

**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

ШАПОВАЛ ПЕТРО ОЛЕКСОВИЧ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**Розробка технологічного процесу ремонту маховика дизеля
сільськогосподарських машин**

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. _____ Шаповал П.О.

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

Житомир – 2025

АНОТАЦІЯ

Шаповал Петро Олексевич. Розробка технологічного процесу ремонту маховика дизеля сільськогосподарських машин - Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

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

В загальному розділі наведено призначення, конструкція матеріал та термообробка маховика двигуна внутрішнього згорання.

В технологічному розділі проведено поєднання дефектів маршруту, обрано спосіб та схеми технологічного процесу усунення дефектів, розроблено план технологічних операцій в раціональній послідовності виконання та кожна операція технологічного процесу для заданого маршруту, наведено правила розробки карт технологічного процесу відновлення маховика.

В розрахунковому розділі визначено партію деталей, режими обробки та прогресивні норми часу по операціях (токарні, свердлильні, зварна, слюсарна), визначено норми виробітку, собівартість відновлення та вартість матеріалів.

В конструкторському розділі запропоновано пристрій для закріплення маховика в зборі на столі вертикально-свердлильного верстата в процесі обробки отворів під болти кріплення маховика до колінчастого вала і отворів під встановочні шпильки.

Розділ «Пропозиції щодо організації технологічного процесу відновлення маховика двигуна» присвячено розробці ділянки ремонту двигунів. Розраховано необхідну кількість працівників ділянки, проведено підбір необхідного обладнання.

В роботі зроблено висновки про розроблені пропозиції щодо удосконалення технологічного процесу відновлення маховиків дизелів сільськогосподарських машин.

Метою роботи є: розробка технологічного процесу відновлення маховика дизельного двигуна.

Ключові слова: технологічний процес, відновлення, ремонт, дизель, маховик.

ABSTRACT

Shapoval Petro Oleksovich. Development of a technological process for repairing the flywheel of a diesel engine of agricultural machinery - Qualification work in the form of a manuscript.

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

The general section presents the purpose, design, material and heat treatment of the flywheel of an internal combustion engine.

In the technological section, a combination of route defects is carried out, a method and schemes of the technological process for eliminating defects are selected, a plan of technological operations in a rational sequence of execution and each operation of the technological process for a given route are developed, rules for developing maps of the technological process of flywheel restoration are given.

In the calculation section, a batch of parts, processing modes and progressive time standards for operations (turning, drilling, welding, metalworking) are determined, production rates, cost of restoration and cost of materials are determined.

In the design section, a device is proposed for fixing the flywheel assembly on the table of a vertical drilling machine during the processing of holes for bolts securing the flywheel to the crankshaft and holes for mounting studs.

The section “Proposals for organizing the technological process of restoring the engine flywheel” is devoted to the development of an engine repair area. The required number of workers at the site was calculated, and the necessary equipment was selecte.

The paper draws conclusions on the developed proposals for improving the technological process of restoring flywheels of diesel engines of agricultural machinery.

The purpose of the work is: development of a technological process for restoring a diesel engine flywheel.

Keywords: technological process, restoration, repair, diesel, flywheel.

ЗМІСТ

Вступ	8
1. ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ	9
1.1. Призначення, конструкція, матеріал та термообробка маховика двигуна внутрішнього згорання	9
2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	12
2.1. Встановлення поєднання дефектів маршруту	12
2.2. Вибір способу та схеми технологічного процесу усунення дефектів ...	13
2.3. План технологічних операцій в раціональній послідовності виконання	14
2.4. Розробка кожної операції технологічного процесу для заданого маршруту	15
2.5. Розробка карт технологічного процесу відновлення маховика	19
3. РОЗРАХУНКОВИЙ РОЗДІЛ	21
3.1. Розрахунок партії деталей	21
3.2. Розрахунок режимів обробки та прогресивних норм часу	21
3.2.1. Операція 005, токарна	21
3.2.2. Операція 010, свердлильна	23
3.2.3. Операція 015, зварна	24
3.2.4. Операція 020, слюсарна	26
3.2.5. Операція 025, токарна	27
3.2.6. Операція 030, свердлильна	29
3.3. Розрахунок норми виробітку	32
3.4. Розрахунок собівартості ремонту	33
3.4.1. Визначення вартості матеріалів на відновлення	35
4. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	37
5. ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ОРГАНІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВІДНОВЛЕННЯ МАХОВИКА ДВИГУНА	39
5.1. Дільниця ремонту двигунів	39
5.2. Визначення кількості працівників дільниці	40

5.2.1. Визначення явочної кількості працівників	40
5.3. Визначення та підбір обладнання	40
5.4. Розрахунок площі ділянки	42
Висновки	46
Література	47

ВСТУП

В процесі експлуатації двигуна сільськогосподарської і транспортної техніки їх технічні властивості та характеристики суттєво змінюється. Це відбувається за наявності процесів зношування матеріалів деталей, а також корозії металу та його втоми. В результаті цього мають місце різні несправності в вузлах та деталях, погіршується технічні характеристики.

Тривала експлуатація двигуна внутрішнього згорання призводить до такого його стану, який вимагає відновлення багатьох його елементів через капітальний ремонт. Ефективність технологічного процесу відновлення деталей двигуна в основному обумовлюється наступними факторами: залишкова вартість деталі до ремонту та вартість процесу відновлення деталі. Але, важливим також є рівень забезпечення довговічності роботи деталі після її ремонту.

Капітальний ремонт двигунів внутрішнього згорання повинен виконуватись на спеціалізованих підприємствах, відділеннях тощо, де вирішується задача – підтримка та збереження якості ремонту, зниження його собівартості за умови забезпечення безпеки виконання робіт. На всі ці задачі за великим рахунком впливають розроблені та впроваджені способи та методи відновлення.

В кваліфікаційній роботі розроблено технологічний процес відновлення маховика (в зборі) двигуна ЯМЗ-236 автомобіля. Запропоновано та використано основні принципи: технологічність, раціональність, економічність, для реалізації яких запропоновано пристрій для покращення умов та якості виконання процесу.

1. ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1.1. Призначення, конструкція, матеріал та термообробка маховика двигуна внутрішнього згорання

Маховик призначений для акумулювання енергії протягом робочого ходу обертання колінчастого вала та зменшення нерівномірності його обертання. Він являє собою збалансований чавунний диск, що закріплений на колінчастому валу та розміщений в картері двигуна. Маховик закріплений до колінчастого вала болтами.

Маховик виготовляється литтям з сірого чавуну СЧ 21-40 твердістю 170-241 НВ. На ободі маховика напресовано зубчастий вінець, необхідний для примусового обертання колінчастого вала в процесі пуску двигуна. Поверхня маховика з боку, протилежного від колінчастого вала, взаємодіє з веденим диском зчеплення для передачі крутного моменту в трансмісію автомобіля (трактора тощо). В процесі виготовлення цю поверхню шліфують та піддають поліруванню.

Маховик в процесі експлуатації може мати такі дефекти:

- тріщини або відламування обода;
- зношення, задири, жолоблення поверхні під ведений диск;
- зношення зубів обода по товщині та ширині;
- зношення гнізда під підшипник;
- зношення отворів під штифти;
- зношення різьб.

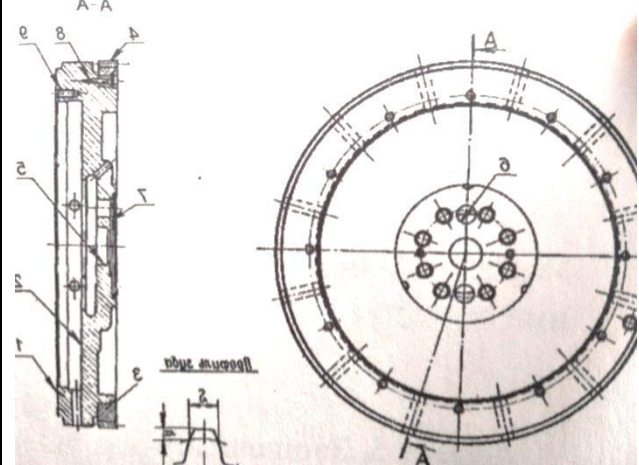
Тріщини або відламування можуть виникнути внаслідок дії поверхневих ударних навантажень або при послабленні різьбових з'єднань болтів кріплення маховика, втоми матеріалу вінця. Зношення зубів ободу маховика відбувається від дії ударних радіальних навантажень при передаванні крутного моменту. Воно може бути інтенсивним при перекошенні маховика, причиною якого є постаблення його кріплення.

Зношення отвору під підшипник по діаметру виникає внаслідок прокручування обойми підшипника під час роботи або її пошкодження чи руйнування.

Зношення, задири, тріщини або жолоблення поверхні підведений диск виникають внаслідок попадання між поверхнями абразивних частинок продуктів зношування. Причиною також може бути зношення отвору під підшипник.

Зношення або зрив різьби в отворах виникає внаслідок послаблення та недостатньому затягування різьбових кріплень.

Таблиця 1.1. – Карта технічних умов на дефектацію маховика в зборі

			Деталь: Маховик в зборі			
			№ деталі: 236-1005115			
			Матеріал		Твердість	
			1. Маховик: СЧ 21-40 2. Вінець: сталь 45		1.170-241 НВ 2. HRC 43-49	
Позиція	Назва дефектів	Спосіб виявлення та вимірювальний інструмент	Розміри, мм			Висновок
			Номінальний	Допустимий без ремонту	Допустимий для ремонту	
1	Відламування і тріщини	Огляд. Дефектоскоп	0	0	-	Замінити обід
2	Зношення, задірки, тріщини, жолобління	Огляд.	0	0	-	Обробити до видалення дефекту
3	Зношення зубців по товщині	Калібр	$6,67_{-1,08}^{+1,02}$	5,6	-	Замінити обід
4	Зношення зубців з торця по довжині	Огляд	$6,67_{-1,08}^{+1,02}$	5,8	-	Замінити обід
5	Зношення гнізда під підшипник	Пробка листова 52,02 мм	$52_{-0,03}$	52,02	Більше 52,02	Встановлення втулки

6	Зношення отворів під установочні штифти	Пробка листова 22,05 мм	22 ^{+0,023}	22,05	Більше 22,05	Обробка під ремонтний розмір Встановлення втулки
7	Зношення отворів під болти кріплення маховика	Пробка 12,7 мм	12,5	12,7	Більше 12,7	Обробка під ремонтний розмір Встановлення втулки
8	Зношення різьби в отворах під гвинти кріплення вінця	Різьбовий калібр	M8-6H	+0,03	Більше 7,0	Встановлення різьбової вставки
9	Зношення різьби в отворах під болти кріплення кожуха зчеплення	Різьбовий калібр	M10-6H	+0,032-	Більше 8,0	Встановлення різьбової вставки

2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1. Встановлення поєднання дефектів маршруту

На основі аналізу табл. 1.1 можна запропонувати поєднання дефектів з точки зору оптимальної організації технологічного процесу відновлення маховика двигуна в зборі (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Розроблення маршрутів технологічного процесу відновлення маховика двигуна в зборі

Номер маршруту	Номер дефекту	Вид дефекту
1	5	Зношення гнізда під підшипник
	6	Зношення отворів під установчі штифти
	9	Зношення різьби в отворах під болти кріплення кожуха зчеплення
2	1	Тріщини або обломлювання ободу
	2	Зношення, задирки тріщини або жолоблення поверхні під ведений диск
	3	Зношення зубів ободу по товщині
3	4	Зношення зубів з торця увимкнення по довжині
	5	Зношення гнізда під підшипник
	6	Зношення отворів під установчі штифти
	7	Зношення отворів під болти кріплення маховика
4	2	Зношення, задирки тріщини або жолоблення поверхні під ведений диск
	8	Зношення різьби в отворах під гвинти кріплення вінця
5	1	Тріщини або обломлювання ободу
	4	Зношення зубів з торця увимкнення по довжині
	8	Зношення різьби в отворах під гвинти кріплення вінця
6	5	Зношення гнізда під підшипник
	6	Зношення отворів під установчі штифти
	7	Зношення отворів під болти кріплення маховика
	9	Зношення різьби в отворах під болти кріплення кожуха зчеплення
7	2	Зношення, задирки тріщини або жолоблення поверхні під ведений диск

	6	Зношення отворів під установчі штифти
	7	Зношення отворів під болти кріплення маховика

2.2. Вибір способу та схеми технологічного процесу усунення дефектів

Обраний спосіб та схеми технологічного процесу відновлення маховика двигуна в зборі наведено в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Спосіб та схема процесу відновлення деталі

Номер дефекту	Вид дефекту	Пропозиції щодо усунення	Схема технологічного процесу
5	Зношення гнізда під підшипник	З можливих способів усунення дефекту найбільш доцільним є оновлення втулки. Зношений отвір розточують до діаметра $56^{+0,039}$ мм та запресовують в нього втулку. Після запресування у втулці розточують отвір до номінального розміру $53_{-0,03}$ мм. Даний спосіб дозволяє відновити отвір зі збереженням конструктивних параметрів деталі, він простий і не потребує великих витрат	- розточити отвір підшипника від діаметра 52,02 мм до діаметра 56 мм на довжину 15 мм - запресувати в отвір ремонтну втулку зовнішнім діаметром $56_{-0,023}$ мм на довжину 15 мм; - перевірити якість відновлення.
6	Зношення отворів під установчі штифти	З можливих способів усунення дефекту найбільш доцільним є розгорткування отворів до ремонтного розміру $22,2^{+0,023}$ мм з встановленням штифта відповідно до розміру при складанні	- розгорнути отвори під штифти від діаметра 22,05 до діаметра $22,2^{+0,023}$ мм на довжину 18 мм; - перевірити якість відновлення
9	Зношення різьби в	В залежності від можливих способів	- розвернути 12 отворів під болти кріплення

	отворах під болти кріплення кожуха зчеплення	відновлення, матеріалу та технічних вимог даний дефект пропонується усувати відновленням різьби до номінального розміру. Зношені отвори розсвердлюють до діаметра 10 мм, наплавляють ручним електродуговим зварюванням, свердлять нові отвори та нарізають в них різьбу по робочому кресленню	кожуха зчеплення діаметром 19 мм глибиною 25 мм; - просвердлити 12 отворів діаметром 8,7 мм глибиною 25 мм; - нарізати в отворах різьбу М10-6Н на глибину 20 мм; - перевірити якість відновлення
--	--	---	---

2.3. План технологічних операцій в раціональній послідовності виконання

Технологічні операції за видами робіт пропонується прийняти в послідовності, що наведено в табл.2.3.

Таблиця 2.3 – Прийнята послідовність виконання технологічних операцій

Операція	Номер операції	Зміст операції
Токарна	005	Розточити отвір під підшипник від діаметра 52,02 мм до діаметра 56 мм на довжину 15 мм
Свердлільна	010	Розсвердлити 12 отворів під болти кріплення кожуха зчеплення від діаметра 8,7 мм до діаметра 10 мм на глибину 25 мм
Зварна	015	Заплавити отвір під болти кожуха зчеплення діаметром 10 мм глибиною 25 мм
Слюсарна	020	Запресувати в отвір під підшипник ремонтну втулку зовнішнім діаметром $56^{+0,083}$ мм внутрішнім діаметром 50 мм довжиною 15 мм
Токарна	025	Розточити отвір у втулці під підшипник від діаметра 50 мм до діаметра $52_{-0,03}$ мм на довжину 15 мм
Свердлільна	030	Розсвердлити 2 отвори під штифти від діаметра 25,5 мм до діаметра $22,2^{+0,023}$ мм довжиною 18 мм.

		Просвердлити 12 отворів під болти кріплення кожуха зчеплення діаметром 8,7 мм глибиною 25 мм. Нарізати під болти різьбу M10-6H на глибину 20 мм
Контрольна	035	Перевірити якість відновлення деталі

2.4. Розробка кожної операції технологічного процесу для заданого маршруту

Результат розробки кожної операції технологічного процесу відновлення маховика двигуна наведено в табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – Розбивка операцій на переходи, визначення установочних баз, інструменту, обладнання, кваліфікації працюючого

Операція	Перехід	Вид операції	Установочні інструмент, обладнання, виконавець
005, токарна	А	Встановити і закріпити деталь	Для виконання операції вибрано токарно-гвинторізний верстат 16K20. Для кріплення деталі на токарно-гвинторізному верстаті використовується зовнішня поверхня маховика. Для закріплення деталі на верстаті використовують 3-х кулачковий патрон. Для обробки поверхні вибрано різець розточний упорний ВК6 175x16x90°. Для контролю діаметра обробки вибрано нутромір 4N-75. Для виконання операції з врахуванням складності роботи згідно тарифно-кваліфікаційного
	1	Розточити отвір під підшипник від діаметра 52,02 мм до діаметра 56 мм на довжину 15 мм	
	Б	Зняти деталь	

			довідника встановлено кваліфікацію виконавця – слюсар 3 розряду.
010, свердлильна	А	Встановити і закріпити деталь	Для виконання операції обрано вертикально-свердлильний верстат 2Н1 125. Для кріплення деталі на вертикально-свердлильному верстаті використовують торцеві поверхні маховика. Для закріплення деталі на верстаті використовується спеціальна підставка. Для обробки отворів під болти кріплення маховика вибрано розгортку Р18К5Ф5 15х200х90. Для виконання операції з врахуванням складності роботи згідно тарифно-кваліфікаційного довідника встановлено кваліфікацію виконавця – свердлильник 3 розряду.
	1	Розсвердлити 12 отворів під болти кріплення кожуха зчеплення діаметром 8,7 мм глибиною 25 мм	
	Б	Зняти деталь	
015, зварна	А	Встановити і закріпити деталь	Для виконання операції обрано варювальний трансформатор ТС-500. Для кріплення деталі на слоті зварювальника використовують торцеві поверхні маховика. Для закріплення деталі на верстаті використовується спеціальна підставка. Для заплавки отворів використовуються електроди УОНИ 15/45 діаметром 5 мм. При виконанні операції застосовується слюсарний
	1	Заплавити 2 отвори під болти кожуха зчеплення діаметром 10 мм глибиною 25 мм	
	Б	Зняти деталь	

			молоток 0,5 кг, щітка металева. Для виконання операції з врахуванням складності роботи згідно тарифно-кваліфікаційного довідника встановлено кваліфікацію виконавця – слюсар 3 розряду.
020, слюсарна	А	Встановити і закріпити деталь	Для виконання операції обрано прес гідравлічний ОКС-1671Ш. Для кріплення деталі на столі преса використовують торцеві поверхні маховика. Для закріплення деталі на верстаті використовується спеціальна підставка. При виконанні операції застосовується правка для втулки. Для контролю зовнішнього діаметра втулки застосовується листовий колібр-пробка 56-НС. Для виконання операції з врахуванням складності роботи згідно тарифно-кваліфікаційного довідника встановлено кваліфікацію виконавця – слюсар 3 розряду.
	1	Запресувати в отвір під підшипник ремонтну втулку зовнішнім діаметром $56^{+0,083}$ мм внутрішнім діаметром 50 мм довжиною 15 мм	
	Б	Зняти деталь	
025, токарна	А	Встановити і закріпити деталь	Для виконання операції обрано токарно-гвинторізний верстат 16К20. Для кріплення деталі на токарно-гвинторізному верстаті використовують зовнішня поверхня маховика.
	1	Розточити отвір у втулці під підшипник від діаметра $56^{+0,003}$ мм на довжину 15 мм	
	Б	Зняти деталь	

			Для закріплення деталі на верстаті використовується 3-х кулачковий патрон. Для обробки поверхні вибрано різець розточний упорний ВК6 175х16х90°. Для контролю діаметра обробки застосовується нутромі 4N-75. Для виконання операції з врахуванням складності роботи згідно тарифно-кваліфікаційного довідника встановлено кваліфікацію виконавця – слюсар 3 розряду.
030, свердлильна	А	Встановити і закріпити деталь	Для виконання операції обрано вертикально-свердлильний верстат 2Н1 125. Для кріплення деталі на вертикально-свердлильному верстаті використовують торцеві поверхні маховика. Для закріплення деталі на верстаті використовується спеціальна підставка. Для обробки отворів під болти вибрано кріплення кожуха вибрано свердло Р9Ф2К58, 7х120х60. Для обробки отворів під штифти вибрано вибрано розгортку Р18К5Ф5 22,2х200х9. Для нарізання різьби використовується метчик У11А10-6Н. Для контролю діаметрів отвору під болти кріплення кожуха зчеплення вибрано калібр-пробку 8,7-Н7.
	1	Розточити 2 отвори під штифти від діаметра 22,5 мм до діаметра $22,2^{+0,023}$ мм на довжину 18 мм	
	2	Просвердлити 12 отворів під болти кріплення кожуха зчеплення діаметром 8,7 мм глибиною 25 мм.	
	3	Нарізати під болти кріплення кожуха різьби М10-6Н на глибину 20 мм.	
	Б	Зняти деталь	

			Для контролю діаметрів отвору під установочні штифти вибрано калібр-пробку 22,2-Н6. Для контролю різьби вибрано калібр-пробку М10-6Н. Для виконання операції з врахуванням складності роботи згідно тарифно-кваліфікаційного довідника встановлено кваліфікацію виконавця – свердлильник 3 розряду.

2.5. Розробка карт технологічного процесу відновлення маховика

В маршрутній карті наводять на всі дефекти вказаного маршруту. Основою для її розробки є карта ескізів, а також перелік технологічних операцій маршруту, відомості щодо обраного обладнання, інструменту, кваліфікації слюсаря-виконавця. Маршрутна карта повинна мати інформацію про режими обробки та відомості про норми часу на виконання операцій.

В операційній карті наводять детальний опис всіх операцій зазначають переходи, режими обробки, наводять дані щодо засобів оснащення операцій.

При виконанні карт ескізів на них позначають необхідні розміри деталі, допустимі відхилення цих розмірів, шорсткість поверхонь, бази, та затисні пристрої, що використовують для проведення кожної конкретної операції. Розміри поверхонь, що відновлюють, нумерують арабськими цифрами та проставляють в колі діаметром і з'єднують лінією з обробляємою поверхнею.

3. РОЗРАХУНКОВИЙ РОЗДІЛ

3.1. Розрахунок партії деталей

Розрахунок проводимо для виробничої програми дільниці по ремонту двигунів в кількості 400 деталей:

$$Z = \frac{NK_{pm}}{12} = \frac{400 \cdot 1 \cdot 0,81}{12} = 27 \quad (3.1)$$

де N – виробнича програма підрозділу;

K_p – коефіцієнт ремонту;

m – кількість деталей на автомобілі.

3.2. Розрахунок режимів обробки та прогресивних норм часу

3.2.1. Операція 005, токарна

Перехід А. Допоміжний час на встановлення, закріплення і зняття деталі $T_{dl}=2,2$ хв. [5].

Перехід 1. Розточити отвір під підшипник від діаметра 52,02 мм до діаметра 56 мм на довжину 15 мм.

Припуск на обробку:

$$h = \frac{D-d}{2} = \frac{24,9-24,6}{2} = 0,15 \text{ мм}, \quad (3.2)$$

де D – діаметр поверхні після обробки, мм;

d – діаметр поверхні до обробки, мм

Подача теоретична $S=0,12 \dots 0,2$ мм/об. [5], приймаємо верстатну подачу $S=0,19$ мм/об.

Швидкість різання [5]:

$$V_p = V_t \cdot K_m \cdot K_x \cdot K_{mp} \cdot K_{ox} = 73 \cdot 0,4 \cdot 1 \cdot 2,7 \cdot 1 = 78,84 \text{ м/хв.}, \quad (3.3)$$

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

K_x – коефіцієнт, що враховує матеріал деталі;

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

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

Частота обертання шпинделя верстата:

$$n_T = 318 \frac{V_T}{D} = 318 \frac{78,84}{56} = 448 \text{ об/хв.}$$

Прийнята верстатна частота $n=450$ об/хв. Фактична швидкість різання:

$$V = \frac{Dn}{318} = \frac{56 \cdot 450}{318} = 79,2 \text{ м/хв.} \quad (3.4)$$

Розрахункова довжина обробки [5]:

$$L=l+l_1+l_2=15+5+0=20 \text{ мм} \quad (3.5)$$

де l_1+l_2 – величина врізання і виходу інструменту.

$$l_1+l_2=5+B_k=5+32=37 \text{ мм} \quad (3.6)$$

Розрахунок норм часу на операцію полягає у визначення основного, допоміжного, оперативного, загального часу. Основний час:

$$T_{o1} = \frac{Li}{Sh} = \frac{20 \cdot 1}{0,19 \cdot 450} = 0,22 \text{ хв.} \quad (3.7)$$

Допоміжний час, пов'язаний з обробкою $T_{d2}=0,6$ хв. Загальний допоміжний час:

$$T_{доп}=T_{d1}+T_{d2}=0,22+0,6=2,8 \text{ хв.} \quad (3.8)$$

Оперативний час:

$$T_{оп}=T_{o1}+T_{доп}=0,22+2,8=3,04 \text{ хв.} \quad (3.9)$$

Додатковий час:

$$T_{дод} = \frac{T_{оп}K_{дод}}{100} = \frac{3,04 \cdot 6,35}{100} = 0,24 \text{ хв.} \quad (3.10)$$

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

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

$$T_{нк}=T_{шт}+T_{пз}/Z=3,24+12/27=3,7 \text{ хв.} \quad (3.11)$$

3.2.2. Операція 010, свердлильна

Перехід А. Допоміжний час на встановлення, закріплення і зняття деталі $T_{д1}=6$ хв. [5].

Перехід 1. Розсвердлити 12 отворів під болти кріплення кожуха зчеплення діаметром 8,7 мм глибиною 25 мм.

Глибина різання:

$$t=(D-d)/2=(10-8,7)/2=0,65 \text{ мм,}$$

де D – діаметр отвору після виконанн операції, мм

d – діаметр отвору до операції, мм.

Подача теоретична $S_T=0,6$ мм/об. [5], прийнята врестатна подача $S=0,56$ мм/об. [5].

Швидкість різання [5]:

$$V_p = V_T \cdot K_M \cdot K_X \cdot K_{мп} \cdot K_{ох} = 21 \cdot 0,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 10,5 \text{ м/хв.}, \quad (3.12)$$

Частота обертання шпинделя верстата:

$$n_T = 318 \frac{V_T}{D} = 318 \frac{10,5}{10} = 334 \text{ об/хв.}$$

Прийнята верстатна частота $n=365$ об/хв. Фактична швидкість різання:

$$V = \frac{Dn}{318} = \frac{10 \cdot 355}{318} = 11,2 \text{ м/хв.}$$

Розрахункова довжина обробки:

$$L=l+l_1+l_2=25+4,8+0=29,8 \text{ мм}$$

де l_1+l_2 – величина врізання і виходу інструменту [5].

$$l_1+l_2=5+B_k=5+32=37 \text{ мм}$$

Основний час:

$$T_o = \frac{KL}{S_B n_B} = \frac{12 \cdot 29,8}{0,56 \cdot 355} = 1,8 \text{ хв.} \quad (3.13)$$

де K – кількість отворів.

Допоміжний час, пов'язаний з обробкою $T_{д2}=0,54$ хв. [5], допоміжний час на операцію:

$$T_{доп}=T_d+T_{д2}=6+0,54=6,54 \text{ хв.}$$

Оперативний час:

$$T_{оп}=T_o+T_{доп}=1,8+6,54=8,3 \text{ хв.}$$

Додатковий час:

$$T_{дод}=T_{оп} \cdot K_{дод}/100=8,3 \cdot 3,9/100=0,33 \text{ хв.},$$

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

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

$$T_{шт}=T_{оп}+T_{дод}=8,34+0,33=8,9 \text{ хв.}$$

Тоді, норма часу на операцію:

$$T_{нк}=T_{шт}+T_{пз}/Z=8,9+10/27=9,3 \text{ хв.}$$

3.2.3. Операція 015, зварна

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

Перехід 1. Заварити отвори під різьбу кріплення кришки діаметром 12 мм глибиною 18 мм.

Сила зварного струму:

$$I=(20+6 \cdot d_e)5=(20+6 \cdot 5)5=250 \text{ А}, \quad (3.14)$$

де d_e – діаметр електрода, мм

Маса наплавленого металу:

$$G = \frac{\pi d^2}{4} l \rho = \frac{3.14 \cdot 1^2}{1} 2,5 \cdot 7,85 = 16 \text{ г} \quad (3.15)$$

де d – діаметр отвору, см;

l – глибина отвору, см;

ρ – густина металу, г/см³.

Розраховуємо норми часу. Основний час:

$$T_o=60KG/I_a=60 \cdot 12 \cdot 16/250 \cdot 8=5,76 \text{ хв.} \quad (3.16)$$

де K – кількість отворів;

a – коефіцієнт наплавки [5].

Загальний допоміжний час:

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

де T_{d2} – допоміжний час, пов'язаний з напавкою [5].

Оперативний час:

$$T_{оп}=T_o+T_d=5,76+1,1=6,86 \text{ хв.}$$

Додатковий час:

$$T_{дод}=T_{оп} \cdot K_{дод}/100=6,86 \cdot 10/100=0,69 \text{ хв.,}$$

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

Штучний час:

$$T_{шт}=T_{оп}+T_{дод}=6,86+0,69=7,55 \text{ хв.}$$

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

$$T_{нк}=T_{шт}+T_{пз}/Z=7,55+10/27=7,9 \text{ хв.}$$

3.2.4. Операція 020, слюсарна

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

$$T_{д1}=1,4 \text{ хв [5].}$$

Перехід 1. Запресувати в отвір під підшипник ремонтну втулку зовнішнім діаметром $56^{+0,083}$ мм внутрішнім діаметром 50 мм довжиною 15 мм.

Неповний оперативний час $T_{ноп}=1,4$ хв. [5]. Скорегований неповний оперативний час:

$$T_{ноп}=t_{ноп} \cdot K_{п} \cdot K_{р} \cdot K_{у} \cdot K_{м}=0,15 \cdot 0,5 \cdot 1,3 \cdot 1 \cdot 0,9=0,3 \text{ хв. ,} \quad (3.17)$$

де $K_{п}$ – коефіцієнт виду посадки;

$K_{р}$ - коефіцієнт виду роботи;

$K_{у}$ - коефіцієнт зручності роботи;

$K_{м}$ - коефіцієнт матеріалу втулки.

Оперативний час:

$$T_{оп}=T_{д1}+T_{нопк}=1,4+0,3=1,7 \text{ хв.} \quad (3.18)$$

Додатковий час:

$$T_{дод}=T_{оп} \cdot K_{дод}/100=1,7 \cdot 8/100=0,14 \text{ хв.}$$

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

Штучний час:

$$T_{шт}=T_{оп}+T_{дод}=1,7+0,14=1,84 \text{ хв.}$$

Підготовчо-заключний час $T_{пз}=6$ хв. [5]. Норма часу на операцію:

$$T_{нк}=T_{шт}+T_{пз}/Z=1,84+6/27=2,09 \text{ хв.}$$

3.2.5. Операція 025, токарна

Перехід А. Допоміжний час на встановлення, закріплення і зняття деталі $T_{д1}=1,4$ хв [5].

Перехід 1. Розточити отвір у втулці під підшипник від діаметра 50 мм до діаметра $52_{-0,03}$ мм на довжину 15 мм.

Припуск на обробку знаходимо за формулою:

$$t=(D-d)/2=(52-50)/2=1 \text{ мм},$$

де D – діаметр після обробки, мм

d – діаметр до обробки, мм.

Кількість проходів приймаємо 1. Подача теоретична $S_T=0,12...0,2$ мм/об. [5], прийнята верстатна подача $S=0,15$ мм/об. [5, стор. 96].

Швидкість різання [5]:

$$V_p = V_T \cdot K_M \cdot K_X \cdot K_{MP} \cdot K_{OX} = 87 \cdot 0,4 \cdot 1 \cdot 2,7 \cdot 1 = 93,96 \text{ м/хв.},$$

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

K_M – коефіцієнт, що враховує матеріал деталі;

K_X – коефіцієнт, що залежить від матеріалу інструменту;

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

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

Частота обертання шпинделя верстата:

$$n_T = 318 \frac{V_T}{D} = 318 \frac{93,96}{52} = 575 \text{ об/хв.}$$

Прийнята верстатна $n=560$ об/хв. Фактична швидкість різання:

$$V = \frac{Dn}{318} = \frac{52 \cdot 560}{318} = 91,6 \text{ м/хв.}$$

Розрахункова довжина обробки:

$$L=l+l_1+l_2=15+5+0=20 \text{ мм}$$

де l_1+l_2 – величина врізання і виходу інструменту [5].

$$l_1+l_2=5+B_k=5+32=37 \text{ мм}$$

Основний час:

$$T_o = \frac{KL}{S_B n_B} = \frac{1 \cdot 0,8}{0,15 \cdot 560} = 0,24 \text{ хв.}$$

де K – кількість поверхонь обробки.

Допоміжний час, пов'язаний з обробкою $T_{д2}=0,6$ хв. [5], допоміжний час на операцію:

$$T_{доп}=T_{д1}+T_{д2}=2,26+0,6=2,8 \text{ хв.}$$

Оперативний час:

$$T_{оп}=T_o+T_{д}=0,24+2,8=3,04 \text{ хв.}$$

Додатковий час:

$$T_{дод}=T_{оп} \cdot K_{дод}/100=3,04 \cdot 6,5/100=0,2 \text{ хв.},$$

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

Підготовчо-заключний час $T_{пз}=12$ хв. [5]. Штучний час:

$$T_{шт}=T_{оп}+T_{дод}=3,04+0,02=3,24 \text{ хв.}$$

Норма часу на операцію:

$$T_{нк}=T_{шт}+T_{пз}/Z=3,24+12/27=3,68 \text{ хв.}$$

3.2.6. Операція 030, свердлильна

Перехід А. Допоміжний час на встановлення, закріплення і зняття деталі $T_{д1}=6$ хв [5].

Перехід 1. Розсвердлити 2 отвори під штифти від діаметра 25,5 мм до діаметра $22,2^{+0,023}$ мм довжиною 18 мм.

Глибина різання:

$$t=(D-d)/2=(22-22,5)/2=0,075 \text{ мм},$$

де D – діаметр поверхні після обробки, мм

d – діаметр до обробки, мм.

Приймаємо кількість проходів 1. Подача теоретична $S_T=0,19$ мм/об.
[5], прийнята верстатна подача $S=0,16$ мм/об. [6].

Швидкість різання [5]:

$$V_p = V_T \cdot K_M \cdot K_X \cdot K_{MP} \cdot K_{OX} = 8,5 \cdot 0,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 4,25 \text{ м/хв.},$$

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

K_M – коефіцієнт, що враховує матеріал деталі;

K_X – коефіцієнт, що залежить від матеріалу інструменту;

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

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

Частота обертання шпинделя верстата:

$$n_T = 318 \frac{V_T}{D} = 318 \frac{4,25}{22,2} = 61 \text{ об/хв.}$$

Прийнята частота верстатна $n=630$ об/хв. Фактична швидкість різання:

$$V = \frac{Dn}{318} = \frac{22,2 \cdot 630}{318} = 4,4 \text{ м/хв.}$$

Розрахункова довжина обробки:

$$L=l+l_1+l_2=28+22+0=40 \text{ мм}$$

де l_1+l_2 – величина врізання і виходу інструменту [5].

$$l_1+l_2=5+B_k=5+32=37 \text{ мм}$$

Основний час:

$$T_o = \frac{KL}{S_B n_B} = \frac{2 \cdot 29,8}{0,56 \cdot 335} = 1,8 \text{ хв.}$$

де К – кількість отворів.

Допоміжний час, пов'язаний з обробкою $T_{d2}=0,17$ хв. [5].

Перехід 2. Просвердлити 12 отворів під болти кріплення кожуха зчеплення діаметром 8,7 мм глибиною 25 мм.

Глибина різання:

$$t=D/2=8,7/2=4,35 \text{ мм}$$

де D – діаметр поверхні після обробки.

Подача теоретична $S_T=0,14$ мм/об. [5], прийнята подача верстатна $S=0,14$ мм/об. [3]. Швидкість різання [5]:

$$V_p = V_T \cdot K_M \cdot K_X \cdot K_{MP} \cdot K_{OX} = 25 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 25 \text{ м/хв.},$$

Частота обертання шпинделя теоретична:

$$n_T = 318 \frac{V_T}{D} = 318 \frac{25}{8,7} = 1086 \text{ об/хв.}$$

Прийнята верстатна $n=1000$ об/хв. [3] Фактична швидкість різання:

$$V = \frac{Dn}{318} = \frac{8,7 \cdot 1000}{318} = 21,1 \text{ м/хв.}$$

Розрахункова довжина обробки:

$$L=l+l_1+l_2=25+4,8+0=29,8 \text{ мм}$$

де l_1+l_2 – розмір виходу і врізання інструменту [5].

$$l_1+l_2=5+B_K=5+32=37 \text{ мм}$$

Основний час:

$$T_o = \frac{KL}{S_B n_B} = \frac{2 \cdot 29,8}{0,14 \cdot 1000} = 0,9 \text{ хв.}$$

де К – кількість отворів.

Допоміжний час, пов'язаний з обробкою $T_{д3}=0,67$ хв. [5]. Допоміжний час, пов'язаний зі зміною режиму роботи верстата $T_{д4}=0,37$ хв. [6].

Перехід 3. Нарізати під болти різьбу М10-6Н на глибину 20 мм.

Подача (крок різьби) $S_T=1,25$ мм/об. Швидкість різання [5]:

$$V_p = V_T \cdot K_M \cdot K_X \cdot K_{MP} \cdot K_{OX} = 7,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 8 \text{ м/хв.},$$

Частота обертання шпинделя теоритична:

$$n_T = 318 \frac{V_T}{D} = 318 \frac{7,5}{10} = 268 \text{ об/хв.}$$

Прийнята верстатна частота обертання $n=250$ об/хв. [6]. Фактична швидкість різання:

$$V = \frac{Dn}{318} = \frac{10 \cdot 250}{318} = 7,16 \text{ м/хв.}$$

Розрахункова довжина обробки:

$$L=l+l_1=20+14=34 \text{ мм}$$

Основний час:

$$T_o = \frac{KL}{S_B n_B} = \frac{2 \cdot 34}{1,25 \cdot 250} = 2,35 \text{ хв.}$$

Допоміжний час, пов'язаний з обробкою $T_{д3}=1,06$ хв. [6]. Допоміжний час, пов'язаний зі зміною режиму роботи верстата $T_{д4}=0,37$ хв. [6].

Основний час на операцію:

$$T_o=T_{o1}+T_{o2}+T_{o3}=0,8+0,9+2,35=4,25 \text{ хв.}$$

Допоміжний час пов'язаний з обробкою $T_{д3}=1,06$ хв. [6]. Допоміжний час на зміну режиму роботи верстата $T_{д4}=0,37$ хв. [6].

Основний час на операцію:

$$T_o = T_{o1} + T_{o2} + T_{o3} = 0,8 + 0,9 + 2,35 = 4,25 \text{ хв.}$$

Допоміжний оперативний та додатковий час:

$$T_d = T_{д1} + T_{д2} + \dots + T_{д6} = 2,1 + 0,17 + 0,67 + 0,37 + 1,06 + 0,37 = 4,74 \text{ хв.}$$

$$T_{оп} = T_o + T_d = 4,25 + 4,74 = 8,99 \text{ хв.}$$

$$T_{дод} = T_{оп} \cdot K_{дод} / 100 = 8,99 \cdot 3,9 / 100 = 0,35 \text{ хв.}$$

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

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

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{дод} = 8,99 + 0,35 = 9,34 \text{ хв.}$$

Норма часу на операцію:

$$T_{нк} = T_{шт} + T_{пз} / Z = 9,34 + 10 / 27 = 9,71 \text{ хв.}$$

3.3. Розрахунок норми виробітку

Дані розрахунку норм часу на ремонт маховика зведено в табл. 3.1.

Таблиця 3.1. – Норми часу на операції щодо відновлення маховика

Операція	Час, хв.						
	T_o	T_d	$T_{оп}$	$T_{дод}$	$T_{шт}$	$T_{пз}$	$T_{н}$
Токарна	0,24	2,8	3,04	0,2	3,24	12	3,7
Свердлильна	1,8	6,54	8,34	0,33	8,67	10	9,3
Зварна	5,76	1,8	6,86	0,69	7,55	10	7,9
Слюсарна		1,4	1,7	0,14	1,84	6	2,06
Токарна	0,24	2,8	3,04	0,2	3,24	12	3,68
Свердлильна	0,25	4,74	8,99	0,36	9,34	10	9,71
Всього		19,38	31,97	1,9	33,88		36,35

Норма виробітку визначається [2]:

$$H_B = \frac{480}{\sum T_n} = \frac{480}{36,75} = 13,2 \text{ шт.} \quad (3.19)$$

Приймаємо норму виробітку $H_B=13$ маховиків.

3.4. Розрахунок собівартості ремонту

Для оцінки вартості способу ремонту деталі проводимо розрахунок витрат на відновлення:

$$C_p = C_z + C_m + C_{\text{фоп}} + C_{\text{нар}} + C_n + C_{\text{об}} + C_{\text{ін}} \quad (3.20)$$

де C_z – залишкова вартість деталі, грн;

C_m – вартість матеріалів, грн

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

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

C_n – накладні витрати, грн;

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

$C_{\text{ін}}$ – інші витрати.

Залишкова вартість деталі:

$$C_z = K_z C_n = 0,05 \cdot 10000 = 500 \text{ грн,} \quad (3.21)$$

де K_z – коефіцієнт залишкової вартості маховика;

C_n – вартість нового маховика [9].

Розцінки щодо операцій визначаємо на основі години тарифної ставки слюсаря. Норма часу на операцію:

$$P = \frac{CT_{H1}}{60}, \quad (3.22)$$

де C – годинна тарифна ставка слюсаря слюсаря 3 розряду 65,48 грн, грн;

T_{H1} – норма часу на операцію, хв.

Результати розрахунків наведено в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Розрахунок розцінок по операціях

Операція	Норма часу на операцію, хв.	Розряд роботи	Годинна ставка, грн.	Розцінка, грн.
Токарна	3,7	3	65,48	4,04
Свердлильна	9,3			10,15
Зварна	7,9			8,62
Слюсарна	2,06			2,25
Токарна	3,68			4,02
Свердлильна	9,71			10,66
Всього				39,74

Визначення премії:

$$C_{п1} = K_{п} \cdot P1 / 100 = 25 \cdot 4,04 = 1,01 \text{ грн.} \quad (3.23)$$

Розрахунок фонду оплати праці:

$$ОП_{осн1} = 4,04 + 1,01 = 5,05 \text{ грн} \quad (3.24)$$

Додаткова заробітна плата:

$$C_{дзп1} = K_{дзп} C_{осн} / 100 = 15 \cdot 5,05 / 100 = 0,76 \text{ грн.} \quad (3.25)$$

Фонд оплати праці:

$$C_{фоп1} + ОП_{осн1} + C_{дзп1} = 5,05 + 0,76 = 5,81 \text{ грн} \quad (3.26)$$

Для інших операцій розрахунки зводимо в табл. 3.3.

Таблиця 3.3. – Визначення фонду оплати праці

Операція	Pi, грн.	Kп	Спi, грн.	Kдзп	Сдзп, грн.	Сфоп, грн
Токарна	4,04	25	1,05	15	0,61	5,72
Свердлильна	10,15		2,4		1,52	13,07
Зварна	8,62		2,16		1,29	12,07
Слюсарна	2,25		0,56		0,34	3,15
Токарна	4,02		1,05		0,60	5,67
Свердлильна	10,66		2,67		1,60	13,93

3.4.1. Визначення вартості матеріалів на відновлення

$$C_{m1} = K_{m1} \cdot C_{\text{фоп1}} = 0,12 \cdot 2,86 = 0,64 \text{ грн}, \quad (3.27)$$

де K_{m1} – коефіцієнт витрати для відповідної операції.

Для інших операцій результати наведено в табл. 3.4.

Таблиця 3.4 - Розрахунок фонду оплати праці

Операція	K_m	$C_{\text{фоп}}$, грн	C_m , грн
Токарна	0,12	5,72	0,64
Свердлильна	0,12	13,07	1,73
Зварна	0,9	12,07	11,0
Слюсарна	0,12	3,15	0,38
Токарна	0,12	5,67	0,68
Свердлильна	0,12	13,93	1,8
Всього		56,26	16,26

Нарахування на заробітну плату:

$$C_{\text{нар}} = \frac{K_{\text{нар}} C_{\text{фоп}}}{100} = \frac{22 \cdot 56,26}{100} = 12,38 \text{ грн} \quad (3.28)$$

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

Накладні нарахування:

$$C_{\text{ц}} = \frac{K_{\text{ц}} C_{\text{фоп}}}{100} = \frac{140 \cdot 56,26}{100} = 78,76 \text{ грн} \quad (3.29)$$

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

Витрати на утримання і експлуатацію обладнання

$$C_{\text{об}} = \frac{K_{\text{об}} C_{\text{фоп}}}{100} = \frac{85 \cdot 56,26}{100} = 47,82 \text{ грн} \quad (3.30)$$

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

Загальна сума витрат:

$$C_B = C_3 + C_M + C_{\text{фоп}} + C_{\text{нар}} + C_{\text{ц}} + C_{\text{об}} = 19,6 + 16,26 + 56,26 + 12,38 + 78,76 + 47,82 = 231,08 \text{ грн} \quad (3.32)$$

Коефіцієнт відновлення ресурсу деталі:

$$C_p \leq K_d \cdot C_n \quad (3.33)$$

де C_p – вартість відновлення, грн;

K_d – коефіцієнт довговічності;

C_n – вартість нової деталі, грн.

Доцільність відновлення маховика запропонованим технологічним процесом підтверджується економічно, оскільки:

$$231,08 \leq 0,85 \cdot 10000 = 1666$$

.

4. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

Розроблений та запропонований пристрій призначений для закріплення маховика в зборі на столі вертикально-свердлильного верстата в процесі обробки отворів під болти кріплення маховика до колінчастого вала і отворів під встановочні шпильки (рис. 4.1.). Він також може використовуватись при слюсарній операції для запресування в ці отвори ремонтних втулок.

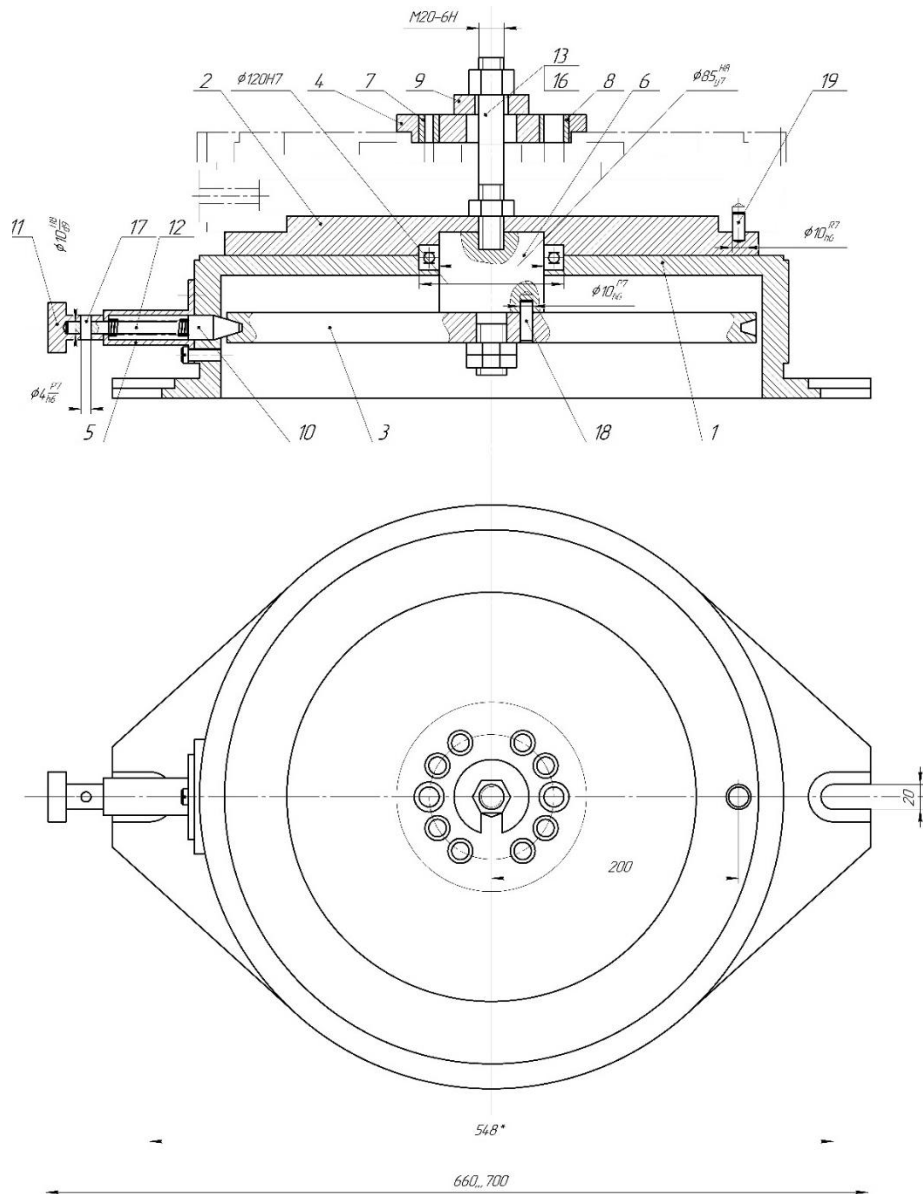


Рисунок 4.1. – Пристрій для закріплення маховика: 1 – остов; 2 – стіл; 3 – ділильний диск; 4 - ; 5 – корпус; 6 – вал; 7, 8 – втулки; 9 – ; 10 – фіксатор; 11 – ; 12 – пружина; 13 – гайка; 14 – ; 15 – гвинт; 16 – шпилька; 17 – підшипник; 18 – ; 19 – ; 20 – штифт;

Остов пристроб литої форми. Він має 2 отвори для болтових з'єднань до стола верстата і забезпечує поворот деталі за допомогою ділильного диска 3, що має конусні отвори. Фіксує механізм складається з корпусу 5 в якому розташовується фіксатор з пружиною 12. До фіксатора штифтом кріпиться ручка. Корпус фіксатора притягнутий до остова трьома гвинтами 15. В проточці остова 1 розміщується упорний підшипник 17 на якому обертається стіл 2.

Вал 6 кріпиться до стола 2 шпилькою 16 з гайкою 13. В стіл впресований установочний штифт 20 на який встановлюється маховик в зборі. Він центрується по виступу 2. Для обробки отворів на шпильку 16 надівається кондукторна плита з втулками 7 та 8 для повертання деталі. Фіксатор 10 виводиться з отвору, маховик повертають до входження фіксатора в наступний отвір. Разом з маховиком повертається стіл 2 на підшипнику 17. Для зняття маховика з пристрою гайка 13 відкручується на 5 обертів, знімається кондукторна плита, а потім знімається маховик.

Пристрій забезпечує міцне та надійне закріплення деталі за умови необхідної точності центрування.

5. ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ОРГАНІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВІДНОВЛЕННЯ МАХОВИКА ДВИГУНА

Технологічний процес відновлення деталей двигуна сільськогосподарської техніки повинен виконуватись в спеціальних умовах. Для цього використовують окремі ділянки, зони, інші виробничі приміщення.

Для організації технологічного процесу відновлення маховика двигуна розроблено ділянку, в якій виконуються роботи капітального ремонту двигунів внутрішнього згорання.

5.1. Ділянка ремонту двигунів

Ділянка призначена для ремонту двигунів внутрішнього згорання техніки сільськогосподарського призначення. Основними роботами щодо ремонту двигунів треба зазначити: заміна деталей циліндро-поршневої групи та газоробподільного механізму, ущільнювальних елементів двигуна (сальники, прокладки тощо), деталей приводу допоміжних механізмів (підшипників, пружин, втулок тощо). Треба звернути увагу, що такі заміни в більшості випадків передбачають додаткові слюсарно-механічні роботи: комплектування, притирання, шліфування.

Також необхідно виконувати роботи щодо розточування, хонінгування шліфування циліндрів двигунів, шліфування шийок колінчастих валів, клапанних гнізд та клапанів. В певних випадках виникає необхідність відновлення різьб.

Таким чином на початку розробки планування ділянки ремонту двигунів треба уявити перелік основних робіт, їх послідовність, технологію виконання, інструмент та пристосування. При цьому технології ремонту двигунів різної конструкторської та різного призначення можуть суттєво відрізнятись.

На завершення процесу ремонту бажано передбачити обкатку з можливістю налагодження, ренулювання та контролю основних його параметрів. Для цього як правило поруч обладнують діагностичний комплекс холодної або гарячої обкатки відремонтованих двигунів.

5.2. Визначення кількості працівників дільниці

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

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

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

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

n - кількість змін [1];

$t_{\text{зм}}$ – тривалість зміни.

$$P = \frac{4290,54}{2040} = 2,1 \text{ чол.}$$

Приймаємо кількість працюючих в дільниці 2 чол.

5.2.1. Визначення явочної кількості працівників

Явочна кількість працівників:

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

де $\Phi_{\text{яр}}$ – фонд робочого часу явочного робітника, год.

Приймаємо $N_{\text{яв}} = 2$ чол.

5.3. Визначення та підбір обладнання

Для парку в 100 одиниць техніки, згідно технологічного процесу та організації робочих місць обираємо необхідне обладнання для ремонту двигунів (табл. 5.1) [6].

Таблиця 5.1. – Технологічне обладнання дільниці ремонту двигунів

Поз	Найменування	Модель	К-сть	Габаритні розміри	Примітка
1	Ящик для відходів		3	300x300	
2	Стіл для дефектації деталей	ОРГ-146801090А	1	2400x800	
3	Кран-балка підвісна		1		1,1 кВт
4	Установка для миття деталей	196М	1	1900x2280	4,5 кВт
5	Ванна для мийки деталей в гасі		1	1000x600	
6	Стелаж поличний		2	1500x560	
7	Бачок для палива	366А-300-00	1	600x250	
8	Бак для відпрацьованого масла	С 103	1	600x500	
9	Резервуар для масла	А 203	1	600x500	
10	Реостат		1	1200x600	
11	Електрошафа	2136-030008	1	900x500	
12	Стенд для обкатки ДВЗ	К4-2139Б	1	600x500 2500x1200	40 кВт
13	Шафа для інструменту	Ф 503	1	1000x520	
14	Бак змішувальний для охолодження ДВЗ	Р 903	1	900x300	
15	Стенд для випробовування насосів системи охолодження	ОР 9822	1	860x900	
16	Верстак слюсарний	Ф 527	2	1100x700	
17	Пристрій для шліфування клапанних гнізд	ЦГБ 2447	1	450x280	0,6 кВт

18	Прилад для визначення характеристик пружин	K4-040	1	1000x400 500x400	
19	Пристрій для шліфування клапанів	P-108	1	800x600	0,25 кВт
20	Підставка		1	1800x600	
21	Пристрій для перевірки таправки шатунів	2211	1	580x230	
22	Тумбочка інструментальна		2	600x400	
23	Стелаж для колінвалів	C-204	1	1500x600	
24	Верстат вертикально-свердлильний	ГИ-125	1	1130x800	2 кВт
25	Верстат точильно-шлифувальний	ЗБ-634	1	1000x665	4,6 кВт
26	Ящик для піску		1	400x800	
27	Візок для агрегатів	Б-124	1	1200x600	
28	Стенд для ремонту ДВЗ	2451М	1	860x970	0,6 кВт
29	Ящик для чистого ганчір'я		1	700x600	
30	Стенд для діагностування масляних насосів та фільтрів	K4-2578	1	1000x800	1 кВт
31	Підставка для перевірки колін валів	ОРГ-1468	1	1200x450	
32	Стенд для розбирання/складання ДВЗ		1	1560x1200	

5.4. Розрахунок площі дільниці

Площу моторної дільниці визначають за кількістю працюючих та/або за площею обраного обладнання.

Площа дільниці ремонту двигунів за кількістю працюючих:

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

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

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

Площа ділянки за сумарною площею обраного технологічного обладнання:

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

де $S_{\text{обл.}}$ - сумарна площа, що займає обладнання в плані, м^2 ;

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

Кінцеве значення площі ділянки приймаємо з врахуванням так званого будівельного фактору, який передбачає кратність 3 м розмірів сторін ділянки. Приймаємо розміри сторін 12 та 9 м, в такому випадку загальна площа ділянки 108 м^2 (рис. 5.1.).

В моторній ділянці планується проводити роботи ремонту більшості деталей ДВЗ автотракторної техніки: елементи кривошипно-шатунного та газорозподільного механізмів, систем ДВЗ та навісного обладнання.

Технологічний процес - це певна послідовність робіт або операцій, які виконуються згідно з технічними умовами. Загальним для більшості агрегатів являється наступний технологічний процес: після зовнішньої очистки і мийки відбувається розбирання вузлів і агрегатів згідно технологічної карти на окремі деталі, які потім поступають в зону мийки. Чисті деталі підлягають контролю, в процесі якого виявляється необхідність ремонту або заміни окремих деталей.

На складання поступають придатні і відремонтовані деталі, а також нові, які поступають зі складу запасних частин. Складання вузлів і агрегатів виконується на спеціальних стендах, де здійснюється контроль і необхідне регулювання. Після зборки вузли і агрегати направляються на стелажі готової продукції або безпосередньо у зону поточного ремонту для установки їх на автомобіль (трактор).

Рисунок 5.1. – Дільниця ремонту двигунів: 1 – бак для відходів; 2 – ємність для ганчир'я; 3 – бак для палива; 4 – електрошафа; 5 – стенд для ремонту двигунів; 6 – реостат; 7 – витратомір палива; 8 – тумба для деталей; 9 – прилад для дефектації поршневих кілець; 10 – прилад для дефектації масляних насосів та фільтрів; 11 – верстат для притирання клапанів; 12 – верстак слюсарний; 13 – прес; 14 – стенд для розбирання головок блоку циліндрів; 15 – верстат для шліфування клапанів; 16 – верстат 2А78 для розточування циліндрів; 17 – верстат 2Н118 вертикально-свердлильний; 18 – верстат 3Г833 для хонінгування циліндрів; 19 – ванна для миття деталей; 20 – установка для миття блоків; 21 – тумба інструментальна; 22 – прилад для дефектації шатунів; 23, 24, 25 – стелаж; 26 – шафа; 27 – кран-балка; 28 – таль; 29 – оглядова канава; 30 – підйомник; 31 – вогнегасник.

Відремонтовані двигуни поступають на холодну і гарячу обкатку. Обкатка виконується на спеціальних стендах, де усуваються виявлені дефекти, коректується установка моменту впорскування палива, виконується регулювання паливної апаратури, натяг ремня вентилятора і зазорів клапанів. В разі виявлення несправностей, які являються причиною неправильного складання, або скритим дефектом деталей двигуни знову встановлюються на стенди для усунення дефектів роботи двигуна.

ВИСНОВКИ

1. Розраховано показники технологічного процесу відновлення маховика.
2. Встановлено економічну доцільність запропонованого технологічного процесу відновлення маховика, оскільки сумарна вартість процесу відновлення менша за вартість нової деталі.
3. Запропоновано пристрій для полегшення процесу ремонту маховика автомобіля.
4. Розроблено діляницю ремонту двигунів сільськогосподарської техніки, зроблено підбір необхідного обладнання, розраховано площу приміщення та кількість працюючих за запропонованої виробничою програмою.

ЛІТЕРАТУРА

1. Биковський О.Г., Пінковський І.В. Довідник зварника. *Техніка*. Київ, 2002. 336 с.
2. Стандарт підприємства. Оформлення матеріалів з курсового і дипломного проектування. *ЖАДК*. Житомир, 2013. 24 с.
3. Канарчук В.Є., Лудченко О.А., Чигиринець А.Д. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. – К.: Вища школа. 1994. – Кн.1: Теоретичні основи: Технологія: Підручник. – 342 с; - Кн.2: Організація, планування і управління: Підручник. – 383 с.; - Кн.3: Ремонт автотранспортних засобів. – 495 с.
4. Канарчук В.Є., Чигиринець А.Д. Безконтактная тепловая діагностика машин. – М.: Машиностроение, 1987. – 160 с.
5. Канарчук В.Є., Лудченко О.А., Чигиринець А.Д. Експлуатаційна надійність автомобілів: Підручник у 2 ч., 4 кн. – К.: Вища школа, 2000. – Ч. 1: кн. 1. – 609 с., кн.2. – 458 с.; Ч.2: кн.3. – 321 с.; кн. 4. – 552 с.
6. Лауш П.В., Чабанний В.Я., Кухаренко В.С., Лесюк Т.П., Лауш Н.П. Основи педагогіки і організації практичного навчання. – Кіровоград: ПОЛІМЕД-сервіс, 2006. – 404 с.
7. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. – К.: Знання-Прес, 2003. – 512 с.
8. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. Організація і управління. – К.: Знання-Прес, 2004. – 478 с.
9. <https://maz-service.com.ua/val-promezhutochnyy-kpp-golyy-12753>
10. Глизманенко Д.Л. Зварка и різка металів., К.: Вища школа, 1985 – 495 с.
11. Кашук В.А. Довідник шліфовщика, К.: Машинобудування, 1988 – 480 с.
12. Блумберг В.А. Довідник токаря, Л.: Машинобудування, 1991 – 406 с.
13. Єдиний тарифно-кваліфікаційний довідник робіт і професій. Випуск 2. Частина 2. – К.: Економіка, 1990 – 296 с.