1{,}5^{+0{,}2} \times 45^0$.

Режим обробки прийнято по переходу 1.

Основний час на точіння фаски $T_{o2} = 0{,}05$ хв. [5]. Допоміжний час, пов'язаний з проходом $T_{д4} = 0{,}06$ хв. [5]

Перехід В. Повернути 4-х різцеву головку на 180^0

Допоміжний час на поворот 4-х різцевої головки на 180^0 $T_{д5} = 0{,}07$ хв. [5].

Перехід 3. Проточити наплавлену шийку під підшипник від діаметра 28 мм до діаметра 25,2 мм на довжину 15 мм.

Режим обробки аналогічний переходу 1.

Розрахункова довжина точіння, мм:

$$L = l + l_1 + l_2 = 15 + 2 = 17$$

Основний час на перехід 3, хв.:

$$T_{o3} = \frac{L \cdot i}{n_{вр} \cdot S_{вр}} = \frac{17 \cdot 1}{1800 \cdot 0{,}195} = 0{,}05$$

Допоміжний час, пов'язаний з проходом $T_{д6} = 0{,}6$ хв. [5].

Перехід Г. Повернути 4-х різцеву головку на 180^0 .

Допоміжний час на поворот 4-х різцевої головки на 180^0 $T_{д7} = 0{,}07$ хв. [5].

Перехід 4. Зняти фаску $0{,}5^{+0{,}5} \times 45^0$.

Режим обробки прийнято по переходу 3.

Основний час на обточування фаски $T_{о4} = 0,05$ хв. [5]. Допоміжний час, пов'язаний з проходом $T_{д8} = 0,06$ хв. [5].

Основний час на операцію, хв.:

$$T_о = T_{о1} + T_{о2} + T_{о3} + T_{о4} = 0,12 + 0,05 + 0,05 + 0,05 = 0,27$$

Загальний допоміжний час, хв.:

$$T_д = T_{д1} + T_{д2} + T_{д3} + T_{д4} + T_{д5} + T_{д6} + T_{д7} + T_{д8} = 0,9 + 0,6 + 0,07 + \\ + 0,06 + 0,07 + 0,6 + 0,07 + 0,06 = 2,43$$

Оперативний час, хв.:

$$T_{оп} = T_о + T_д = 0,27 + 2,43 = 2,7 \text{ хв.}$$

Додатковий час, хв.:

$$T_{дод} = \frac{T_{оп} \cdot K_{дод}}{100} = \frac{2,7 \cdot 6,5}{100} = 0,18 \text{ хв.},$$

де $K_{дод} = 6,5\%$ – відсоток додаткового часу від оперативного[5, табл.25].

Штучний час, хв.:

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{дод} = 2,7 + 0,18 = 2,88 \text{ хв.}$$

Підготовчо-заключний час, хв $T_{п-з} = 12$ хв. [5]. Норма часу на операцію 4, хв.:

$$T_{н4} = T_{шт} + \frac{T_{п-з}}{Z} = 2,88 + \frac{12}{40} = 3,18.$$

2.3 Розрахунок норми виробітку

Розрахунок норми часу на ремонт деталі по прийнятому маршруту виконано в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Норма часу на ремонт деталі

Операція	Норма часу $T_{ні}$, хв.
010 Зварювальна	1,75
015 Токарна	2,79
020 Наплавочна	18,01
025 Токарна	3,18
Всього	25,73

Норма виробітку визначається [20], шт.:

$$Н_в = \frac{480}{\sum T_{ні}} = \frac{480}{25{,}73} = 18{,}7, \qquad (2.19)$$

де $\Sigma T_{ні} = 25{,}73$ хв. – норма часу на ремонт деталі;

480 хв. – середньостатистична тривалість робочої зміни робітника.

За результатами (2.19) приймаємо $Н_в = 19$ шт./зміну

2.4 Розрахунок собівартості ремонту

Для повної оцінки вартості вибраного способу ремонту виконується розрахунок витрат на відновлення валу шестерні приводу паливного насоса високого тиску дизельного двигуна. Ці затрати визначаються за формулою:

$$С_р = С_з + С_м + С_{ФОП} + С_{нар} + С_ц + С_{об} + С_{ін}, \qquad (2.20)$$

де $С_з$ – залишкова вартість деталі (3..6% від собівартості нової деталі), грн [1];

$С_м$ – вартість матеріалів, що використано для відновлення, грн;

$С_{ФОП}$ – фонд оплати праці, грн;

$С_{нар}$ – нарахування на заробітну плату від основної і додаткової заробітної плати, , грн;

$С_{ц}$ – накладні цехові витрати, грн;

$С_{об}$ – витрати на утримання і експлуатацію обладнання, грн;

$С_{ін}$ – інші витрати, грн..

Залишкова вартість деталі, грн:

$$С_{з} = К_{з} \cdot С_{н} = 0,03 \cdot 350,00 = 10,50, \qquad (2.21)$$

де $К_{з} = 0,03…0,06$ – коефіцієнт залишкової вартості деталі [1];

$С_{н} = 350,00$ грн. – прейскурантна вартість нової деталі.

Розцінки по операціях, грн.:

$$Р_{1} = \frac{С_{1} \cdot Т_{н1}}{60} = \frac{52,25 \cdot 1,75}{60} = 1,52, \qquad (2.22)$$

де $Т_{н1} = 1,75$ хв. – норма калькуляційного часу на зварювальну операцію

Визначення розцінок по іншим операціям виконується аналогічно та зведені в таблицю 2.2.

Таблиця 2.2 – Визначення розцінок по операціях

Операція	Норма часу на операцію $Т_{ні}$, хв.	Розряд виконавця	Годинна тарифна ставка $С_{і}$, грн.	Розцінка $Р_{і}$, грн.
010 Зварювальна	1,75	3	52,25	1,52
015 Токарна	2,79	3	52,25	2,43
020 Наплавочна	18,01	3	52,25	15,68
025 Токарна	3,18	3	52,25	2,77

Визначення премії, грн.:

$$С_{п1} = \frac{К_п \cdot Р_1}{100} = \frac{25 \cdot 1{,}52}{100} = 0{,}38, \qquad (2.23)$$

де $К_п$ = 10...40% – відсоток премії від основної заробітної плати [1, с.74].

Розрахунок фонду основної оплати праці, грн.:

$$ОП_{осн1} = Р_1 + С_{п1} = 1{,}52 + 0{,}38 = 1{,}90 \text{ грн.} \qquad (2.24)$$

Визначення додаткової заробітної плати, грн.:

$$С_{дзп1} = \frac{К_{дзп} \cdot ОП_{осн1}}{100} = \frac{15 \cdot 1{,}90}{100} = 0{,}29 \text{ грн.}, \qquad (2.25)$$

де $К_{дзп}$ = 10…20% – відсоток додаткової заробітної плати [1, с.75].

Фонд оплати праці, грн.:

$$С_{ФОП1} = ОП_{осн1} + С_{дзп1} = 1{,}90 + 0{,}29 = 2{,}19 \text{ грн.} \qquad (2.26)$$

Для інших операцій технологічного процесу ремонту деталі по заданому маршруту розрахунки виконуються аналогічно. Результати розрахунків зведено в таблицю 2.3.

Таблиця 2.3 – Визначення фонду оплати праці

Операція	$Р_і$, грн.	$К_п$	$С_{пі}$, грн.	$ОП_{осні}$, грн.	$К_{дзп}$	$С_{дзпі}$, грн.	$С_{ФОПі}$, грн.
010 Зварювальна	1,52	25	0,38	1,90	15	0,29	2,19
015 Токарна	2,43	25	0,61	3,04	15	0,46	3,50
020 Наплавочна	15,68	25	3,92	19,60	15	2,94	22,54
025 Токарна	2,77	25	0,69	3,46	15	0,52	3,98

Визначення вартості матеріалів, затрачених на відновлення ресурсу деталі, грн.:

$$С_{м1} = К_{м1} \cdot С_{ФОП1} = 1,1 \cdot 2,19 = 2,41 \text{ грн.}, \qquad (2.27)$$

де $К_{м1} = 1,1$ – коефіцієнт витрати матеріалів для зварювальної операції [1].

Для інших операцій розрахунки виконуються аналогічно. Результати розрахунків зведені в табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – Визначення витрати матеріалів по операціям

Операція	$К_м$	$С_{ФОПі}$, грн.	$С_{мі}$, грн.
010 Зварювальна	1,1	2,19	2,41
015 Токарна	0,12	3,50	0,42
020 Наплавочна	1,1	22,54	24,79
025 Токарна	0,12	3,98	4,10
Всього	-	32,21	31,72

Нарахування на заробітну плату, грн.:

$$С_{нар} = \frac{К_{нар} \cdot С_{ФОП}}{100} = \frac{22 \cdot 31,72}{100} = 6,98, \qquad (2.28)$$

де $К_{нар} = 22\%$ – відсоток нарахувань на заробітну плату;

Накладні (цехові) нарахування, грн.:

$$С_{ц} = \frac{К_{ц} \cdot С_{ФОП}}{100} = \frac{140 \cdot 31,72}{100} = 44,41 \text{ грн.}, \qquad (2.29)$$

де $К_{об} = 120…140\ \%$ – відсоток (накладних) цехових витрат [1].

Витрати на утримання і експлуатацію обладнання, грн.:

$$C_{об} = \frac{К_{об} \cdot С_{ФОП}}{100} = \frac{85 \cdot 31{,}72}{100} = 26{,}96 \text{ грн.}, \quad (2.30)$$

де $К_{об}$ = 65…85% – відсоток витрат на утримання і експлуатацію обладнання [1].

Інші витрати, грн:

$$C_{ін} = \frac{К_{ін} \cdot C'_{в}}{1 + К_{ін}} = \frac{0{,}03 \cdot 152{,}78}{1 + 0{,}03} = 4{,}45 \text{ грн.}, \quad (2.32)$$

де $К_{об}$ = 0,01…0,05 – відсоток інших витрат [1].

Витрати на відновлення валу шестерні приводу паливного насоса високого тиску дизельного двигуна, грн.:

$$C'_{в} = C_{з} + C_{м} + C_{ФОП} + C_{нар} + C_{ц} + C_{об} = 10{,}50 + 31{,}72 + 32{,}21 + 6{,}98 + 44{,}41 + 26{,}96 = 152{,}78 \text{ грн.} \quad (2.31)$$

На основі проведених розрахунків складена калькуляція собівартості відновлення ресурсу деталі (табл. 2.5).

Таблиця 2.5 – Собівартість відновлення ресурсу деталі

Стаття витрат	Сума, грн.
Залишкова вартість деталі $C_{з}$	10,50
Витрати на матеріали $C_{м}$	31,72
Фонд заробітної плати $C_{ФОП}$	32,21
Нарахування на заробітну плату $C_{нар}$	6,98
Накладні цехові витрати $C_{ц}$	44,41
Витрати на утримання і експлуатацію обладнання $C_{об}$	26,96
Інші витрати $C_{ін}$	4,45
Всього	157,23

Економічна ефективності відновлення ресурсу валу шестерні приводу паливного насоса високого тиску дизельного двигуна вибраним способом встановлюється за нерівністю [5]:

$$C_р \leq К_д \cdot C_н , \qquad (2.33)$$

де $C_р$ = 157,23 грн. – визначена вартість відновлення;

$К_д$ = 0,97 – коефіцієнт довговічності [5].

$$C_р = 157{,}23 \text{ грн.} < К_д \cdot C_н = 0{,}97 \cdot 350{,}00 = 339{,}50 \text{ грн.}$$

Отже, відновлення валу відомої шестерні приводу паливного насоса високого тиску дизельного двигуна вибраним способом є економічно доцільним, оскільки собівартість ремонту становить 45% від вартості нової деталі.

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Призначення пристрою

При ремонті валу відомого шестерні приводу паливного насоса високого тиску дизельного двигуна виникає потреба в пристрої для її кріплення під час виконання токарної, наплавочної та шліфувальної операцій. Для цього розроблено конструкцію патрона цангового, впровадження якого в технологічний процес відновлення зменшить трудомісткість виконання робіт, підвищить їх продуктивність та якість.

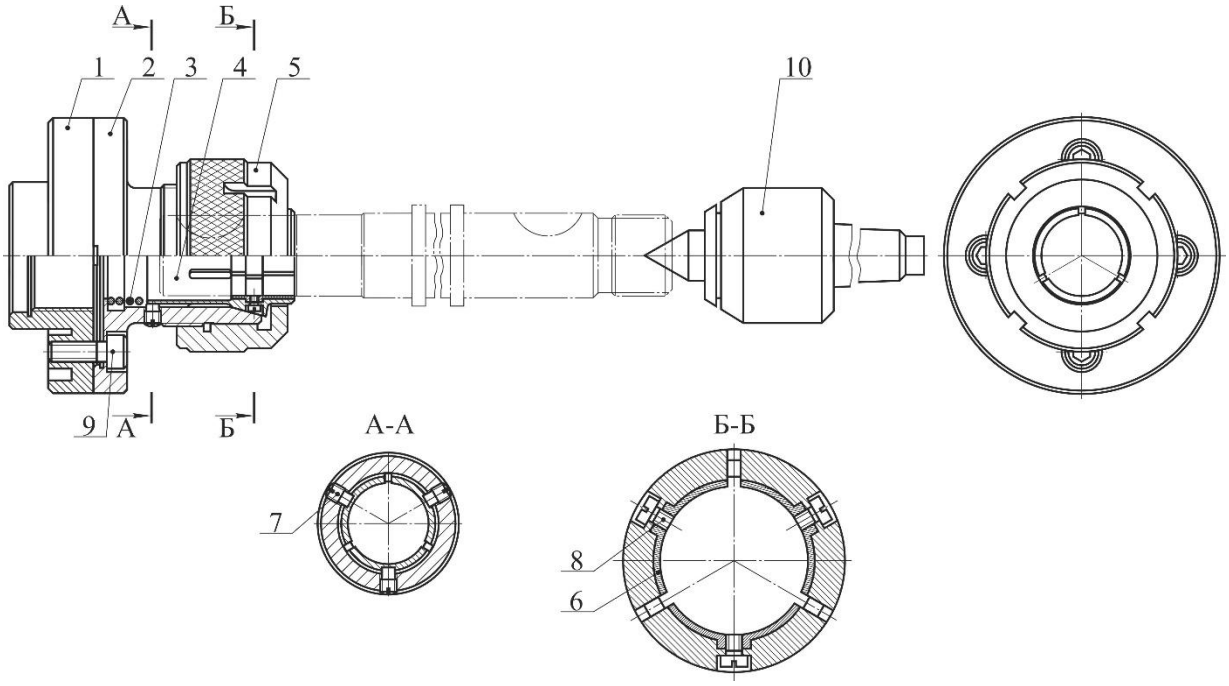


Рисунок 1 – Патрон цанговий: 1-планшайба; 2-корпус; 3-пружина; 4-цанга; 5-гайка; 6-вкладиш; 7-гвинт стопорний; 8-гвинт М3; 9-гвинт М6; 10-центр А-1-2-НП.

3.2 Будова і принцип роботи пристрою

Патрон цанговий складається з планшайби 1, до якої за допомогою чотирьох гвинтів 9 кріпиться корпус 2. В циліндричну проточку корпуса 2 встановлена пружина 3, цанга 4 і для їх фіксації на різьбовий кінець корпусу

накручена гайка 5. До цанги 4 за допомогою трьох гвинтів 8 кріпляться три вкладиша 6. Для віджимання деталі вибрано центр верстатний А-1-2-НП. Для запобігання прокручування цанги в корпусі 2 передбачено три гвинта стопорних 7, які входять в прорізи цанги і не дають їй змогу обертатися, а тільки рухатися вздовж вісі патрона.

Вал циліндричною шийкою встановлюється в цангу 4 на вкладиші 6. Шляхом обертання гайки 5 цанга рухається вздовж своєї вісі до планшайби, стискаючи пружину 3 та фіксуючи вал в патроні. З протилежної сторони вал водяного насоса піджимається центром верстатним А-1-2-НП. Зняття деталі відбувається шляхом відкручування гайки 5, при цьому пружина діє на цангу 4 і деталь звільняється з затиску.

4. ПРОЄКТ СЛЮСАРНО-МЕХАНІЧНОЇ ДІЛЬНИЦІ

4.1. Призначення дільниці та види робіт

Слюсарно-механічна дільниця відновлення деталей двигунів має за мету забезпечення повного ремонту та відновлення деталей паливної апаратури дизельних двигунів. ЇЇ основні функції полягають в наступному:

- очищення та миття вузлів систем живлення двигунів;
- розбирання вузлів та очищення деталей (очищення від масла, корозії та бруду);
- проведення дефекації деталей (зношування, тріщини, деформація тощо);
- відновлення поверхонь деталей (зварювання, точіння фрезерування, наплавка, шліфування, нарізання різби тощо);
- збирання вузлів (складання відремонтованих деталей в вузли);
- тестування зібраних вузлів (на спеціальних стендах під навантаженням);
- контроль якості (використання систем контролю якості; видача документів про відповідність відремонтованих вузлів технічним вимогам).

Слюсарно-механічна дільниця відновлення деталей двигунів має забезпечувати необхідний рівень надійності та довговічності відновлених деталей. Проведення відновлення на необхідному технічному та технологічному рівнях знижує час простою техніки, витрати на обслуговування, підвищує надійність її експлуатації.

4.2. Фонд робочого часу обладнання слюсарно-механічної дільниці

Режими роботи обладнання слюсарно-механічної дільниці визначаються потребами виробництва. На режими її роботи також впливають технічні можливості встановленого обладнання. В залежності від потреб виробництва

та можливостей дільниці обирають основні режими її роботи: одна зміна, дві зміни, три зміни, цілодобовий режим.

Фонд номінального робочого часу:

$$Ф_{нр}=(Д_к-Д_в-Д_с)t_{зм}-Д_{пс}\cdot 1, \text{ год.} \qquad (4.1)$$

Фонд дійсного робочого часу:

$$Ф_{др}=[\ Ф_{нр}\ -\ (Д_{від}-Д_{від}/5)t_{зм}]\eta_в, \text{ год.} \qquad (4.2)$$

Номінальний фонд часу обладнання:

$$Ф_{но}=[(Д_к-Д_в-Д_п)t_{зм}-Д_{пп}\cdot 1]z, \text{ год.} \qquad (4.3)$$

Дійсний фонд часу обладнання:

$$Ф_{до}=Ф_{но}-\eta_о, \text{ год.,} \qquad (4.4)$$

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

Фонд часу робочого місця:

$$Ф_{рм}=Ф_{до}, \text{ год.,} \qquad (4.5)$$

Отже, фонди робочого часу:

- номінальний:

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

- дійсний:

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

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

4.3. Річна трудомісткість робіт з відновлення валу шестерні приводу паливного насоса високого тиску дизельного двигуна

4.3.1. Розрахунок скоректованої трудомісткості відновлення

Скорегована трудомісткість визначається:

$$t^к = t^н \cdot К_с \cdot К_м \cdot К_п, \text{ люд-год.,} \qquad (4.6)$$

де $t^к$ - нормативна трудомісткість капітального ремонту, люд-год.;

$К_с$- коефіцієнт в залежності від способу ремонту;

$К_м$ - коефіцієнт в залежності від методу ремонту;

$К_п$ - коефіцієнт в залежності від виробничої програми

4.3.2. Розрахунок трудомісткості робіт дільниці

$$T_д = t^к \cdot N, \text{ люд-год.,} \qquad (4.7)$$

де N – кількість валів, шт.

Скоректована трудомісткість ремонту валу:

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

([2Л])

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

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

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

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

Трудомісткість дільниці:

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

В розрахунку слюсарно-механічних дільниць з відсотковим визначенням трудомісткості по операціях (зварювальна, механічна, гальванічна, наплавочна та ін.) визначають зальну трудомісткість об'єкту відновлення.

4.4. Вибір технологічного обладнання, інструментів, інвентарю та пристроїв

Згідно переліку робіт дільниці, обрано відповідне технологічне обладнання (табл. 4.1).

Таблиця 4.1. – Обладнання слюсарно-механічної дільниці

Поз.	Позначення	Найменування	Кількість	Примітки
1		Верстак 1400Х800	3	Власне виготовлення
2		Лещата настільні	3	
3		Щит силовий	1	
4		Стенд для наплавки	1	
5		Тельфер електричний	1	
6	2М12	Верстат свердлильний	2	0,6 кВт
7		Ємність для обтирних метіріалів	1	Власне виготовлення
8		Стелаж	3	Власне виготовлення
9	3Б634	Верстат заточний	1	2,8 кВт
10		Установка спеціалізована для відновлення деталей	1	
11		Стіл	1	
12		Стенд обкаточний	1	
13		Ванна для миття деталей	1	Власне виготовлення
14	2135-1М	Прес	1	1,7 кВт

4.5. Розрахунок площі дільниці

Площа дільниці з урахуванням коефіцієнтів щільності розміщення обраного обладнання:

$$F_{\text{дільниці}} = F_{\text{ОБЛ}} \cdot K_{\text{н}}, \qquad (4.8)$$

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

$K_{\text{н}}$ = 4,0- 5,0 – коефіцієнт густини обладнання.

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

Площу дільниці приймають з врахуванням будівельного фактору, щоб розмір сторін був кратним 3 метрам.

Приймаємо площу дільниці 54 м^2 з розмірами сторін 6х9 м. За нормами реальна площа дільниці може відрізнятись від розрахункової на 10% при S>100 м^2.

4.6. Планування слюсарно-механічної дільниці та розташування обладнання

Планування слюсарно-механічної дільниці є важливим етапом забезпечення ефективності виробничого процесу. Воно включає в себе організацію процесу, розміщення обладнання, призначення робочих місць (рис. 4.1).

Для ефективної роботи слюсарно-механічної дільниці враховують конструкцію та роботу вентиляції, забезпечення електроенергією, повітрям, водою тощо. Відповідно до цих міркувань в розробленої дільниці передбачено:

- витяжна вентиляція для відведення забруднюючих речовин (пилу, диму тощо) з використанням природньої вентиляції через вентиляційні отвори та вікна;

- місцеві витяжки в зонах роботи, робочими місцями;
- місцеве освітлення робочих місць;
- забезпечення електричною енергією обладнання, що її потребує;
- забезпечення стисненим повітрям пневмоінструменту з використанням фільтрів;
- забезпечення постів холодною водою з використанням принципу зворотного водопостачання.

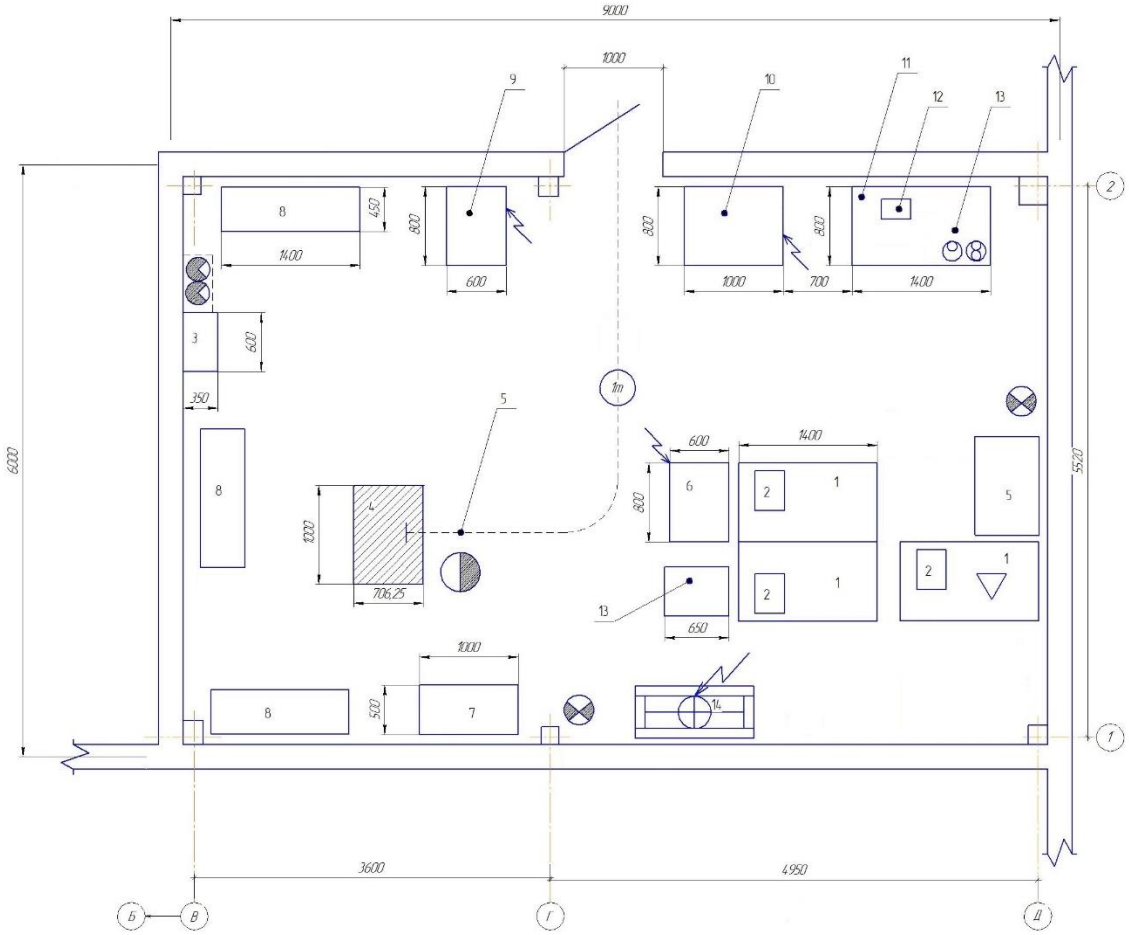


Рис. 4.1. Планування слюсарно-механічної дільниці

ВИСНОВКИ

1. Розраховано основні показники технологічного процесу відновлення валу шестерні приводу паливного насоса високого тиску дизельного двигуна.
2. Встановлено економічну доцільність запропонованого технологічного процесу відновлення валу шестерні приводу паливного насоса високого тиску дизельного двигуна, що підтверджено величиною вартості процесу відновлення, яка менша за вартість нового валу.
3. Запропоновано пристрій для полегшення процесу ремонту валу шестерні приводу паливного насоса високого тиску дизельного двигуна.
4. Розроблено слюсарно-механічну дільницю, в який пропонується до застосування технологічний процес відновлення валів шестерні приводу паливного насоса високого тиску дизельного двигуна.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ремонт автомобілів. Книга 1: Навчальний посібник/Упор. В.Я. Чабанний. – Кіровоград: Кіровоградська районна друкарня, 2007. – 720 с.

2. Ремонт автомобілів. Книга 2: Навчальний посібник/Упор. В.Я. Чабанний. – Кіровоград: Центрально-Українське видавництво, 2007. – 348 с.

4. Румянцев С.І., Боднев А.Г., Бойко Н.Г. та ін. 2-е видан., перероб. та доп. – К.: Транспорт, 1996. – 327 с.: ил., табл.

5. Гурвич І.С, Полонский М.І. Методика технічного нормування в ремонтному виробництві. Харків, 1981. – 224 с.

6. Карагодин В.І., Митрохин М.М. Ремонт автомобілів і двигунів. К.: Академія, 2005. – 496 с.

7. Клебанов Б.В. Ремонт автомобілів. К.: Транспорт, 1974. – 328 с.

8. Конарчук В.Є., Дудченко О.А., Чигринець А.Д. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. У 3 кн. Кн.3. Ремонт автогранспортних засобів. – К.: Вища школа, 1994. – 599 с.

9. Автомобілі МАЗ-500, МАЗ-503А, МАЗ-504А. Посібник з капітального ремонту. Х.: Мінавтотранс, 1989.

10. Капітальний ремонт автомобілів: довідник/ О.В. Дехтеринский [та ін.]; под ред. Р.Е. Есенберлина. Харків: Транспорт, 1989.

12. Балабанов А.М. Довідник технолога-машинобудівника. К.: Видавн. стандартів, 1996.

13. Барановский Ю.В. Режими різання металів: довідник. К.: Машинобудівництво, 1982.

14. Молодик М.В., Зенкин А.С. Відновлення деталей машин: довідник. – К.: Машинбуд, 1989.

15. Прайс-каталог автомобільної, тракторної, сільськогосподарської, спеціалізованої техніки та запасних частин до автомобілів. – Київ: Мелос, 2012. – 72 с.

16. Гандзюк М.П., Желібко Є.П., Халімовський М.О. Основи охорони праці. – К.: Каравела, 2004. – 408 с.