

ЖИТОМИРСЬКИЙ АГРОТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ

(повне найменування закладу освіти)

ВІДДІЛЕННЯ «АГРОІНЖЕНЕРІЯ»

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

ЦИКЛОВА КОМІСІЯ СПЕЦІАЛЬНОСТІ «АГРОІНЖЕНЕРІЯ»

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи
фаховий молодший бакалавр
(освітньо-професійний ступінь)

на тему: «Проект організації роботи ремонтної майстерні з удосконаленням процесу технічного відновлення корпусу коробки перемикання передач».

Виконав: студент III курсу, групи Ai-45
галузі знань 20 «Аграрні науки та продовольство»
спеціальності 208 «Агроінженерія»
(галузь знань, спеціальність)

Олег ПЕТРЕНКО
(власне ім'я та прізвище)

Керівник Ігор БУЧКО
(власне ім'я та прізвище)

Рецензент _____
(власне ім'я та прізвище)

м. Житомир - 2025 року

«Проект організації роботи ремонтної майстерні з удосконаленням процесу технічного відновлення корпусу коробки перемикання передач».

АНОТАЦІЯ

Дипломний проект присвячений розробці ефективної організації роботи ремонтної майстерні та вдосконаленню процесу технічного відновлення корпусу коробки перемикання передач (КПП).

У роботі проаналізовано сучасні методи ремонту та відновлення деталей КПП, виявлено їхні переваги та недоліки. Запропоновано оптимізовану технологію відновлення корпусу КПП із використанням сучасного обладнання та матеріалів, що дозволяє підвищити якість ремонту, зменшити витрати ресурсів та покращити експлуатаційні характеристики відновлених деталей.

У межах проекту розроблено технологічну карту процесу відновлення корпусу КПП, визначено необхідне обладнання та інструменти, а також обґрунтовано економічну доцільність упровадження запропонованих змін. Проведено аналіз екологічних аспектів ремонту та заходів щодо зменшення негативного впливу на довкілля.

Результати дослідження можуть бути використані в ремонтних майстернях автомобільних підприємств для підвищення ефективності технічного обслуговування та ремонту транспортних засобів.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: РЕМОНТНА МАЙСТЕРНЯ, КОРОБКА ПЕРЕМІКАННЯ ПЕРЕДАЧ, ТЕХНІЧНЕ ВІДНОВЛЕННЯ, ОРГАНІЗАЦІЯ РОБОТИ, ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ, ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
1. ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ	11
1.1 Обґрунтування програми відновлення.....	11
1.2 Аналіз умов роботи КПП.....	12
1.3 Порівняльний аналіз способів відновлення деталей.....	14
1.4 Розроблення схем маршрутів відновлення деталі.....	17
1.5 Розробка режимів і норм часу.....	17
2.ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ДІЛЯНКИ З ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ	24
2.1 Режим роботи та річний фонд часу.....	24
2.2 Трудомісткість об'єкта ремонту.....	24
2.3 Розрахунок чисельності робітників.....	25
2.4 Розрахунок кількості основного обладнання.....	26
2.5 Розрахунок виробничої площі проектованої ділянки, що проектується..	27
3. КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА	30
3.1 Обґрунтування необхідності розроблення конструкції.....	30
3.2 Патентний пошук.....	30
3.3 Призначення, юдова і принцип роботи.....	30
3.4 Розрахунок фланцевого вала і вибір підшипника.....	33
3.5 Розрахунок фланцевого вала на втомну міцність.....	35
4. ОХОРОНА ПРАЦІ	37
4.1 Аналіз потенційних небезпек при ремонті корпусу КПП.....	37
4.2 Охорона праці при роботі з головою для мікронаплавлення.....	38
5. ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЄКТУ	41
5.1 Розрахунок одноразових капіталовкладень.....	41

					ДП.208.045.467н.089.ПЗ								
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата									
Розробив	Петренко				«Проект організації роботи ремонтної майстерні з удосконаленням процесу технічного відновлення корпусу коробки перемикачання передач»				Літера	Арк.	Аркуші		
Керівник	Бучко										6	49	
Рецензент									ЖАТФК, гр. Аі-45				
Н. Контр.	Бучко												
Затвердив	Руденко												

5.2 Експлуатаційні витрати.....	41
5.3 Вартісна оцінка результатів впровадження.....	44
5.4 Економічні показники впровадження технологічного процесу.....	44
ВИСНОВОК.....	46
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	48

					ДП.208.045.467Н.089.ПЗ	Арк.
						7
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

ВСТУП

Ремонтні майстерні відіграють ключову роль у забезпеченні надійної та довговічної експлуатації транспортних засобів і технічного обладнання. Зокрема, технічне відновлення деталей трансмісії, таких як корпус коробки перемикачів передач (КПП), є важливим аспектом зменшення витрат на експлуатацію та підвищення ефективності роботи машин. У зв'язку з цим актуальним є вдосконалення процесів ремонту шляхом впровадження інноваційних технологій і спеціалізованого обладнання.

Однією з сучасних технологій відновлення деталей машин є мікронаплавлення, яке дозволяє відновлювати зношені поверхні деталей з високою точністю та мінімальними витратами матеріалу. Використання цього методу для ремонту корпусу КПП забезпечує значне підвищення ресурсу деталі, зменшення витрат на виготовлення нових корпусів та скорочення часу простою техніки. Враховуючи сучасні тенденції розвитку відновлювальних технологій, у цьому дипломному проєкті розглядається питання проєктування ремонтної майстерні, що спеціалізується на удосконаленні процесу технічного відновлення корпусу КПП із застосуванням мікронаплавлення.

Основною проблемою, що потребує вирішення, є знос корпусу КПП внаслідок експлуатаційних навантажень, впливу температурних змін та механічних пошкоджень. Традиційні методи ремонту, такі як механічна обробка чи заміна деталей, не завжди є економічно доцільними та можуть призводити до значних матеріальних витрат. Впровадження мікронаплавлення в технологічний процес ремонтної майстерні дозволить значно підвищити якість і довговічність відновлених деталей, мінімізувати витрати на їх заміну та зменшити вплив на довкілля завдяки повторному використанню матеріалів.

					ДП.208.045.467н.089.ПЗ						
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата							
Розробив	Петренко				ВСТУП			Літера	Арк.	Аркуші	
Керівник	Бучко									8	3
Рецензент								ЖАТФК, гр. Ai-45			
Н. Контр.	Бучко										
Затвердив	Руденко										

Метою даного дипломного проєкту є розробка проєкту організації роботи ремонтної майстерні, яка спеціалізується на технічному відновленні корпусу КПП, з удосконаленням процесу наплавлення та впровадженням спеціальної головки для мікронаплавлення. Досягнення поставленої мети передбачає вирішення таких завдань:

- аналіз існуючих методів ремонту корпусу КПП та їх ефективності;
- обґрунтування доцільності застосування мікронаплавлення в процесі відновлення деталей;
- розробка проєкту ремонтної майстерні, що відповідає сучасним вимогам виробництва;
- проєктування спеціальної головки для мікронаплавлення з урахуванням технічних вимог і особливостей процесу;
- оцінка економічної ефективності впровадження запропонованого методу.

Наукова новизна проєкту полягає у розробці та впровадженні удосконаленого технологічного процесу відновлення корпусу КПП за допомогою мікронаплавлення, що дозволяє підвищити точність і якість відновлення деталей. Практичне значення роботи полягає у можливості застосування розроблених технологічних рішень у виробничих умовах ремонтних підприємств, що дозволить знизити витрати на експлуатацію та технічне обслуговування техніки.

Методологічною основою дослідження є аналіз літературних джерел, сучасних технічних стандартів та нормативних документів у сфері ремонту автомобільної техніки, а також експериментальні дослідження ефективності мікронаплавлення в умовах ремонтної майстерні. У процесі роботи використовувалися методи математичного моделювання, експериментальні випробування та порівняльний аналіз економічних показників.

Таким чином, розробка проєкту ремонтної майстерні з удосконаленням процесом технічного відновлення корпусу КПП має значну актуальність як у науковому, так і в практичному аспектах. Використання передових технологій

					ДП.208.045.467Н.089.ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

мікронаплавлення сприятиме підвищенню ефективності ремонтних робіт, зменшенню експлуатаційних витрат і підвищенню конкурентоспроможності підприємств, що здійснюють технічне обслуговування та ремонт транспортних засобів.

					ДП.208.045.467Н.089.ПЗ	Арк.
						10
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

1. ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

1.1 Обґрунтування програми відновлення

Перелік сільськогосподарської техніки, що потребує ремонту корпусу КПП, наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Перелік сільськогосподарської техніки

Житомирський район	Найменування	Кількість
Житомир	Трактори	118
	Комбайни	43
	Автомобілі	60

З даних таблиці 1.1 випливає, що господарства Житомирського району мають понад 260 одиниць техніки. Потреба у відновленні розподільних валів тракторів, комбайнів і автомобілів визначається за формулами:

$$N_m = \frac{\gamma \cdot \beta \cdot N_n \cdot W_r \cdot n}{100 \cdot W_3}, \quad (1.1)$$

де γ - поправочний коефіцієнт, що враховує середній вік машини;

β - поправочний коефіцієнт, що враховує зональні особливості умов експлуатації, $\beta_{\text{трак}} = 0,9 \dots 1,1$ [2]; $\beta_{\text{комб}} = 0,95 \dots 1,2$ [2];

N_n - нормативна потреба в агрегатах, $N_n = 25 \dots 30$ [2];

W_r - середній річний наробіток однієї машини, для тракторів $W_r = 6000$ мото-год., для комбайнів $W_r = 1200$ мото-год. [2];

n - кількість машин, що працюють на розглянутій території;

W_3 - еталонне напрацювання групи машин, що розглядається, для тракторів $W_3 = 1000$ мото-год., для комбайнів $W_3 = 200$ га [2].

Потреба ремонту коробок передач для тракторів:

					ДП.208.045.467н.089.ПЗ		
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата			
Розробив	Петренко				ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ	Літера	Арк.
Керівник	Бучко						11
Рецензент							13
Н. Контр.	Бучко					ЖАТФК, гр. Аі-45	
Затвердив	Руденко						

$$N_m = \frac{1 \cdot 1,1 \cdot 30 \cdot 6000 \cdot 118}{100 \cdot 1000} = 234 \text{ шт.}$$

Потреба ремонту коробок передач для комбайнів:

$$N_m = \frac{1 \cdot 1,2 \cdot 30 \cdot 1200 \cdot 43}{100 \cdot 200} = 93 \text{ шт.}$$

Потреба в ремонті коробок передач для автомобілів визначається за формулою [2]:

$$N_m = \frac{\gamma \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \beta_3 \cdot N_n \cdot W_r \cdot n}{100 \cdot W_э}, \quad (1.2)$$

де β_1 - коефіцієнт, що враховує категорію умов експлуатації автомобілів, $\beta_1 = 0,8...1,35$;

β_2 - коефіцієнт, що враховує склад автопоїзда, для машин без причепа, $\beta_2 = 1$, з одним причепом $\beta_2 = 1,1$;

β_3 - поправочний коефіцієнт на природно-кліматичні умови, для центральної зони $\beta_3 = 1$;

$W_э$ еталонне напрацювання автомобіля, $W_э = 40000$ км.

Потреба відновлення розподільних валів для автомобілів:

$$N_m = \frac{1 \cdot 1,2 \cdot 1,05 \cdot 1 \cdot 30 \cdot 200000 \cdot 60}{100 \cdot 40000} = 114 \text{ шт.}$$

Виходячи з розрахунків, потреба в ремонті коробок передач у Житомирському районі становить 441 штук. Приймаємо кількість ремонтіваних коробок 1000 штук, з урахуванням ремонту коробок за заявками всіх прилеглих сільськогосподарських підприємств.

1.2 Аналіз умов роботи КПП

Зношування - зміна розмірів, форми, маси або стану поверхні внаслідок руйнування поверхневого шару під час тертя.

Основною причиною зношування КПП є тертя.

Розрізняють 4 основні види тертя:

- тертя ковзання;
- тертя кочення;
- тертя ковзання з прослизанням;

					ДП.208.045.467Н.089.ПЗ	Арк.
						12
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

- тертя спокою.

У цьому випадку спостерігається тертя кочення - тертя руху двох твердих тіл, за якого їхні швидкості в точках торкання однакові за значенням і напрямком.

Існують різні види зношування:

- механічне зношування;
- корозійно-механічне;
- електроерозійне.

Для корпусу КПП найхарактерніше механічне зношування - зношування внаслідок механічних впливів. Зокрема, абразивне та гідроабразивне зношування.

Абразивне зношування - зношування матеріалу внаслідок ріжучої та дряпальної дії на нього твердих частинок, що перебувають у вільному або закріпленому стані. Вал проміжний КПП схильний до абразивного зношування через високу твердість дотичних поверхонь (HRC 57...60).

Гідроабразивне зношування - зношування поверхні тіла внаслідок дії твердих частинок, зважених у рідині (газі), які переміщуються відносно тіла, що зношується (завись частинок у масляній ванні).

У корпусу КПП може спостерігатися втомне зношування - зношування внаслідок зміни структури матеріалу внаслідок тривалих навантажень, у разі повторного деформування мікрооб'ємів матеріалу поверхні тертя.

У результаті дефектації картера коробки передач трактора МТЗ-80 встановлено такі дефекти:

- тріщини та обломи вушок кріплення коробки передач, що не захоплюють тіло картера;
- тріщини на поверхні картера, що не проходять під отвори під підшипники і вісь блоку шестерень заднього ходу;
- тріщини і обломи бобишок під болти кріплення верхньої кришки;
- тріщини або обломи, крім зазначених у дефектах 1,2,3.
- пробойни на стінках картера, що піддаються ремонту;

					ДП.208.045.467Н.089.ПЗ	Арк.
						13
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

- пробоїни, крім зазначених у дефекті 5;
- знос отворів під підшипники первинного і вторинного валів;
- знос отвору під задній підшипник проміжного вала;
- знос отвору під передній підшипник проміжного вала;
- знос отвору під задній кінець осі блока шестерні заднього ходу;
- знос отвору під передній кінець осі блоку шестерень заднього ходу;
- знос різьби: M10, M12, КГ3/4" ОН 025 199-64, КГ 1" ОН 025 199-64.

Усі ці дефекти можна розділити на три групи:

- а) тріщини й уламки, пробоїни корпусу;
- б) знос внутрішніх циліндричних отворів від $\varnothing 30$ мм до $\varnothing 110$ мм;
- в) пошкодження (знос) різьби.

1.3 Порівняльний аналіз способів відновлення деталей

Способи відновлення зношених поверхонь корпусу КПП представлені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 - Способи відновлення зношених поверхонь корпусу КПП

Можливий дефект	Спосіб усунення
Тріщини, обломи вушок, пробоїни корпусу;	наплавлення в середовищі діоксиду вуглецю
	наплавлення під шаром флюсу
	вібродугове наплавлення
Знос внутрішніх циліндричних поверхонь (посадки підшипників, отвір під вісь)	вібродугове наплавлення
	наплавлення під шаром флюсу
Пошкодження різьблення: M10, M12, КГ 3/4", 1".	вібродугове наплавлення
	наплавлення в середовищі діоксиду вуглецю
	наплавлення під шаром флюсу

Для вибору раціонального способу їх порівнюють за технологічним, технічним і техніко-економічним критеріями. Технологічний критерій враховує особливості поверхонь деталей, що підлягають відновленню.

На підставі технологічних характеристик способів відновлення встановлюють можливі способи відновлення різних поверхонь деталі за технологічним критерієм.

Для подальшого скорочення числа можливих способів відновлення користуються критерієм довговічності, відповідно до якого відбирають для подальшого аналізу тільки ті з них, які забезпечують міжремонтний ресурс відновленої поверхні деталі, що не нижчий за мінімально допустимий.

Для кожного обраного способу дають комплексну якісну оцінку за значенням коефіцієнта довговічності, який є функцією трьох змінних:

$$K_D = f(K_i; K_B; K_C), \quad (1.3)$$

де K_i - коефіцієнт зносостійкості;

K_B - коефіцієнт витривалості;

K_C - коефіцієнт зчіплюваності покриттів.

Наплавлення в середовищі діоксиду вуглецю:

$$K_i=0,85; K_B=0,9; K_{cu}=1; K_D=K_B=0,85$$

Вібродугове наплавлення:

$$K_i=0,85; K_B=0,62; K_{cu}=1; K_D=K_B=0,62$$

Наплавлення під шаром флюсу:

$$K_i=0,95; K_B=0,82; K_{cu}=1; K_D=K_B=0,82$$

До подальшого аналізу вибираємо способи відновлення, у яких коефіцієнт довговічності $K_D \geq 0,8$, тобто наплавлення під шаром флюсу і в середовищі діоксиду вуглецю.

Оптимальним є спосіб, у якого техніко-економічний критерій мінімальний.

Техніко-економічний критерій пов'язує собівартість відновлення деталі з її довговічністю після усунення дефектів.

$$K_E = C_{Bij}/K_D \rightarrow \min, \quad (1.4)$$

					ДП.208.045.467Н.089.ПЗ	Арк.
						15
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

де K_E - коефіцієнт техніко-економічної ефективності;

де C_{Bij} - витрати на відновлення i -ї поверхні деталі.

Собівартість відновлення поверхні деталі обраними способами:

$$C_{bij} = C_{yij} \cdot S_i, \quad (1.5)$$

де C_{yij} - питома собівартість відновлення поверхні [2].

Результати розрахунку представлені в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 - Техніко-економічна характеристика способів відновлення поверхонь розподільного вала

Найменування дефекту	Можливі способи відновлення	Коефіцієнт довговічності K_d	Собівартість відновлення поверхні C_b , грн.	Техніко-економічний K_e , грн.
Тріщини, обломи вушок, пробоїни корпусу;	Наплавлення в середовищі діоксиду вуглецю	0,85	49,99	65,51
	Наплавлення під шаром флюсу	0,9	54,86	69,71
Знос внутрішніх циліндричних поверхонь (посадки підшипників, отвір під вісь)	Наплавлення в середовищі діоксиду вуглецю	0,85	29,52	36,9
	Наплавлення під шаром флюсу	0,7	25,34	31,68
Пошкодження різьби	Наплавлення в середовищі діоксиду вуглецю	0,7	12,52	14,66
	Наплавлення під шаром флюсу	0,9	14,26	17,89

За даними таблиці 1.3 видно, що оптимальним способом відновлення зношуваних поверхонь є наплавлення під шаром флюсу, але приймаємо наплавлення в діоксиді вуглецю, оскільки на ділянці є все необхідне обладнання.

1.4 Розроблення схем маршрутів відновлення деталі

Схему технологічних маршрутів відновлення корпусу КПП представлено на рис. 1.1.

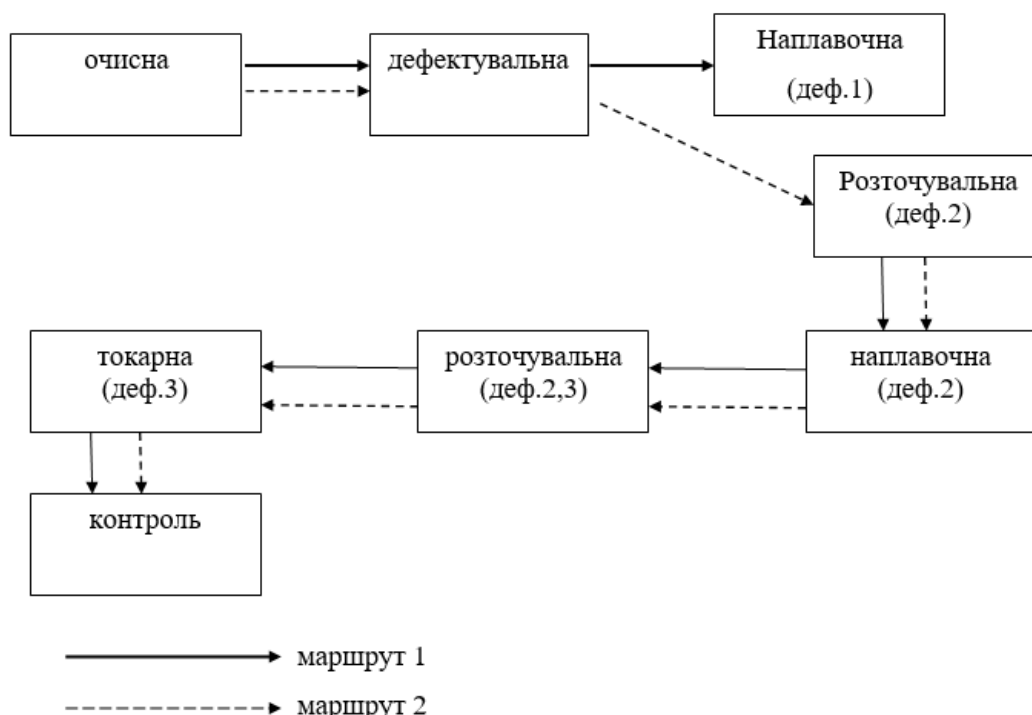


Рис. 1.1 - Схема маршрутів технологічного процесу відновлення

1.5 Розробка режимів і норм часу

Основні режими для наплавочної операції розраховуються так:

- сила зварювального струму

$$I_{CB} = 40 \sqrt[3]{D}, \quad (1.6)$$

де D - діаметр деталі.

$$I_{CB} = 40 \sqrt[3]{65} = 160,8$$

-напруга джерела живлення

$$U = 21 + 0,04 I_{CB} = 21 + 0,04 \cdot 160,8 = 27,5 \quad (1.7)$$

-коефіцієнт наплавлення

$$K_H = 2,3 + 0,065(I_{CB}/d), \quad (1.8)$$

де d - діаметр електродного дроту,

$$K_H = 2,3 + 0,065(160,8/2) = 7,5$$

-швидкість наплавлення

$$V_H = \frac{K_H \cdot I_{CB}}{h \cdot S \cdot \gamma}, \quad (1.9)$$

					ДП.208.045.467Н.089.ПЗ	Арк.
						17
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

де h - товщина шару, що наплавляється, мм;

S -крок наплавлення, мм/об;

γ -щільність електродного дроту, $\gamma=7,85$ г/см³

$$V_H = \frac{7,5 \cdot 160,8}{3 \cdot 4,6 \cdot 7,85} = 11,65$$

-частота обертання деталі

$$n = \frac{1000 \cdot V_H}{60 \cdot \pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 11,65}{60 \cdot 3,14 \cdot 65} = 0,95$$

-швидкість подачі електродного дроту

$$V_{\text{э}} = \frac{4 \cdot I_{\text{св}} \cdot K_H}{\pi \cdot \gamma \cdot d^2} = \frac{4 \cdot 160,8 \cdot 7,5}{3,14 \cdot 7,85 \cdot 2^2} = 48,93$$

-крок наплавлення

$$S = (2 \dots 2,5)d = 2,3 \cdot 2 = 4,6$$

виліт електродного дроту

$$H = (10 \dots 15)d = 12 \cdot 2 = 24$$

-зміщення електродного дроту

$$e = (0,05 \dots 0,07)D = 0,06 \cdot 65 = 3,9$$

При одиничному і дрібносерійному виробництві технічною нормою часу є штучно-калькуляційний час

$$T_{\text{шт.к}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{п.з}}}{Z}, \quad (1.10)$$

де $T_{\text{(п.з)}}$ -підготовчо-заклучний час, $T_{\text{п.з}}=20$ хв [3];

Z -число заготовок деталей у партії, $Z=5$.

Норма штучного часу визначається за формулою:

$$T_{\text{шт}} = (T_o + T_{\text{всп}}) \left(1 + \frac{K}{100}\right), \quad (1.11)$$

де T_o -основний технологічний час;

$T_{\text{всп}}$ -допоміжний час, $T_{\text{всп}}=3$ хв [3];

K -коефіцієнт, що враховує витрати на обслуговування робочого місця, відпочинок та особисті потреби робітника, $K=10\%$ [3].

Основний час T_o для механізованого наплавлення розраховується за формулою:

					ДП.208.045.467Н.089.ПЗ	Арк.
						18
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S}, \quad (1.12)$$

де L - довжина оброблюваної поверхні, мм;

i - число проходів для зняття припуску, $i=1$;

n - частота обертання деталі, хв^{-1} ;

S - подача, мм/об.

$$T_o = \frac{65 \cdot 1}{0,95 \cdot 4,6} = 14,8$$

$$T_{\text{шт}} = (14,8 + 3) \left(1 + \frac{10}{100}\right) = 19,58$$

$$T_{\text{шт.к}} = 19,58 + \frac{20}{5} = 23,58$$

Основний час T_o для шліфувальної операції розраховується за формулою:

$$T_o = \frac{L \cdot h}{t \cdot v_{\text{пр}}} \cdot K, \quad (1.13)$$

де L - довжина оброблюваної поверхні, мм;

h - припуск на бік, мм;

t - глибина різання (поперечна подача круга), мм;

$v_{\text{пр}}$ - швидкість поздовжньої подачі, мм/хв;

K - коефіцієнт точності, $K = 1,2 \dots 1,8$.

Основний час (T_o) для фрезерувальної операції розраховується за формулою:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{v_{\text{Sm}}}, \quad (1.14)$$

де L - довжина оброблюваної поверхні, мм;

i - число проходів для зняття припуску;

v_{Sm} - швидкість хвилинної подачі, мм/хв.

$$V = \frac{C_2 \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot Z^n \cdot B^z \cdot S_z^y} \cdot \frac{\text{м}}{\text{хв}}, \quad (1.15)$$

де D - зовнішній діаметр фрези, мм;

T - стійкість фрези, хв;

					ДП.208.045.467Н.089.ПЗ	Арк.
						19
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

t - глибина фрезерування, мм;

B - ширина фрезерування, мм.

Основний час T_o для свердлильної операції розраховується за формулою:

$$T_o = \frac{L}{n \cdot S}, \quad (1.16)$$

де L - глибина свердління, мм;

n - частота обертання свердла, хв^{-1} ;

S - подача, мм/об.

$$V = \frac{\pi D n}{1000}, \quad (1.17)$$

де D - діаметр свердла, мм;

n - частота обертання свердла, об/хв.

$$n = \frac{V \cdot 1000}{D \pi}. \quad (1.18)$$

Формули, що використовуються для знаходження штучного часу : $T_{шт}$

Оперативний час $T_{оп}$

$$T_{оп} = T_o + T_b, \quad (1.19)$$

де T_b - допоміжний час.

Час на обслуговування робочого місця $T_{обс}$

$$T_{обс} \approx 4\% T_{оп} \quad (1.20)$$

Час на відпочинок та особисті потреби $T_{ол}$

$$T_{ол} \approx 2,5\% T_{оп} \quad (1.21)$$

Додатковий час $T_{доп}$

$$T_{доп} = 0,1(T_o + T_b) \quad (1.22)$$

Норма штучного часу $T_{шт}$

$$T_{шт} = T_o + T_b + T_{обс} + T_{ол} + T_{доп} + T_{пз}, \quad (1.23)$$

де $T_{пз}$ - підготовчо-заклучний час.

Токарна операція

					ДП.208.045.467Н.089.ПЗ	Арк.
						20
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S};$$

де d - діаметр оброблюваної поверхні = 39,65 мм;

L - довжина оброблюваної поверхні деталі = 15,86 мм;

i - число проходів для зняття припуску = 1;

n - частота обертання деталі, хв⁻¹;

S - подача, мм/об;

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d};$$

$$n_{\text{черн}} = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 30}{3,14 \cdot 39,65} = 240 \text{ об/хв};$$

$$n_{\text{чист}} = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 50}{3,14 \cdot 39,65} = 395 \text{ об/хв};$$

$$T_{o\text{черн}} = \frac{15,86}{240 \cdot 0,15} = 0,44 \text{ хв};$$

$$T_{o\text{чист}} = \frac{15,86}{395 \cdot 0,12} = 0,35 \text{ хв}.$$

Загальний час $T_o = 3 \text{ хв}.$

Приймаємо допоміжний час $T_b = 10 \text{ хв}.$

Оперативний час $T_{оп}$

$$T_{оп} = T_o + T_b = 3 + 10 = 13 \text{ хв};$$

Час на обслуговування робочого місця $T_{обс}$

$$T_{обс} = 0,04 \cdot T_{оп} = 0,04 \cdot 13 = 0,52 \text{ хв};$$

Час на відпочинок та особисті потреби $T_{ол}$

$$T_{ол} = 0,025 \cdot T_{оп} = 0,025 \cdot 13 = 0,325 \text{ хв};$$

Додатковий час $T_{доп}$

$$T_{доп} = 0,1(T_o + T_b) = 0,1 \cdot 10,7 = 1,07 \text{ хв};$$

Приймаємо підготовчо-заключний час $T_{пз} = 2 \text{ хв};$

Норма штучного часу $T_{шт}$

$$T_{шт} = T_o + T_b + T_{обс} + T_{ол} + T_{доп} + T_{пз} = 0,7 + 10 + 0,43 + 0,26 + 1,07 + 2 = 14,46 \text{ хв}$$

					ДП.208.045.467Н.089.ПЗ	Арк.
						21
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

Шліфувальна операція

$$T_o = \frac{L \cdot h}{t \cdot v_{\text{пр}}} \cdot K \quad (1.24)$$

де L - довжина оброблюваної поверхні, мм;

h - припуск на бік, мм;

t - глибина різання (поперечна подача круга), мм;

$v_{\text{пр}}$ - швидкість поздовжньої подачі, мм/хв;

K - коефіцієнт точності, $K = 1,2 \dots 1,8$.

$$V_{\text{пр}} = \frac{s \cdot n_g}{1000}; \quad (1.25)$$

$n_g = n$ для токарної обробтки

$$n_{\text{черн}} = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 30}{3,14 \cdot 39,65} = 240 \text{ об/хв};$$

$$n_{\text{чист}} = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 50}{3,14 \cdot 39,65} = 395 \text{ об/хв};$$

$$V_{\text{прчерн}} = \frac{S \cdot n_g}{1000} = \frac{0,65 \cdot 40 \cdot 229}{1000} = 5,9 \text{ м/хв} = 5954 \text{ мм/хв};$$

$$V_{\text{прчист}} = \frac{S \cdot n_g}{1000} = \frac{0,65 \cdot 40 \cdot 382}{1000} = 9,9 \text{ м/хв} = 9932 \text{ мм/хв};$$

$$T_{\text{очерн}} = \frac{L \cdot h}{t \cdot V_{\text{пр}}} = \frac{13,64 \cdot 0,1 \cdot 1,5}{0,02 \cdot 5954} = 0,02 \text{ хв};$$

$$T_{\text{очист}} = \frac{L \cdot h}{t \cdot V_{\text{пр}}} = \frac{13,64 \cdot 0,1 \cdot 1,5}{0,01 \cdot 9932} = 0,02 \text{ хв}.$$

Загальний час $T_o = 0,04$ хв.

Приймаємо допоміжний час $T_b = 10$ хв.

Оперативний час $T_{\text{оп}}$

$$T_{\text{оп}} = T_o + T_b = 0,04 + 10 = 10,04 \text{ хв};$$

Час на обслуговування робочого місця $T_{\text{обс}}$

$$T_{\text{обс}} = 0,04 \cdot T_{\text{оп}} = 0,04 \cdot 10,04 = 0,4 \text{ хв};$$

Час на відпочинок та особисті потреби $T_{\text{ол}}$

$$T_{\text{ол}} = 0,025 \cdot T_{\text{оп}} = 0,025 \cdot 10,04 = 0,25 \text{ хв};$$

Додатковий час $T_{\text{доп}}$

					ДП.208.045.467Н.089.ПЗ	Арк.
						22
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

$$T_{\text{доп}} = 0,1(T_o + T_v) = 0,1 \cdot 10,04 = 1 \text{ хв};$$

Приймаємо підготовчо-заключний час $T_{\text{пз}} = 2 \text{ хв};$

Норма штучного часу $T_{\text{шт}}$

$$T_{\text{шт}} = T_o + T_v + T_{\text{обс}} + T_{\text{ол}} + T_{\text{доп}} + T_{\text{пз}} = 0,04 + 10 + 0,4 + 0,25 + 1 + 2 \\ = 26,6 \text{ хв.}$$

У першому розділі представлено опис роботи коробки передач і перелік дефектів, що виникають. Для вибору раціонального способу відновлення їх порівнюють за технологічним, технічним і техніко-економічним критеріями, оптимальним способом відновлення зношуваних поверхонь є наплавлення під шаром флюсу. Розроблено схему технологічних маршрутів, режими обробки та підраховано норми часу відновлення корпусу КПП.

					ДП.208.045.467Н.089.ПЗ	Арк.
						23
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

2.ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ДІЛЯНКИ З ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

2.1 Режим роботи та річний фонд часу

На проєктованій ділянці відновлення деталей приймаємо режим роботи роботи в 1 зміну тривалістю зміни 8 годин, при п'ятиденному робочому тижні, як і в усієї ремонтної бази цього підприємства. Виходячи з цього, встановлюємо номінальні та дійсні фонди часу обладнання та робітників, ґрунтуючись на нормативи з таблиці 49 [6], стор. 64, для обладнання та таблиці 50 [6], для робітників, результат зведемо до таблиць 2.1 і 2.2 відповідно.

Таблиця 2.1 - Річні $\Phi_{\text{нр}}$ номінальні та $\Phi_{\text{др}}$ дійсні фонди часу робітників

Спеціальність робітника	$\Phi_{\text{нр}}$	Тривалість відпустки, днів	Коефіцієнт використання робочого часу, $\eta_{\text{р}}$	$\Phi_{\text{др}}$
Наплавник	2070	24	0,88	1820
Токар	2070	15	0,9	1860

Таблиця 2.2 - Річні $\Phi_{\text{но}}$ номінальні та $\Phi_{\text{д}}$ дійсні фонди часу обладнання

Тип обладнання	$\Phi_{\text{но}}$, годин	Коефіцієнт використання обладнання, $\eta_{\text{о}}$	$\Phi_{\text{д}}$, годин
Наплавочне	2070	0,98	2030
Токарне	2070	0,97	2010

2.2 Трудомісткість об'єкта ремонту

Трудомісткість об'єкта ремонту визначається за маршрутною картою шляхом підсумовування часу на відновлення деталі за формулою:

$$t = \sum T_i, \quad (2.1)$$

де T_i - витрати часу за операціями.

					ДП.208.045.467н.089.ПЗ			
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата				
Розробив	Петренко				ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ДІЛЯНКИ З ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ		Літера	Арк.
Керівник	Бучко							24
Рецензент							ЖАТФК, гр. Аі-45	
Н. Контр.	Бучко							
Затвердив	Руденко							
							Аркушів	6

Річний обсяг робіт (у люд/год) розраховується за формулою:

$$T_i = t \cdot A, \quad (2.2)$$

де A - річна програма підприємства, $N=1000$ деталей.

Дані розрахунку річної трудомісткості за кожною операцією зведено в таблицю 2.3

Таблиця 2.3 - Трудомісткість робіт за операціями обраної річної програми

Операція	Норми часу на одну деталь	Трудомісткість відновлення однієї деталі, люд/год.	Трудомісткість річної програми, люд/год.
Наплавочні	44	0,73	219
Слюсарні	140	2,3	690
Свердлильні	54	0,9	270
Токарні	306	5,1	1530
Σ	724	12	3600

2.3 Розрахунок чисельності робітників

Чисельність основних виробничих робітників на проєктованій ділянці з відновлення деталі розраховується за формулами [6]:

$$P_{\text{уч}}^{\text{я}} = T / \Phi_{\text{нр}} \cdot K, \quad P_{\text{уч}}^{\text{сп}} = T / \Phi_{\text{др}} \cdot K, \quad (2.3)$$

де $P_{\text{уч}}^{\text{я}}$, $P_{\text{уч}}^{\text{сп}}$ - явочна і спискова кількість робітників;

T - трудомісткість робіт по ділянці в людино-годинах, з таблиці 2.3;

$\Phi_{\text{нр}}$, $\Phi_{\text{ін}}$ - номінальний і дійсний фонди часу робітників;

K - запланований коефіцієнт перевиконання норм виробітку, $K = 1,05 \dots$

1,5; прийmemo $K = 1,1$.

Результати розрахунку зведемо в таблицю 2.4.

Таблиця 2.4 - Зведені дані з визначення чисельності виробничих робітників на проєктованій ділянці.

Найменування робіт	Фонди часу		Кількість працюючих	
	$\Phi_{\text{нр}}$	$\Phi_{\text{др}}$	$P_{\text{уч}}^{\text{я}}$	$P_{\text{уч}}^{\text{сп}}$

			Розрахункове	Прийняте	Розрахункове	Прийняте
Наплавочні	2070	1820	0,11	1	0,13	1
Розточувальні	2070	1860	0,81	1	0,9	1
Свердлильні	2070	1860	0,14	1	0,16	1
Слюсарні	2070	1860	0,37	1	0,4	1

Виходячи з розрахункових чисел кількості працівників на виконання гальванічних і зварювальних операцій, а також доцільності та можливості зменшення кількості працівників на дільниці, можна на виконання зварювальних і гальванічних робіт призначити одного працівника.

Аналогічно попереднім міркуванням поєднуємо виконання слюсарних і свердлильних робіт, однією людиною, слюсарем.

У результаті отримаємо штат із трьох осіб:

- наплавник (виконання наплавочних робіт);
- розточувальник (механічне оброблення на розточувальному верстаті);
- слюсар (виконання слюсарних і свердлильних операцій).

2.4 Розрахунок кількості основного обладнання

Вихідними даними для розрахунку номенклатури обладнання та його кількості є технологічний процес і трудомісткість окремих видів робіт або операцій.

Використовуючи методику розрахунку і підбору ремонтно-технологічного обладнання, у нашому випадку необхідно розрахувати кількість металорізальних верстатів для розточування отворів і свердлильних операцій за формулою:

$$S_{\text{ст}} = T_{\text{ст}} \cdot K_{\text{н}} / \Phi_{\text{до}} \cdot \eta_0, \quad (2.4)$$

де $T_{\text{ст}}$ - річна трудомісткість верстатних робіт;

$K_{\text{н}}$ - коефіцієнт нерівномірності завантаження устаткування ($K_{\text{н}} = 1 \dots 1,3$), при рівномірному завантаженні $K_{\text{н}} = 1$;

η_0 - коефіцієнт використання верстатного устаткування, $\eta_0 = 0,86 \dots 0,9$.

Кількість розточувальних верстатів

$$S_{\text{ст}} = (1530 \cdot 1) / (2030 \cdot 0,9) = 0,83$$

					ДП.208.045.467Н.089.ПЗ	Арк.
						26
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

Необхідний один металорізальний верстат для розточування отворів, під час вибору верстата необхідно враховувати габарити оброблюваної деталі.

Кількість свердлильних верстатів

$$S_{\text{ст}} = 270 \cdot 1 / 2030 \cdot 0,9 = 0,14$$

Необхідний один свердлильний верстат, під час вибору верстата необхідно враховувати габарити оброблюваної деталі.

Допоміжне обладнання зварювальної та гальванічної дільниці підбирається без розрахунку згідно з технологічним процесом.

Перелік необхідного обладнання представлений у таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 - Відомість обладнання.

Найменування	Марка	Кількість	Габаритні розміри	Площа, м ²	Споживана потужність, кВт
Верстат розточувальний	2431	1	2800 x 2700 x 2900	7,56	5,5
Верстат свердлильний	2A554	1	2665 x 1030 x 3430	2,75	5,5
Верстат токарно-гвинторізний	1K625Д		2800 x 1200 x 1500	3,36	5
Зварювальний трансформатор	ТДМ 317У2	1	600 x 450 x 500	0,27	1
Верстак слюсарний		1	1240 x 800 x 800	1	
Стіл для наплавочних робіт	-		1200 x 1000	1,2	
Випрямляч	Пульсар 50/12 - 54	1	280 x 390 x 290	0,11	0,45

2.5 Розрахунок виробничої площі проектованої дільниці, що проектується

До виробничих площ дільниць ремонтного підприємства належать: площі, зайняті технологічним устаткуванням; робочими місцями, зокрема

					ДП.208.045.467Н.089.ПЗ	Арк.
						27
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

верстаками, стендами тощо; наземними транспортними пристроями, зокрема конвеєрами, рольгангами, склізами тощо; заготовками, деталями та складальними одиницями, які перебувають біля робочих місць і устаткування, а також робочими зонами, проходами та проїздами між устаткуванням, окрім магістральних проїздів.

Загальну площу проєктованої ділянки можна визначити за формулою:

$$F_{\text{уч}} = \Sigma (F_{\text{об}} \cdot \sigma), \quad (2.5)$$

де $F_{\text{уч}}$ - габаритна площа використовуваного устаткування;

σ - коефіцієнт, що враховує робочі зони і проходи, визначається з таблиці [6].

Дані для розрахунку $F_{\text{уч}}$, зведемо в таблицю 2.6.

Таблиця 2.6 - Розрахунок площі проєктованої ділянки.

Найменування	Марка	$F_{\text{об}}, \text{м}^2$	σ	$F_{\text{уч}}, \text{м}^2$
Верстат розточувальний	2431	7,56	3,5	26,5
Свердлильний верстат	2А554	2,75	3,5	9,6
Верстат токарно-гвинторізний	1К625Д	3,36	3,5	11,8
Верстак слюсарний		1	3,5	3,5
Стіл для наплавочних робіт		1,2	4,5	5,4
Випрямляч	Пульсар 50/12-54	0,11	4,5	0,5
Загальна площа по ділянці, м^2				56,5

Для організації ділянки, що розробляється, необхідне залучення додатково трьох працівників: зварювальника-гальваніка, розточувальника, слюсаря.

Крім того, необхідно залучити додаткове обладнання гальванічної дільниці (гальванічний випрямляч), зварювальний трансформатор і розточувальний верстат.

Місце розміщення додаткового обладнання для технологічного процесу відновлення буде в ремонтній майстерні господарства, на території слюсарської дільниці, де розміщене обладнання, що легко пересувається, яке можна переставити в інше і звільнити необхідні площі.

У результаті аналізу робочих фондів часу обладнання і норми часу на відновлення корпусу (за маршрутною картою), виробничі потужності

					ДП.208.045.467Н.089.ПЗ	Арк.
						28
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

прийнятого обладнання добре поєднуються з обраною програмою відновлення.

					ДП.208.045.467Н.089.ПЗ	Арк.
						29
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

3. КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

3.1 Обґрунтування необхідності розроблення конструкції

Для наплавлення промисловістю випускається велика кількість різноманітного обладнання. Відомі головки для мікронаплавлення, які містять розташований на приводному валу електрод-інструмент у формі мідного диска і струмоприймальний пристрій, виконаний у вигляді мідної втулки, міднографітових щіток та ізолюючих прокладок.

3.2 Патентний пошук

Розглянемо патент № 1426849/25-27. Автори винаходу І.Є. Куріс і М.А. Гулій "Головка для мікронаплавлення".

Винахід належить до галузі відновлення під номінальний або зменшений розмір зношених отворів у корпусних деталях і вузлах, машин і під нерухомі посадки (під підшипники кочення і ковзання, пальці, шкворні, осі тощо). Можливе застосування винаходу для наплавлення отворів збільшеного розміру, отриманого після механічної обробки, а також наплавлення дефектних ділянок у деталях.

3.3 Призначення, юдова і принцип роботи

Запропонована конструкція головки для наплавлення відрізняється тим, що, з метою підвищення якості наплавлення внутрішніх поверхонь виробів, головку виконано у вигляді циліндричного корпусу, усередині якого розміщено додатковий вал, на одному кінці якого закріплено фланець, з'єднаний через текстолітову шайбу та електроізоляційні прокладки з фланцем приводного вала, а інший кінець вала виконано конусоподібним для кріплення головки до приводу, при цьому приводний вал встановлено в корпусі головки на опорному підшипнику, ізольованому від вала текстолітовою втулкою.

					ДП.208.045.467н.089.ПЗ							
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата	КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА			Літера	Арк.	Аркушіє		
Розробив	Петренко										30	7
Керівник	Бучко											
Рецензент												
Н. Контр.	Бучко											
Затвердив	Руденко											
								ЖАТФК, гр. Ai-45				

Головка для мікронаплавлення, що містить розташований на приводному валу електрод-інструмент у формі мідного диска і струмоприймальний пристрій, виконаний у вигляді мідної втулки, міднографітових щіток та ізолюючих прокладок.

Схему головки для мікронаплавлення представлено на рис. 3.1.

Головка містить циліндричний корпус 1, у якому встановлено на опорному підшипнику 41 фланцевий вал 5, що слугує для закріплення електрода 16, і струмопідвідні пристрої. Вал 2 має конус за розміром отвору в шпинделі дреля (метричний або Морзе).

Фланці валів 2 і 5 з'єднані жорстко текстолітовою шайбою з двома парами болтів із потайними голівками, які відокремлені від торцевих площин фланців електроізоляційними прокладками.

Вал 5 ізолюваний від підшипника 41 і диска 12 щіткотримачів постановкою втулок 9 з текстоліту. Для підведення наплавочного струму до електрода на вал 5 напресовано мідну втулку 13, що служить струмоприймальним колектором, до якого щільно прилягають дві міднографітові щітки 10. Клема 11 анода (+) наплавочного струму з'єднується з міднографітовими щітками двома проводами, припаяними до мідного стрижня клеми. Ізоляцію стрижня від корпусу забезпечує вмонтована в його вікні текстолітова шайба, через отвір якої проходить стрижень клеми. Напрявні щіток 12 ізолювані від сталевго диска постановкою між ними текстолітової шайби 13.

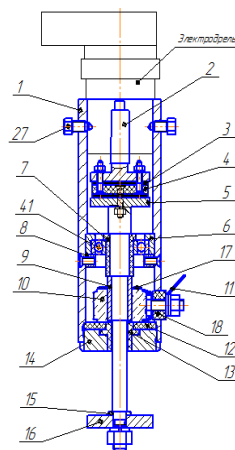


Рис. 3.1 - Схема головки для мікронаплавлення

					ДП.208.045.467Н.089.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		31

1-циліндричний корпус; 2-конусний вал; 3 - прокладка; 4, 12 - текстолітова шайба; 5-вал фланцевий; 6 - кільце опорне; 7, 9, 13 - втулки; 8- кільце; 10 - міднографітові щітки; 11 - клема; 12 - напрямні щіток; 16 - електрод - шайба; 41 - опорний підшипник;

Отвір корпусу, що стикується з корпусом дрелі, виготовляється за його розміром. Під час використання як приводу дрелі, що мають інші розміри корпусу, його з'єднання з голівкою можна виконати за допомогою двоступеневої циліндричної муфти і подовження вала 2. Перенесення металу електрода (анода) на поверхню (катод) деталі, що наплавляється, відбувається від утворення їх поверхнями електродугових і електроіскрових розрядів.

Циліндричний корпус головки надягають на шпіндельний кінець електродреля так, щоб конусний хвостовик вала 2 увійшов в отвір шпинделя. Стопорними болтами 27 головка скріплюється з дрелем. Опорами з'єднаних муфтою валів 2 і 5 будуть радіальний кульковий підшипник і шпіндель дреля

Дрель вмикається в мережу змінного струму напругою 220 В. До клеми приєднується анод постійного струму напругою 15... 25 В, який з'єднаний з деталлю.

Як джерело наплавочного струму можуть бути використані генератори-випрямлячі, що мають жорстку зовнішню характеристику (генератори АН, АНД, випрямлячі ВСТ-3, ВСМР, Пульсар 50/12-54 тощо). Потрібна сила струму до 100 А. Електродом слугують шайби товщиною 4...8 мм із червоної міді М21 та інших марок або дискові щітки з радіальним розташуванням мідних дротів діаметром 1...2 мм. Початковий діаметр електрода близько 0,7...0,8 діаметра отвору, що наплавляється. Наплавлення поверхонь отвору виконується завдяки обертанню електрода навколо осі та переміщенню його вздовж осі.

Наплавлення поверхонь отвору виконується під час надання електроду обертального руху і переміщення-подачі його вздовж осі обертань і по дузі отвору. Робітник під час роботи тримає дрель з голівкою і дослідним шляхом

					ДП.208.045.467Н.089.ПЗ	Арк.
						32
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

підтримує положення електрода відносно поверхні отвору і швидкості його подачі.

Швидкість подачі залежить від необхідної товщини наплавленого металу і в середньому становить від 0,05 до 0,15 об/мм. За один прохід можна наплавити метал завтовшки 0,1 ... 0,3 мм. У процесі наплавлення витримується зазор між поверхнями деталі та електрода в межах 0,3-0,7 мм, оптимальне значення якого залежить головним чином від напруги струму. Контактують поверхонь електрода і деталі необхідне на початку наплавлення. Далі електрод відводиться від поверхні деталі на відстань (зазор), за якої має місце стійке перенесення металу і він не зрізається обертовим електродом.

Перед наплавленням з поверхні отвору деталі видаляють бруд, залишки мастила. Наплавлення отвору діаметром 100 мм і шириною 25 мм виконується за 1...1,5 хв. Необхідний розріз отвору надається протягуванням через нього гладкої прошивки калібру.

3.4 Розрахунок фланцевого вала і вибір підшипника

Розрахункову схему фланцевого вала представлено на рис. 3.2.

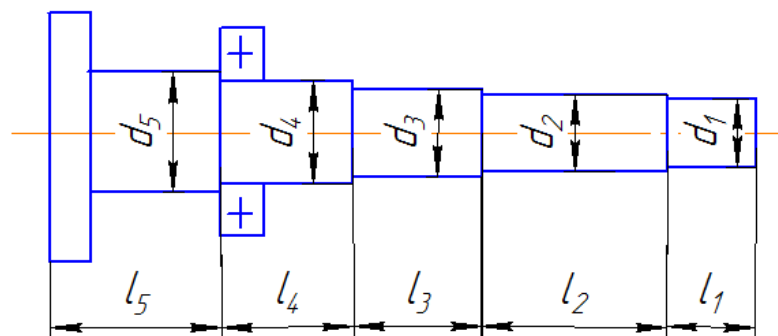


Рис. 3.2- Розрахункова схема фланцевого вала

Найменший діаметр вала розраховується з умови міцності на кручення

$$d_1 = \sqrt[3]{\frac{T_{кр} \cdot 10^3}{0,2 \cdot [\tau_{кр}]}} \quad (3.1)$$

де $T_{кр}$ - крутний момент, приймаємо $T_{кр} = 4$ Нм, що відповідає технічній характеристиці дреля;

$[\tau_{кр}]$ - допустиме напруження на кручення, $[\tau_{кр}] = 40$ МПа.

					ДП.208.045.467Н.089.ПЗ	Арк.
						33
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

$$d_1 = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 40}} = 7,9;$$

Приймаємо $d_1=8$ мм;

Довжину першого ступеня вала приймаємо з конструктивних міркувань,
 $l_1=22$ мм.

Решту ступенів вала розраховуємо з умови розміщення на ньому необхідних деталей.

Діаметр другого ступеня вала

$$d_2 = d_1 + 1 = 8 + 1 = 9 \text{ мм};$$

Довжину другого ступеня вала приймаємо з конструктивних міркувань,
 $l_2= 50$ мм.

Діаметр третього ступеня вала

$$d_3 = d_2 + 1 = 9 + 1 = 10 \text{ мм};$$

Довжину третього ступеня вала приймаємо з конструктивних міркувань,
 $l_3= 24$ мм.

Діаметр четвертого ступеня вала

$$d_4 = d_3 + 2 = 10 + 2 = 12;$$

Довжину четвертого ступеня вала приймаємо з конструктивних міркувань, $l_3= 24$ мм.

l_4 - приймаємо з конструктивних міркувань, $l_4=23$ мм;

$$d_5 = d_4 + 2 = 12 + 2 = 14;$$

l_5 - приймаємо з конструктивних міркувань, $l_5=20$ мм.

Для забезпечення жорсткості вала на четвертому ступені необхідно встановити підшипник. Діаметр внутрішнього кільця підшипника збільшуємо до $d=17$ мм, тому що його необхідно ізолювати від вала текстолітовою шайбою.

Вибираємо підшипник кульковий радіальний легкої серії: Підшипник 7000103 ДСТУ 520:2014.

					ДП.208.045.467Н.089.ПЗ	Арк.
						34
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

3.5 Розрахунок фланцевого вала на втомну міцність

Запас міцності за визначається за формулою:

$$n = \frac{n_{\sigma} n_{\tau}}{\sqrt{n_{\sigma}^2 + n_{\tau}^2}} \geq [n] = 1,5 \dots 2,5,$$

де n_{σ} - запас міцності за нормальними напруженнями;

n_{τ} - запас міцності за дотичними напруженнями.

$$n_{\sigma} = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{\sigma_a K_{\sigma}}{K_d K_v} + \psi_{\sigma} \sigma_m}, \quad (3.2)$$

де σ_{-1} - межа витривалості під час вигину, для обраного матеріалу вала (Сталь 45 ДСТУ 7809:2015) $\sigma_{-1} = 380$ МПа;

σ_a - амплітуда циклу під час вигину вала;

K_{σ} - ефективний коефіцієнт концентрації напружень;

K_d - коефіцієнт, що залежить від діаметра (масштабний фактор), $K_d = 0,95$ [5];

K_v - коефіцієнт впливу поверхневого зміцнення, $K_v = 1,7$ [5];

$\Psi_{(\sigma)}$ - коефіцієнт чутливості до асиметрії циклу навантажень, $\Psi_{(\sigma)} = 1$ [5];

τ_m - середнє напруження циклу, за симетричного циклу, $\tau_m = 0$

$$n_{\tau} = \frac{\tau_{-1}}{\frac{\tau_a K_{\tau}}{K_d K_v} + \psi_{\tau} \tau_m}, \quad (3.3)$$

τ_{-1} - межа витривалості за симетричного циклу кручення,

$\tau_{-1} = 0,58 \sigma_{-1} = 0,58 \cdot 380 = 220,4$ МПа.

$$\sigma_a = \frac{T}{0.1 d^3} = \frac{4 \cdot 10^3}{0.1 \cdot 10^3} = 4 \text{ МПа}$$

$$\tau_a = \frac{T}{0.2 d^3} = \frac{4 \cdot 10^3}{0.2 \cdot 10^3} = 2 \text{ МПа}$$

Ефективні коефіцієнти концентрації напружень під час вигину і під час кручення визначають за формулами:

$$K_{\sigma} = K_{\sigma \phi} + K_{\sigma \pi} - 1, \quad (3.4)$$

$$K_{\tau} = K_{\tau \phi} + K_{\tau \pi} - 1, \quad (3.5)$$

де $K_{\sigma \phi}$ і $K_{\tau \phi}$ - ефективні коефіцієнти концентрації, що залежать від форми деталі, $K_{\sigma \phi} = 3,5$; $K_{\tau \phi} = 2,1$ [5];

$K_{\sigma \pi}$ і $K_{\tau \pi}$ - ефективні коефіцієнти концентрації напружень, що залежать

					ДП.208.045.467Н.089.ПЗ	Арк.
						35
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

від стану поверхні, $K_{\sigma(n)K} = \tau_{\phi} = 1$ (для шліфованої поверхні) [5].

$$K_{\sigma} = 3,5 + 1 - 1 = 3,5,$$

$$K_{\tau} = 2,1 + 1 - 1 = 2,1$$

$$n_{\sigma} = \frac{380}{\frac{4 \cdot 3,5}{0,95 \cdot 1,7} + 1 \cdot 0} = 43,7$$

$$n_{\tau} = \frac{220,4}{\frac{2 \cdot 2,1}{0,95 \cdot 1,7} + 1 \cdot 0} = 84,74$$

$$n = \frac{43,7 \cdot 84,74}{\sqrt{43,7^2 + 84,74^2}} = 38,8 \geq [n] = 1,5 \dots 2,5,$$

Умова міцності виконується.

У цьому розділі представлено обґрунтування вибору конструкторської розробки, проведено патентний пошук, вибрано й описано пристрій для наплавлення внутрішніх поверхонь, пояснено принцип роботи.

Проведено розрахунок конструкції вала за зниженими допустимими напруженнями на кручення.

Розрахунок вала на втомну міцність показав, що є значний запас міцності. Обрано оптимальний типорозмір підшипника.

					ДП.208.045.467Н.089.ПЗ	Арк.
						36
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Аналіз потенційних небезпек при ремонті корпусу КПП

Ремонт корпусу коробки перемикання передач (КПП) пов'язаний із низкою потенційних небезпек, які можуть спричинити травми або пошкодження деталей. Ось основні ризики та заходи безпеки:

1. Механічні небезпеки

- Падіння важких деталей – корпус КПП важкий, тому неправильне транспортування або встановлення може призвести до травм.
 - Використовуйте підйомне обладнання (таль, домкрат, лебідку) та дотримуйтесь інструкцій з монтажу.
- Затиснення пальців при демонтажі та встановленні корпусу.
 - Одягайте рукавички та працюйте вдвох при важких маніпуляціях.
- Ризик руйнування корпусу при ударах – чавунні або алюмінієві корпуси крихкі.
 - Використовуйте м'які підкладки та працюйте без різких ударів.

2. Хімічні небезпеки

- Вплив масел, технічних рідин, розчинників може викликати подразнення шкіри та очей.
 - Працюйте в рукавичках, використовуйте захисні окуляри.
- Вдихання парів хімічних речовин при очищенні деталей.
 - Виконуйте роботи в провітрюваному приміщенні або використовуйте респіратор.

3. Термічні небезпеки

- Опіки при роботі з нагрітими деталями (наприклад, після зняття КПП з автомобіля).
 - Дайте деталям охолонути або використовуйте термостійкі рукавички.

4. Електробезпека

					ДП.208.045.467н.089.ПЗ				
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата					
Розробив		Петренко			ОХОРОНА ПРАЦІ		Літера	Арк.	Аркушів
Керівник		Бучко						37	4
Рецензент		Герасимчук					ЖАТФК, гр. Аі-45		
Н. Контр.		Бучко							
Затвердив		Руденко							

- Ризик ураження електрострумом при використанні електроінструментів (дриль, шліфмашина, зварювальний апарат).
- Перевіряйте стан проводки та ізоляції, використовуйте заземлення.

5. Ергономічні небезпеки

- Неправильна робоча поза – постійне нахилання або робота в незручних положеннях може спричинити перевантаження спини.
- Використовуйте зручні робочі позиції, перерви та допоміжне обладнання.

6. Небезпека від інструментів

- Сколи металу при використанні зубила, молотка, болгарки можуть потрапити в очі.
- Використовуйте захисні окуляри.
- Відскок гайкових ключів та інших інструментів.
- Використовуйте правильний розмір ключів та надійно фіксуйте інструменти.

7. Пожежна безпека

- Займання легкозаймистих рідин (наприклад, трансмісійної оливи, гасу, гальмівної рідини).
- Тримайте вогнегасник поблизу та уникайте відкритого вогню.

Дотримання цих заходів дозволить зменшити ризики та зробити ремонт корпусу КПП безпечним!

4.2 Охорона праці при роботі з головкою для мікронаплавлення

Охорона праці при роботі з головкою для мікронаплавлення корпусу коробки передач включає низку заходів безпеки, спрямованих на захист працівників від шкідливих факторів виробничого процесу.

1. Організаційні заходи

- Проведення інструктажів (вступний, первинний, повторний, позаплановий, цільовий).
- Контроль стану робочого місця перед початком роботи.
- Дотримання вимог охорони праці згідно з ДСТУ та чинними нормативними документами.

2. Вимоги до робочого місця

					ДП.208.045.467Н.089.ПЗ	Арк.
						38
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

- Робоче місце повинно бути обладнане місцевою витяжною вентиляцією.

- Всі електроустановки та обладнання повинні бути заземлені.
- Освітлення має відповідати нормам безпечної праці.
- Робоча поверхня повинна бути чистою і без сторонніх предметів.

3. Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ)

- Захисна маска або щиток з автоматичним затемненням.
- Робочий спецодяг з вогнетривкими властивостями.
- Діелектричні рукавиці, спеціальні рукавиці для зварювальних робіт.

- Захисне взуття з металевим носком та антиковзною підошвою.
- Респіратор або система фільтрації повітря (при необхідності).

4. Безпека під час роботи

- Заборонено працювати у вологому одязі, взутті або з мокрими руками.

- Забезпечити відсутність займистих матеріалів поблизу зони мікронаплавлення.

- Не допускати перегріву обладнання та дотримуватись інструкції щодо режимів роботи.

- Використовувати лише справне обладнання та перевіряти стан проводки.

- Дотримуватися правил поводження з газовими балонами (якщо застосовуються).

5. Дії у разі аварійних ситуацій

- При короткому замиканні або загорянні – негайно вимкнути обладнання та скористатися вогнегасником.

- У разі отримання травми – надати першу допомогу та повідомити відповідального за охорону праці.

- У разі витoku газу – негайно перекрити подачу та провітрити приміщення.

					ДП.208.045.467Н.089.ПЗ	Арк.
						39
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

Дотримання цих правил допоможе уникнути нещасних випадків та забезпечить безпечні умови праці при мікронаплавленні корпусу коробки передач.

					ДП.208.045.467Н.089.ПЗ	Арк.
						40
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

5. ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЄКТУ

5.1 Розрахунок одноразових капіталовкладень

Одноразові капіталовкладення, витрати на придбання основного виробничого обладнання:

- Верстат токарно-гвинторізний, ціна 1600000 грн.
- Зварювальний трансформатор, ціна 10000 грн.;
- Гальванічний випрямляч, ціна 10000 грн.
- інше, столи, пристосування, інструмент, усього на суму 10000 грн.;

Разом одноразових капіталовкладень, $K = 1630000$ грн.

5.2 Експлуатаційні витрати

Визначимо експлуатаційні витрати на відновлення картера КПП за формулою:

$$E_{\text{зат.}} = Z_{\text{з.п.}} + Z_{\text{е.е.}} + Z_{\text{мат.}} + A_{\text{об.}} \quad (5.1)$$

де $Z_{\text{з.п.}}$ - витрати на оплату праці робітникам;

$Z_{\text{е.е.}}$ - витрати на електроенергію;

$Z_{\text{мат.}}$ - витрати на витратні матеріали.

$A_{\text{об.}}$ - витрати на поточний ремонт і амортизацію основного виробничого обладнання.

Визначення витрат на оплату праці.

За відомої трудомісткості відновлення картера КПП визначаємо величину витрат на зарплату, з урахуванням 20% відрахувань.

$$Z_{\text{з.п.}} = 3600 \text{ люд/год} \cdot 43,75 \text{ грн/год} = 157500 \text{ грн.}$$

де 3600 люд/год - визначена трудомісткість річної програми, визначена в п.2.2.

43,75 грн. - годинна оплата працівника майстерні.

Визначення витрат на електроенергію.

					ДП.208.045.467н.089.ПЗ							
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата								
Розробив	Петренко				ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЄКТУ			Літера	Арк.	Аркушів		
Керівник	Бучко									41	5	
Рецензент	Веремій							ЖАТФК, гр. Ai-45				
Н. Контр.	Бучко											
Затвердив	Руденко											

Електроенергія при впровадженому технологічному процесі витрачається такими споживачами:

- верстат розточувальний;
- верстат свердильний;
- зварювальний трансформатор;
- гальванічний випрямляч.

Споживана енергія визначається за формулою:

$$W_{p.c.} = W_{(пот.)} \cdot T_p, \quad (5.2)$$

де $W_{пот.}$ - споживана потужність, кВт, визначена в таблиці 2.2.

T_p - час роботи обладнання, годин.

Розрахунок споживаної електроенергії представлено в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 - Розрахунок витрат електроенергії

Найменування	Марка	Кількість	Споживана потужність, кВт	Річне напруження, год.	Кількість електроенергії, споживаної за рік, кВт
1	2	3	4	5	6
Верстат токарно-гвинторізний	1K625Д	1	5	1530	7605
Верстат свердильний	2A554	1	5,5	270	1485
Зварювальний трансформатор	ТДМ 317У2	1	1	219	219
Випрямляч	Пульсар 50/12 - 54	1	0,45	900	405
Освітлення та вентиляція					600
Усього кВт за рік					10314
Усього, грн. (ціна за 1 кВт 2,05 грн.)					21143

Визначення витрат на витратні матеріали.

$Z_{\text{мат}}$ - витрати на: електроди, електроліт, ремонтні втулки, шліфувальні круги, свердла, різці, змащувальні матеріали.

електроди для зварювання, необхідна кількість 80 кг, ціна 600000 за 1 т, усього за рік 48000 грн;

витрати на ремонтні втулки:
необхідна кількість для річної програми 1000 шт, вартість однієї втулки 20 грн., у результаті загальні витрати 20000 грн.

шліфувальні круги, свердла, різці, мастильні матеріали приймемо 30000 грн.

У результаті отримаємо $Z_{\text{мат.}} = 98000$ грн.

Визначення амортизації основного виробничого обладнання за рік за формулою:

$$A_{\text{об.}} = C_{\text{об.}} \cdot N_{\text{амр.}}, \quad (5.3)$$

де, $C_{\text{об.}}$ - вартість обладнання на початок періоду (за рік);

$N_{\text{амр}}$ - норма амортизації за період (рік), визначається за довідником [5], розрахунок подано в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 - Амортизації основного виробничого обладнання за рік

Найменування	Вартість на початок періоду, тис. грн.	Норма амортизаційних відрахувань, %	Величина амортизації за рік, тис. грн.
Верстат токарно-гвинторізний	1600	5	8
Трансформатор Зварювальний	10	11	1,1
Гальванічний випрямляч	10	16,7	1,67
Усього, тис. грн.			10,77

Усі експлуатаційні витрати на технологічний процес відновлення дорівнюватимуть:

$$E_3 = 98 \text{ тис. грн.} + 21,2 \text{ тис. грн.} + 157,5 \text{ тис. грн.} + 10,77 \text{ тис. грн.} = 287,47 \text{ тис. грн.}$$

5.3 Вартісна оцінка результатів впровадження

Визначимо вартісну оцінку результатів впровадження за формулою:

$$C_{p.v.} = C_v \cdot A_t, \quad (5.4)$$

де, C_v - ціна реалізації відновленої деталі, грн.;

A_t - обсяг відновлення деталей.

Ціну реалізації відновлених деталей приймемо в розмірі 70% від ціни нової деталі, за технологічного ресурсу 90% порівняно з новою.

$$C_v = C_n \cdot 0,7; \quad (5.5)$$

де, $C_n = 3000$ грн., ціна нової деталі.

$$C_v = 3000 \text{ грн.} \cdot 0,7 = 2100 \text{ грн./деталь};$$

$A_t = 1000$ деталей на рік.

$$C_{p.v.} = 2100 \text{ грн./деталь} \cdot 1000 \text{ деталей} = 2100000 \text{ грн.}$$

5.4 Економічні показники впровадження технологічного процесу

Чистий економічний ефект від впровадження нового технологічного процесу визначимо за формулою:

$$E_{ef} = C_{p.v.} - E_{зат}, \quad (5.6)$$

де $C_{p.v.}$ - вартісна оцінка результатів впровадження технологічного процесу;

$E_{зат}$ - експлуатаційні витрати.

$$E_{ef} = 2100 \text{ тис. грн.} - 287,47 \text{ тис. грн.} = 1812,53 \text{ тисяч грн.}$$

Окупність проекту визначимо за формулою:

$$O_{пр.} = E_{ef} / K, \quad (5.7)$$

де K - одноразові капіталовкладення;

E_{ef} - чистий економічний ефект.

$$O_{пр.} = 1812,53 \text{ тис. грн} / 1630 \text{ тис.грн.} = 1,1$$

Термін окупності визначимо за формулою:

$$B_{окуп.} = K / E_{ef}, \quad (5.8)$$

$$B_{окуп.} = 1630 \text{ тис. грн.} / 1812,53 \text{ тис. грн./рік} = 0,9 \text{ років.}$$

Результати розрахунку економічних показників подано в таблиці 5.3.

					ДП.208.045.467Н.089.ПЗ	Арк.
						44
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

Таблиця 5.3 - Економічні показники від впровадженого технологічного процесу.

Показник	Значення
1. Капітальні вкладення, усього, тис. грн.	1630
2. Річний обсяг відновлення деталей, шт.	1000
3. Поточні витрати, тис. грн.	287,47
4. Ціна реалізації відновленої деталі, грн.	2100
5. Сума реалізації відновлених деталей за рік, грн.	2100
6. Чистий економічний ефект, тис. грн.	1812,53
7. Окупність	1,1
8. Термін окупності, років.	0,9

Економічні показники показують хорошу рентабельність і маленький термін окупності. Обрана програма з відновлення 1000 деталей на рік повністю підходить.

					ДП.208.045.467Н.089.ПЗ	Арк.
						45
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

ВИСНОВОК

У дипломному проєкті на тему «Проект організації роботи ремонтної майстерні з удосконаленням процесу технічного відновлення корпусу коробки перемикачів передач» з розробкою головки для мікронаплавлення були розглянуті та вирішені основні завдання, спрямовані на підвищення ефективності ремонтного процесу.

У ході виконання роботи:

1. Проаналізовано сучасні методи ремонту та відновлення корпусу коробки передач, визначено основні причини зносу та пошкоджень.
2. Запропоновано удосконалену технологію мікронаплавлення, яка дозволяє покращити якість відновлення робочих поверхонь деталей, зменшити витрати на матеріали та скоротити час ремонту.
3. Розроблено та обґрунтовано конструкцію головки для мікронаплавлення, що забезпечує рівномірний розподіл наплавленого матеріалу, мінімізацію термічного впливу на основний метал та підвищену точність відновлення.
4. Запропоновано організаційні заходи щодо покращення роботи ремонтної майстерні, оптимізації виробничих процесів та впровадження нової технології мікронаплавлення.
5. Проведено техніко-економічне обґрунтування, яке показало, що впровадження розробленого методу дозволяє знизити собівартість ремонту, підвищити довговічність деталей та зменшити кількість браку.
6. Розглянуто питання охорони праці, визначено основні ризики та запропоновано заходи для їх мінімізації.

					ДП.208.045.467н.089.ПЗ					
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата						
Розробив	Петренко				ВИСНОВОК			Літера	Арк.	Аркуші
Керівник	Бучко								46	2
Рецензент								ЖАТФК, гр. Аі-45		
Н. Контр.	Бучко									
Затвердив	Руденко									

Таким чином, виконаний дипломний проєкт демонструє доцільність розробленого технічного рішення, його ефективність та перспективність для впровадження в умовах ремонтних підприємств. Використання вдосконаленої технології мікронаплавлення дозволить підвищити якість ремонту корпусів коробок передач, знизити витрати та підвищити продуктивність ремонтної майстерні.

					ДП.208.045.467Н.089.ПЗ	Арк.
						47
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бондаренко С. І. Технологія ремонту автомобілів / С. І. Бондаренко, О. В. Лисенко. – Київ: Ліра-К, 2018. – 320 с.
2. Григоренко С. М. Відновлення деталей машин / С. М. Григоренко, І. А. Синиця. – Київ: Либідь, 2017. – 256 с.
3. Довгопол П. В. Основи ремонту та відновлення деталей машин / П. В. Довгопол. – Харків: ХНАДУ, 2016. – 278 с.
4. Жолтовський В. А. Конструювання та ремонт машин / В. А. Жолтовський, А. П. Корнієнко. – Одеса: ОНТУ, 2019. – 310 с.
5. Ковальов В. Г. Організація ремонтного виробництва/ В. Г. Ковальов, Ю. В. Дмитренко. – Львів: Афіша, 2015. – 235 с.
6. Криворучко О. В. Технологія ремонту машин і обладнання / О. В. Криворучко. – Дніпро: НМетАУ, 2017. – 312 с.
7. Мельник О. М. Організація та технологія ремонту машин / О. М. Мельник. – Вінниця: ВНТУ, 2018. – 287 с.
8. Міщенко П. Г. Відновлення та зміцнення деталей машин / П. Г. Міщенко, Л. Ю. Бойко. – Полтава: ПНТУ, 2020. – 298 с.
9. Павленко І. В. Основи технології ремонту автомобілів / І. В. Павленко. – Київ: Освіта України, 2016. – 254 с.
10. Пархоменко С. О. Відновлення деталей машин методами наплавлення / С. О. Пархоменко. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2019. – 315 с.
11. Сидоренко В. А. Вібраційні методи відновлення деталей / В. А. Сидоренко. – Суми: СумДУ, 2017. – 205 с.
12. Сич О. В. Ремонт та обслуговування автомобілів / О. В. Сич. – Харків: Фоліо, 2018. – 289 с.
13. Тимошенко О. Л. Відновлення деталей машин: Теорія та практика / О. Л. Тимошенко. – Черкаси: ЧДТУ, 2020. – 304 с.

					ДП.208.045.467н.089.ПЗ						
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата							
Розробив	Петренко				СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ			Літера	Арк.	Аркушів	
Керівник	Бучко								48	2	
Рецензент								ЖАТФК, гр. Аі-45			
Н. Контр.	Бучко										
Затвердив	Руденко										

14. Федоров В. В. Основи технології ремонту транспортних засобів / В. В. Федоров. – Луцьк: ЛНТУ, 2019. – 250 с.

15. Чернишов В. О. Відновлення деталей автомобілів / В. О. Чернишов. – Київ: Політехніка, 2021. – 275 с.

					ДП.208.045.467 _Н .089.ПЗ	Арк.
						49
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		