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

ВОЛИНЧУК АНДРІЙ ВІТАЛІЙОВИЧ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВІДНОВЛЕННЯ ВІСІ КОРОМИСЛА ГАЗОРОЗПОДІЛЬНОГО МЕХАНІЗМУ ДВИГУНА АВТОТРАКТОРНОЇ ТЕХНІКИ

208 «Агроінженерія»
Подається на здобуття освітнього ступеня бакалавр

Кваліфікаційна робота містить результати власних розробок. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело. _____ Волинчук А.В.

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

Житомир – 2026

АНОТАЦІЯ

Волинчук Андрій Віталійович. Удосконалення технологічного процесу відновлення вісі коромисла газорозподільного механізму двигуна автотракторної техніки - *Кваліфікаційна робота на правах рукопису.* Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавр за спеціальністю 208 Агроінженерія. – Поліський національний університет, Житомир, 2026.

В розділі 1 розглянуто призначення та конструкція вісі коромисла газорозподільного механізму двигуна внутрішнього згорання

В технологічному розділі розроблено схеми технологічного процесу відновлення кожного дефекту вісі, маршрутна, операційна карти есквізів.

В розділі 3 проведено розрахунок кількості деталей в партії, найвигідніших режимів обробки та прогресивних норм часу по операціях (шліфувальна, гальванічна, шліфувальна), норми виробітку та собівартості ремонту деталі.

В розділі 4 зазначено призначення та будова пристрою для закріплення вісі коромисла.

В розділі 5 розроблено слюсарно-механічну дільницю для відновлення деталей двигунів автотракторної техніки, розраховано її площу, підібрано обладнання та розраховано кількість працюючих.

У висновках зазначають результати удосконалення технологічного процесу відновлення вісі коромисла газорозподільного механізму двигуна.

Метою роботи є: удосконалення технологічного процесу ремонту вісі коромисла газорозподільного механізму двигуна внутрішнього згорання

Ключові слова: ремонт, технологічний процес, вісь коромисла, газорозподільний механізм, паливний насос, дизельний двигун.

ABSTRACT

Volynchuk Andriy Vitaliyovych. Improvement of the technological process of restoring the rocker arm axis of the gas distribution mechanism of the engine of autotractor equipment - Qualification work in the form of a manuscript.

Qualification work for the degree of bachelor in the specialty 208 Agricultural Engineering. – Polissia National University, Zhytomyr, 2026.

In section 1, the purpose and design of the rocker arm axis of the gas distribution mechanism of an internal combustion engine are considered.

In the technological section, the technological process diagrams for the restoration of each axis defect, route and operational maps of the escvz are developed.

In section 3, the number of parts in the batch, the most advantageous processing modes and progressive time standards for operations (grinding, galvanizing, grinding), production rates and the cost of repairing the part are calculated.

In section 4, the purpose and structure of the device for securing the rocker arm axis are indicated.

In section 5, a locksmith and mechanical department for the restoration of engine parts of autotractor equipment is developed, its area is calculated, equipment is selected and the number of employees is calculated.

In the conclusions, the results of improving the technological process for restoring the rocker arm axis of the gas distribution mechanism of the engine are noted.

The purpose of the work is: to improve the technological process of repairing the rocker arm axis of the gas distribution mechanism of an internal combustion engine.

Keywords: repair, technological process, rocker arm axis, gas distribution mechanism, fuel pump, diesel engine.

ЗМІСТ

ВСТУП ……..

1. ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ ……

1.1. Призначення та конструкція вісі коромисла газорозподільного механізму двигуна внутрішнього згорання ……

2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1. Розроблення схеми технологічного процесу відновлення кожного дефекту ……

2.2. Розробка маршрутної, операційної карт та карт ескізів ……

3. РОЗРАХУНКОВИЙ РОЗДІЛ ……..

3.1. Розрахунок кількості деталей в партії …….

3.2. Розрахунок найвигідніших режимів обробки та прогресивних норм часу по операціях ……

3.2.1 Операція 010. Шліфувальна ……

3.2.2. Операція 015. Гальванічна …….

3.2.3. Операція 020. Шліфувальна ……

3.3. Розрахунок норми виробітку …….

3.4. Розрахунок собівартості ремонту деталі ……..

4. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ ……..

4.1. Призначення та будова пристрою для закріплення вісі коромисла ……..

5. СЛЮСАРНО-МЕХАНІЧНА ДІЛЬНИЦЯ ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ……..

5.1. Вибір технологічного обладнання та інструментів та площі дільниці …….

ВИСНОВКИ ……

ЛІТЕРАТУРА …….

ВСТУП

В процесі експлуатації автотракторної техніки її продуктивність та інші поступово знижуються. Це відбувається внаслідок зношування систем, вузлів та деталей, а також корозії та втоми матеріалів, з яких вони виготовляються. Внаслідок цього виникають різні несправності, шо призводять до погіршення роботоздатності техніки в цілому.

При тривалій експлуатації стан техніки досягає такого, коли підтримання його в справному стані стає економічно невигідним або недоцільним, техніка потребує капітального ремонту, що направлений на відновлення її ресурсу зі збереженням експлуатаційних показників.

Ефективність капітального ремонту обумовлена тим, що деталі, які надходять в ремонт, мають залишковий ресурс і можуть бути використано повторно без ремонту або після відновлення. В такому випадку собівартість ремонту не перевищує 30...40 % вартості нового виробу.

Капітальний ремонт автотракторнох техніки та її агрегатів виконується на спеціалізованих ремонтних підприємствах і заводах, що являють собою ремонтне виробництво.

Основними питаннями діяльності ремонтних підприємств є зниження собівартості та підвищення якості ремонту техніки. Успішне вирішення цих завдань пов'язано з необхідністю подальшого прискореного розитку ремонтної галузі шляхом проведення комплексу організаційно-технічних заходів, основними з яких є:

- впровадженнея прогресивних форм організації виробництва;
- впровадження високопродуктивного механізованого і автоматизованого обладнання;
- застосуваннння технолгічних процесів ремонту, основаних на останніх досягненнях науки та техніки;
- вдосконалення організації матеріально-технічного забезпечення

підприємств, цехів, дільниць, та робочих місць;
- забезпечення точності виконання технологічного процесу;
- систематичне підвищення кваліфікації виконавців;
- застосування стимулюючих заходів виконавців в результатах праці;

Успішне та якісне виконання ремонту автотракторної техніки та їх складових частин значною мірою залежить від їх ремонтопридатності, способів та методів ремонту, які впливають не лише на якість, але й на собівартість ремонту.

В кваліфікаційній роботі удосконалено технологічний процес ремонту вісі коромисла газорозподільного механізму двигуна внутрішнього згорання з використанням принципів технологічності, раціональності та економічності. Також розроблено конструкцію пристрою для покращення технології ремонту вісі коромисла та запропоновано рішення дільниці щодо виконання цих робіт.

1. ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Призначення та конструкція вісі коромисла газорозподільного механізму двигуна внутрішнього згорання

Вісь коромисла призначена для кріплення на її осі коромисла та забезпечення роботи газорозподільного механізму двигуна. На деяких двигунах вісі коромисел встановлюються індивідуально для кожного коромисла по дві штуки на один циліндр.

Вісь коромисла двигунів ЯМЗ виготовляється литтям зі сталі 45 ДСТУ 7805:2015. Після виливання заготовки піддають механічній та термічній обробкам. Роюочу поверхню вісі коромисла гартують струмом високої частоти до твердості HRC 53-58.

робоча поверхня має дві виточки. Та, що розташована ближче до центрувального отвору, нарізана для встановлення стопорного замкового кільця. За допомогою цього кільця на робочій поверхні вісі фіксується коромисло від осьового переміщення. Коромисло з робочою поверхнею вісі з'єднується посадкою з зазором. Тому робоча поверхня вісі має шорсткість Ra 0,63 мкм. Це пояснюється тим, що коромисло при роботі двигуна повертається навколо своєї осі на певний кут, що в свою чергу призводить до спрацювання робочої поверхні осі та бронзової втулки коромисла [4].

Для запобігання порушення кріплення осі коромисла в головці блока циліндрів двигуна у вісь запресовано два направляючих штифти, які виконують функцію стопорів та центрують вісь при встановленні.

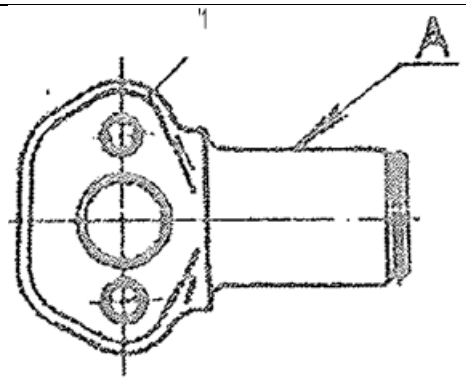
Інша проточка на робочій поверхні вісі признвчена для виходу шліфувального кругу при обробці.

Вісь коромисла в зборі газорозподільного мкханізму двигуна згідно технічних умов на дефектацію може мати наступні дефекти:

- тріщини обо сколи;
- спрацювання вісі.

Тріщіни або сколи виникають внаслідок пошкодження чи руйнування при втомі матеріалу, з якого виготовлена вісь, а також при тривалій експлуатації. Спрацювання осі коромисля відбувається внаслідок тертя спряжених поверхонь, що супроводжується різкими реверсивними рухами коромисла. Це зношення моде мати інтенсивний характер при попадання між спрягаємими поверхнями абразивних часток (пилу, бруду, вологи тощо). Карта технічних умов на дефектацію вісі коромисла двигуна внутрішнього згорання наведено в табл. 1[5].

Таблиця 1 – Карта технічних умов на дефектацію

<table>
<tr><td colspan="3" rowspan="3"></td><td colspan="4">Деталь: Вісь коромисла</td></tr>
<tr><td colspan="4">№ деталі: 236-1007091</td></tr>
<tr><td colspan="2">Матеріал</td><td colspan="2">Твердість</td></tr>
<tr><td colspan="2">Сталь 45 ДСТУ 7805:2015</td><td colspan="2">HRC 53-58</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Позиція</td><td rowspan="2">Назва дефектів</td><td rowspan="2">Спосіб виявлення та вимірювальний інструмент</td><td colspan="3">Розміри, мм</td><td rowspan="2">Висновок</td></tr>
<tr><td>Номінальний</td><td>Допустимий без ремонту</td><td>Допустимий для ремонту</td></tr>
<tr><td>1</td><td>Тріщини і сколи</td><td>Огляд</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>Бракувати</td></tr>
<tr><td>2</td><td>Зношення осі</td><td>Скоба</td><td>$25_{-0,011}$</td><td>24,96</td><td></td><td>Осадженя хрому. Залізнити</td></tr>
</table>

2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1. Розроблення схеми технологічного процесу відновлення дефектів

На основі технічних умов на дефектацію та можливих дефектів осі коромисла в зборі можна запропонувати схему технологічного процесу відновлення.

З можливих способів відновлення спрацювання робочої поверхні осі коромисла найбільш раціональним є гальванічне нарощування робочої поверхні осі з наступною мехнанічною обробкою. З існуючих способів гальванічного нарощування найбільш доцільним для осі є хромування. Перед хромуванням робочу поверхню осі коромисла шліфують до видалення слідів зношування і придання поверхні правильної геометричної форми. Після хромування поверхню шліфують до номінального розміру по ремонтному кресленню деталі (табл. 2).

Схема технологічного процесу:

- шліфувати поверхню осі від діаметра 24,9 мм до діаметра 24,7 мм на довжину 36 мм;
- хромувати поверхню осі від діаметра 24,7 мм до діаметра 25,3 мм на довжину 36 мм;
- шліфувати поверхню осі від діаметра 25,3 мм до діаметра 25,0 мм на довжину 36. мм;
- перевірити якість відновлення деталі.

Отже, схема операцій буде мати вигляд:

1. Шліфувальна 010.
2. Гальванічна 015.

3. Шліфувальна 020.

4. Контрольна 025.

Таблиця 2 – Технологічний процес відновлення вісі коромисла

Операція	Перехід	Вид операції	Інструмент, прилади, матеріали, бази, кваліфікація виконавця
010. Шліфувальна	А	Встановити і закріпити деталь.	Для виконання операції вибрано круглошліфувальний верстат ЗБ151 [6]. Для закріплення деталі на верстаті за основну установочну базу прийнято основу, за допоміжну – наскрізний отвір для кріплення осі коромисла, а також центрувальний отвір. Для закріплення деталі на верстаті використовуєтьсяпоаншайба з кутником переобладнана під вісь коромисла. Для обробки поверхні вибрано круг ПП-300-20-63 24А40СМ2К 35 м/с 1 клА державний стандарт 2424-83 [6]. Для контролю діаметра обробки вибрано мікрометр МК 25 ДСТУ 6507:2009 [3]. Кваліфікація виконавця – шліфувальник 3 розряду.
	1	Шліфувати поверхню осі від діаметра 24,9 мм до діаметра 24,7 мм на довжину 36 мм	
	Б	Зняти деталь	
015. Гальванічна	А	Монтувати деталі на підвіску	Для виконання операції вибрано обладнання: ванна для електролітичного обезжирювання ОН 1-66-2206, ванна для гарячого промивання ОН 1-66-2502, ванна для холодного промивання ОН 1-66-2302, ванна для хромування ОН 1-66-2301, ванна для нейтралізації 300380,
	1	Обезжирити деталі	
	2	Промити деталі в гарячій воді.	
	3	Ізолювати поверхні деталей, що не підлягають	

		гальванічному нарощуванню	випрямляч ВАГК-1216-3200-4, сушільна шафа 2247, стіл 2299 [4]. Для кріплення деталі на шліфувальному верстаті за основну установочну базу приймаємо основу, за допоміжну – сквозний отвір для кріплення осі коромисла, а також центрувальний отвір. Для завішування деталей у ванну використовується контактна підвіска для осей коромисел. При виконання операції використовується сітчаста тара, пасатіжи 7814-0261 ДСТУ 5547:2005, молоток слюсарний ДСТУ 7805:2009. Для контролю діаметра вісі вибрано мікрометр МК 50 ДСТУ 6507:2015 [3]. Кваліфікація виконавця – гальванік 3 розряду.
	4	Промити деталі в проточній воді	
	5	Виконати анодне декопіювання поверхонь деталей	
	6	Виконати гальванічне нарощування робочої поверхні осі коромисла від діаметра 24,7 мм до діаметра 25,3 мм на довжину 36 мм	
	7	Промити деталі в проточні воді.	
	8	Промити деталі в гарячій воді.	
	9	Промити деталі в холодній воді.	
	Б	Демонтувати деталі з підвіски.	
	10	Протерти деталі	
	11	Висушити деталі.	
020. Шліфувальна	А	Встановити і закріпити деталь.	Для виконанння операції вибрано круглошліфувальний верстат ЗБ 151 [6]. Для кріплення деталі на шліфувальному верстаті за основну установочну базу приймаємо основу, а за допоміжну – сквозний отвір для кріплення осі коромисла, а також центрувальний отвір. Для закріплення деталі на верстаті використовується планшайба з кутником переобладнана під вісь
	1	Шліфувати робочу поверхню осі від діаметра 25,3 мм до діаметра 25,00 мм на довжину 36 мм	
	Б	Зняти деталь	

			коромисла. Для обробки поверхні вибрано круг ПП-300-20-63 24А40СМ2К 35 м/с 1клА ДСТУ 2424:2015. Для контролю діаметра обробки вибрано скобу важільну СР 50 ДСТУ 1098:2005 [3]. Кваліфікація виконавця-шліфувальник 3-го розряду
025. Контрольна		Перевірити якість відновлення деталі	

2.2. Розробка маршрутної, операційної карт та карт ескізів

Маршрутна карта складається на всі дефекти маршруту. Основою для її розробки є карта ескізів, план технологічних операцій, відомості про обладнання, інструмент та кваліфікацію виконавців робіт.

Остаточне заповнення маршрутної карти виконується після розрахунку режимів обробки і норм часу.

Операційнною картою є документ, в якому зазначено опис всіх операцій з відновлення деталі з переходами, режимами обробки, засобами оснащення.

Карти ескізів розроблено за виконанням вимог: на ескізі вісі коромисла вказано необхідні для виконання даної технологічної операції розміри, їх відхилення, шорсткість поверхонь, бази, опори, затискні елементи.

На картах ескізів наводять розміри та нумерацію поверхонь, що обробляються. На ескізі вказують:

- деталь;
- поверхню обробки за заною операцією, базові поверхні;

- всі дані для виконанняя операції (режими, норми часу) наведено в табличній формі.

3. РОЗРАХУНКОВИЙ РОЗДІЛ

3.1. Розрахунок кількості деталей в партії

Як правило розрахунок кількості деталей в партії проводиться на відомий термін (місяць, рік, квартал тощо). Розрахунок кількості деталей на один місяць, шт:

$$z = \frac{NK_r m}{12} = 400 \cdot 0{,}8 \cdot 12/12 = 320 \qquad (3.1)$$

де N = 400 шт. – виробнича програма;

Kr = 0,8 – коефіцієнт ремонту;

m = 12 - кількість осей коромисла в двигуні;

Приймаємо Z=320 шт.

3.2. Розрахунок найвигідніших режимів обробки та прогресивних норм часу по операціях

3.2.1 Операція 010. Шліфувальна

Перехід А.

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

Перехід 1.

Шліфувати робочу поверхню вісі від діаметра 24,9 мм до діаметра 24,7 мм на довжину 36 мм.

Припуск на обробку на сторону:

$$h=(D-d)/2=(29,4-24,7)/2=0,1 \text{ мм}, \quad (3.2)$$

де D=24,9 мм – діаметр до обробки;

d=24,7 мм – діаметр після обробки.

Припуск на обробку на чорнове шліфування:

$$h_1=0,8h=0,8\cdot0,1=0,08 \text{ мм}, \quad (3.3)$$

Припуск на обробку на чистове шліфування:

$$h_2=0,8h=0,2\cdot0,1=0,02 \text{ мм}, \quad (3.4)$$

Кільість проходів на чорнову обробку:

$$i_1=h_1/t_1=0,08/0,02=4, \quad (3.5)$$

де t_1 = 0,02 мм/об - поперечна подача при чорновій обробці [5]

Кільість проходів на чистову обробку:

$$i_2=h_2/t_2=0,02/0,005=4, \quad (3.6)$$

де t_1 = 0,005 мм/об. – поперечна подача чистової обробки [5].

Повздовжня подача чорнової обробки:

$$S_{п1}=\beta_1\cdot B_к=0,45\cdot20=9 \text{ мм/об}, \quad (3.7)$$

де β_1 = 0,45–повздовжня подачав в частинах ширини круга при чорновій

обробці [5];

Вк =20 мм – ширина шліфувального круга.

Повздовжня подача чистової обробки:

$$S_{п2}=\beta_2 \cdot B_к=0,25 \cdot 20=5 \text{ мм/об}, \qquad (3.8)$$

де $\beta_2 = 0,25$ – повздовжня подача в частинах ширини круга при чорновій обробці [5].

Розрахункова швидкість різання чорнової обробки:

$$V_{р1}=V_{т1} \cdot К_м \cdot К_{о1}=8,5 \cdot 1 \cdot 1=8,5 \text{м/хв}, \qquad (3.7)$$

де $V_{т1} = 8,5$ м/хв. - теоретична швидкість різання при чорновій обробці [5];

$К_м = 1,0$ – коефіцієнт, врахування матеріалу, що обробляється [5];

$К_{о1} = 1,0$ — коефіцієнт характеру обробки [5].

Розрахункова швидкість різання при чистової обробки:

$$V_{р2} = V_{т2} \cdot К_м \cdot К_{02} = 22 \cdot 1 \cdot 0,75 = 16,5 \text{ м/хв},$$

де $V_{Т2} = 22$ м/хв. – теоретична швидкысть рызання при чорновій обробці [5];

розрахункова:

$$n_{р1} = 318 \cdot V_{р1}/D=318 \cdot 8,5/24,9=108,5 \text{ об/хв}, \qquad (3.8)$$

$$n_{р2} = 318 \cdot Vp2/D=318 \cdot 16,5/24,9=210,7 \text{ об/хв}$$

Прийнята частота обертання деталі верстатна $n_{в1}=100$ об/хв., $n_{в2}=200$ об/хв., [6]

Розрахункова довжина обробки:

$$L=I+1_1+1_2=36+10=46 \text{ мм}, \qquad (3.9)$$

де I=36 мм –довжина поверхні обробки;

$1_1 + 1_2$ – величини врізання та виходу ріжучого інструменту [5]

$$1_1 + 1_2 = 0{,}5 \cdot B_к = 0{,}5 \cdot 20 = 10 \text{ мм}. \qquad (3.10)$$

Основний час на чорнову обробку:

$$T^1_о = L \cdot i \cdot КЗ/n_{в1} S_{в1} = 46 \cdot 4 \cdot 1{,}3/(100 \cdot 9) = 0{,}27 \text{ хв}. \qquad (3.11)$$

де $К_з$ =1,3 - коефіцієнт зачисних ходів [5].

Основний час на чистову обробку:

$$T^2_о = L \cdot i \cdot КЗ/n_{в2} S_{в2} = 46 \cdot 4 \cdot 1{,}3/(200 \cdot 5) = 0{,}24 \text{ хв}.$$

Основний час на операцію:

$$To = T^1_о + T^2_о = 0{,}27+0{,}24=0{,}51 \text{ хв}. \qquad (3.12)$$

Допоміжний час, пов’язаний з обробкою [5]:

- при чорновій обробці

$$T^1_{Д2} = T_1+T_2(i_1-1)=1{,}6+0{,}06(4-1)=1{,}78 \text{ хв}. \qquad (3.13)$$

- при чистовій обробці

$$T^2_{Д2} = T_1+T_2(i_2-1)=0{,}8+0{,}06(4-1)=0{,}98 \text{ хв}.$$

- загальний

$$T_{Д2} = T^{1}_{Д2} + T^{2}_{Д2} = 1,78+0,98=2,76 \text{ хв.} \quad (3.14)$$

Допоміжний час на операцію:

$$T_{доп}=T_{д1}+T_{д2}=1,5+2,76=4,26 \text{ хв.}, \quad (3.15)$$

Оперативний час:

$$T_{оп}=T_{о}+T_{доп} = 0,51 +4,26 = 4,77 \text{ хв.} \quad (3.16)$$

Додатковий час:

$$T_{дод}=T_{оп}T_{дод}/100=4,77\cdot 9/100=0,43 \text{ хв.} \quad (3.17)$$

де $К_{дод}$ = 9 % - коефіцієнт додаткового часу від оперативного [5].

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

$$T_{шт}=T_{оп}+T_{дод}=4,77+0,43=5,2 \text{ хв.} \quad (3.18)$$

Норма часу на операцію:

$$T_{нк}=T_{шт}+T_{пз}/Z=5,2+10/320=5,23 \text{ хв.} \quad (3.19)$$

3.2.2. Операція 015. Гальванічна

Перехід А. Допоміжний час на монтаж деталей на підвіски $T_{д1}$ = 0,09 · 40 = 3,6 хв. [5].

Перехід 1. Допоміжний час на обезжирювання деталей $T_{д2}$ = 2,66 хв., [5].

Перехід 2. Допоміжний час на промивання деталей в гарячій воді $T_{дз}$ = 0,13

хв. [5]

Перехід 3. Допоміжний час на ізолювання поверхонь деталей, що не підлягають гальваничному нарощуванню $T_{д4}$ = 2,1 хв. [5]

Перехід 4. Допоміжний час на промивання деталей в проточній воді $T_{д5}$ = 0,13 хв. [5]

Перехід 5. Виконати анодне декопіюваннння поверхонь деталей $T_{дб}$ = 1,0 хв. [5].

Перехід 6. Виконати гальванічне нарощування поверхонь деталей.

Товщина гальванічного покриття на сторону:

$$h=(D-d)/2=(52-507)/2=1 \text{ мм},$$

де D – діаметр осі після обробки, мм

d – діаметр осі до обробки, мм.

Електрохімічний еквівалент С = 0,324 г/А-год, катодна щільність струму Dk = 60 А/см^2, густина металу, що нарощується γ=6,9 г/см^3 , вихід металу по струму η= 14% [5].

Допоміжний час на завішування деталей на штанги разом з пристроями та їх зняття $T_{д7}$ = 0,06 · 4 = 0,24 хв., [5]. Допоміжний час на переміщення робітника $T_{д8}$ = 1,8 хв. [5]

Перехід 7. Допоміжний час на промивання деталей в проточній воді $T_{д9}$ = 0,13 хв. [5]

Перехід 8. Допоміжний час на промиваннядеталей в гарячій воді $T_{д10}$ = 0,13 хв. [5].

Перехід 9. Допоміжний час на промивання деталей в холодній воді $T_{д11}$ = 0,13 хв., [5].

Перехід Б. Допоміжний час на демонтаж деталей з підвісок $T_{д12}$ = 0,7 хв., [5]

Перехід 10. Допоміжний час на протирання деталей $T_{д13}$ = 1,6 хв., [5].

Перехід 11. Допоміжний час на сушку деталей $T_{д14}$ = 0,84 [5].

Визначаємо норми часу на операцію. Основний час:

$$T_о = \frac{60h\gamma}{CD_k\eta} = \frac{60 \cdot 0,3 \cdot 6,9}{0,324 \cdot 6 \cdot 14} = 4,56 \text{ хв.} \qquad (3.20)$$

Допоміжний час:

$$T_{доп}=T_{д1}+...+T_{д14}=3,6+2,66+0,13+2,1+0,13+1+0,24+$$
$$+1,8+0,13+0,13+0,13+0,7+1,6+0,84 = 15,19 \text{ хв.}, \qquad (3.21)$$

Оперативний час:

$$T_{оп} = T_о + T_{доп} = 4,56 + 15,19 = 19,75 \text{ хв.}$$

Додатковий час:

$$T_{дод} = T_{оп} \cdot К_{дод}/100 = 19,75 \cdot 12/100 = 2,37 \text{ хв.},$$

де $К_{дод}$ = 12% - коефіцієнт додаткового часу від оперативного [5].

Штучний час:

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{дод} = 19,75 + 2,37 = 22,12 \text{ хв.}$$

Підготовчо-заключний час $T_{пз}$ = 18 хв. [5]. Норма часу на операцію:

$$T_н = T_{шт} + T_{пз}/Z = 22,12 + 18/320 = 22,18 \text{ хв.}$$

3.2.3. Операція 020. Шліфувальна

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

Перехід 1. Шліфувати робочу поверхню вісі від діаметра 25,3 мм до

діаметра 25,0 мм на довжину 36 мм.

Припуск на обробку:

$$H=(D-d)/2=(25,3-25)/2=0,15 \text{ мм},$$

де D – діаметр до обробки, мм;

d – діаметр після обробки, мм

- на чорнове шліфування:

$$h1=0,8h=0,8\cdot 0,\ 15=0,12 \text{ мм},$$

- на чистове шліфування:

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

Кількість проходів на чорнову обробку:

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

де t_1 = 0,02 мм/об - поперечна подача при чорновій обробці [5]

Кількість проходів на чистову обробку:

$$i_2=h_2/t2=0,03/0,005=6,$$

де t_2 - поперечна подача при чистовій обробці [5].

Повздовжня подача чорнової обробки:

$$S_{п1}=\beta_1\cdot B_к=0,45\cdot 20=9 \text{ мм/об},$$

де β_1 = 0,45 – повздовжня подача в частинах ширини круга чорнової обробки [5];

$B_к$ = 20 мм – ширина круга

Повздовжня подача чистової обробки:

$$S_{п2}=\beta_2 \cdot B_к=0,25 \cdot 20=5 \text{ мм/об},$$

де $\beta_2 = 0,25$ – повздовжня подача в частинах ширини круга при чорновій обробці [5].

Розрахункова швидкість різання чорнової обробки:

$$V_{р1}=V_{т1} \cdot К_м \cdot К_{о1}=8,5 \cdot 1 \cdot 1=8,5 \text{м/хв},$$

де $V_{т1} = 8,5$ м/хв. – теоретична швидкість різання при чорнові обробці [5];

$К_м = 1,0$ - коефіцієнт матеріалу, що обробляється [5];

$К_{о1} = 1,0$ -коефіцієнт характеру обробки [5].

Розрахункова швидкість різання чистової обробки:

$$V_{р2} = V_{Т2} \cdot Км \cdot К02 = 22 \cdot 1 \cdot 0,75 = 16,5 \text{ м/хв},$$

де $V_{Т2}$ – теоретична швидкість різання чорнової обробки [5].

Розрахункова частота обертання деталі:

$$n_{р1} = 318 \cdot Vр1/D=318 \cdot 8,5/25,3=106,8 \text{ об/хв},$$

$$n_{р2} = 318 \cdot Vр2/D=318 \cdot 16,5/25,3=207,4 \text{ об/хв}.$$

Приймаємо найближчу верстатну $n_{в1}=100$ об/хв., $n_{в2}=200$ об/хв., [6]. Розрахункова довжина обробки:

$$L=I+1_1+1_2=36+10=46 \text{ мм}, \qquad (3.9)$$

де $I = 36$ мм – довжина поверхні обробки (по кресленню);

$1_1, 1_2$ - величина врізання і виходу інструменту [5].

$$1_1 + 12 = 0,5 \cdot B_к = 0,5 \cdot 20 = 10 \text{ мм}. \qquad (3.10)$$

Основний час на чорнову обробку:

$$T^1_o = L \cdot i \cdot K3/n_{в1}\, S_{в1} = 46 \cdot 6 \cdot 1{,}3/(100 \cdot 9) = 0{,}4 \text{ хв.}$$

де Кз = 1,3 - коефіцієнт зачисних ходів [5].

Основний час на чистову обробку:

$$T^2_o = L \cdot i \cdot K3/n_{в2}\, S_{в2} = 46 \cdot 6 \cdot 1{,}3/(200 \cdot 5) = 0{,}27 \text{ хв.}$$

Основний час на операцію:

$$To = T^1_o + T^2_o = 0{,}4 + 0{,}27 = 0{,}67 \text{ хв.}$$

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

- при чорновій обробці

$$T^1_{Д2} = T_1 + T_2(i_1 - 1) = 1{,}6 + 0{,}06(6-1) = 2{,}02 \text{ хв.}$$

- при чистовій обробці

$$T^2_{Д2} = T_1 + T_2(i_2 - 1) = 0{,}8 + 0{,}06(6-1) = 1{,}22 \text{ хв}$$

- загальний

$$T_{д2} = T^1_{д_2} + T^2_{д_2} = 2{,}02 + 1{,}22 = 3{,}24 \text{ хв,}$$

Допоміжний час на операцію:

$$T_{доп} = T_{д1} + T_{д2} = 1{,}5 + 3{,}24 = 4{,}74 \text{ хв.}$$

Оперативний час:

$$T_{оп}=T_{о}+T_{доп}=0,67+4,74=5,41 \quad хв.,$$

Додатковий час:

$$T_{дод}=T_{оп}K_{дод}/100=5,41\cdot 9/100=0,49 \text{ хв.},$$

де $K_{дод}$ = 9 % - коефіцієнт додаткового часу від оперативного [5].

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

$$T_{шт}=T_{оп}+T_{дод}=5,41+0,49=55,9 \text{ хв.}$$

Норма часу на операцію:

$$T_{нк}=T_{шт}+T_{пз}/Z=5,9+10/320=5,93 \text{ хв.}$$

3.3. Розрахунок норми виробітку

Результати розрахунку норм часу на відновлення вісі коромисла газорозподільного механізму двигуна автотракторної техніки зведено в табл. 3.1.

Таблиця 3.1. – Норми часу на операції

Операція	$T_{н}$
010. Шліфувальна	5,23
015. Гальванічна	22,18
020. Шліфувалььна	5,93
Всього	33,34

Норма виробітку визначається за формулою [2]:

$$Н_В = \frac{480}{\sum Т_н} = \frac{480}{33,34} = 14,39 \quad (3.11)$$

Приймаємо норму $Н_в$=14 деталей.

3.4. Розрахунок собівартості ремонту деталі

Для оцінки вартості способу ремонту деталі необхідно провести розрахунок витрат на відновлення:

$$С_р=Сз+С_м+С_{фоп}+С_{нар}+С_н+С_{об}+С_{ін}. \quad (3.12)$$

де $С_з$ – залишкова вартість деталі (3…6 %від вартості нової деталі), грн;

$С_м$ – вартість матеріалів на відновлення, грн

$С_{фоп}$ – фонд оплати праці, грн;

Снар – нарахування на заробітну плату, грн;

$С_н$ – накладні витрати, грн;

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

$С_{ін}$. – інші витрати.

Залишкова вартість деталі:

$$С_з=К_зС_н=0,05\cdot400=20 \text{ грн}, \quad (3.13)$$

де Кз – коефіцієнт залишкової вартості деталі;

$С_з$ – вартість нової деталі.

Розцінки по операціях проводимо з урахуванням годинної тарифної ставки слюсаря, норми часу на дану операцію:

$$P = \frac{СТ_{Н1}}{60}, \quad (3.14)$$

де С – годинна тарифна ставка слюсаря певного розряду (для слюсаря 3 розряду 37,70 грн), грн;

$Т_{н1}$ – 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.
010. Шліфувальна	5,23	3	37,7	3,29
22. Гальванічна	22,18			13,94
020. Шліфувальна	5,93			3,73
Всього	33,34			20,96

Визначення премії:

$$С_{п1}=К_{п}\cdot Р_{1}/100=3,29\cdot 0,25=0,82грн. \quad (3.15)$$

Розрахунок фонду оплати праці:

$$ОП_{осн1}=3,29+0,82=4,11 \text{ грн} \quad (3.16)$$

Визначення додаткової заробітної плати:

$$С_{дзп1}=К_{дзп}С_{осн}/100=15\cdot 4,11/100=0,62 \text{ грн.} \quad (3.17)$$

Визначення фонду оплати праці:

$$С_{фоп1} = ОП_{осн1}+С_{дзп1}=4,11+0,62=4,73 \text{ грн} \quad (3.18)$$

Для інших операцій розрахунки зводимо в табл. 3.3.

Таблиця 3.3. – Визначення фонду оплати праці

Операція	$Р_і$, грн.	$К_п$	$С_{пі}$, грн.	$К_{дзп}$	$С_{дзп}$,грн.	$С_{фоп}$, грн
010. Шліфувальна	3,29	25	0,82	15	0,49	4,6
015. Гальванічна	13,94		3,49		2,09	19,52
020. Шліфувалььна	3,73		0,93		0,6	5,26
Всього	20,96		5,24		3,18	29,38

Вартість матеріалів на відновлення деталі

$$С_{м1}=К_{м1}\cdot С_{фоп1}=0,12\cdot 4,6=0,55 \text{ грн}, \qquad (3.19)$$

де $К_{м1}$ – коефіцієнт витрати для відповідної операції;

Для інших операцій результати розрахунку зводимо в табл. 3.4.

Таблиця 3.4 - Розрахунок фонду оплати праці

Операція	$К_м$	$С_{фоп}$, грн	$С_м$, грн
010. Шліфувальна	0,12	4,6	0,55
015. Гальванічна	0,9	19,52	17,57
020. Шліфувалььна	0,12	5,26	0,63
Всього		29,38	18,75

Нарахування на заробітну плату:

$$С_{нар}=\frac{К_{нар}С_{фоп}}{100}=\frac{23\cdot 29,38}{100}=6,\ 76 \text{ грн} \qquad (3.20)$$

де $К_{нар}$ – відсоток нарахувань на заробітну плату;

Накладні витрати:

$$С_ц=\frac{К_ц С_{фоп}}{100}=\frac{140\cdot 29,38}{100}=41,13 \text{ грн} \qquad (3.21)$$

де $К_ц$ – відсоток накладних нарахувань.

Витрати на утримання і експлуатацію обладнання:

$$С_{об} = \frac{К_{об} С_{фоп}}{100} = \frac{85 \cdot 25,38}{100} = 21,57 \quad грн \qquad (3.22)$$

де $К_{об}$ – відсоток витрат на утримання і експлуатацію обладнання.

Отже:

$$С_в = Сз + С_м + С_{фоп} + С_{нар} + С_ц + С_{об} = 20 + 18,75 + 29,38 + 6,76 + 41,13 + 21,57 = 137,59 \text{ грн} \qquad (3.24)$$

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

Таблиця 3.5 – Собівартість відновлення ресурсу деталі

Стаття витрат	Сума, грн.
Залишкова вартість деталі	20
Витрати на матеріали	18,75
Фонд заробітної плати	29,38
Нарахування на заробітну плату	6,76
Накладні витрати	41,13
Витрати на утримання і експлуатацію обладнання	21,57
Всього	137,59

Коефіцієнт відновлення ресурсу деталі встановлюється:

$$Ср \leq Кд \cdot Сн, \qquad (3.25)$$

де $С_р$ – вартість відновлення, грн;

$К_д$ – коефіцієнт довговічності;

$С_н$ – вартість нової деталі, грн.

Отже, нерівність виконується:

$$137{,}59 \leq 0{,}85 \cdot 400 = 340$$

Доцільність відновлення деталі запропонованим способом економічно підтверджується.

4. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

4.1. Призначення та будова пристрою для закріплення вісі коромисла

Пристрій призначений для обробки вісі коромисла в зборі та зменшення часу на виконання шліфувальної операції, або іншої операції, що пов'язана з її механічною обробкою.

Пристрій складається з патрона 1, до якого за допомогою трьох болтів 7 кріпиться планшайба 2. Для більш точного центрування планшайби 2 з патроном 1 в отвір планшайби запресовано оправку 6. До планшайби 2 за допомогою двох гвинтів 8 кріпиться плита 3, на яку встановлюється та фіксується вісь за допомогою установочного болта 5, що вгвінчужться в плиту. Для кращого цетнрування деталі на плиті передбачено два центрувальних отвори, в які деталь входить своїми шипами. Для компенсації дисбалансу, що виникає під час обертання деталі з радіально протилежної сторони від плити 3 кріпиться противага 4 за допомогою двох гвинтів 9.

Пристрій працює наступним чином. Вісь коромисла в зборі встановлюється шипами в центрувальні отвори плити 3 та за допомогою установочного болта 5 притискається та фіксується в необхідному положенні. Після цього проводиться контроль центрування деталі в пристрої. Якщо виявлено, що деталь неправильно центрована, проводять регулювання у вертикальній площині шляхом встановлення прокладок між віссю коромисла та плитою.

Патрон кріпиться на фланцевому кінці шпинделя верстата.

5. СЛЮСАРНО-МЕХАНІЧНА ДІЛЬНИЦЯ ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ

Слюсарно-механічна дільниця відновлення деталей має за мету забезпечення повного ремонту та відновлення деталей двигунів внутрішнього згорання. Вона забезпечує наступні технологічні процеси:

- очищення від бруду та миття вузлів;
- розбирання вузлів на окремі деталі з наступним очищенням;
- миття деталей паливної апаратури;
- дефекація деталей за наступним призначенням (повторне використання, відновлення, утилізація);
- відновлення деталей$
- складання вузлів з нових, відновлених та деталей повторного використання;
- припрацювання та діагностування вузлів;
- оцінка якості відновлення вузлів;

Важливо, що дільниця повинна забезпечувати заданий рівень надійності відновлених деталей, що досягається необхідним технічним рівнем технології відновлення.

Робота обладнання дільниці, як і будь-якого виробництва визначається його потребами (річними, квартальними, сезонними, добовими тощо). Режими роботи обладнання пов’язані технічні з його можливостями. Потреби та можливості сучасних дільниць диктують наступні основні режими їх роботи: 1-, 2- зміни, або цілодобово, при цьому в залежності від

конкретних потреб виробництва можуть змінюватись режими роботи дільниці, наприклад, в залежності від сезону.

Фонд робочого часу дільниці:

$$Ф_{нр}=(Д_к-Д_в-Д_с)t_{зм}-Д_{пс}\cdot 1 = 365\text{-}104\text{-}10)8\text{-}6\cdot 1 = 2002 \text{ год.} \quad (4.1)$$

Фонд дійсного робочого часу:

$$Ф_{др}=[\ Ф_{нр} - (Д_{від}-Д_{від}/5)t_{зм}]\eta_в, = =[2002\text{-}(24\text{-}24/5)8]0{,}95 = 1755 \text{ год.} \quad (4.2)$$

Номінальний фонд часу обладнання:

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

Дійсний фонд часу обладнання:

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

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

Фонд часу робочого місця:

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

Фонди робочого часу та режими роботи обладнання дільниці є вихідними параметрами організації процесу її роботи. Обирати режиму роботи слюсарно-механічної дільниці необхідно за умови максимально ефективного використання її обладнання.

Скорегована річна трудомісткість робіт з відновлення вісі коромисла газорозподільного механізму двигуна автотракторної техніки двигуна:

$$t^к = t^н \cdot К_с \cdot К_м \cdot К_п = 2{,}1 \cdot 0{,}75 \cdot 1 \cdot 1 = 1{,}575 \text{, люд·год.,} \qquad (4.6)$$

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

$К_с$- коефіцієнт, що характеризує спосіб ремонту;

$К_м$ – коефіцієнт, що характеризує прийнятий метод ремонту;

$К_п$ - коефіцієнт в залежності від виробничої програми

Сумарна трудомісткості дільниці:

$$Т_д = t^к \cdot N = 1{,}575 \cdot 500 = 787 \text{ люд·год.,} \qquad (4.7)$$

де N – кількість осей коромисла, шт.

5.1. Вибір технологічного обладнання та інструментів та площі дільниці

Відповідно до переліку запропонованих робіт дільниці, обрано необхідне технологічне обладнання (табл. 4.1).

Таблиця 4.1. – Обладнання дільниці

Поз.	Позначення	Найменування	Кількість	Примітки
1		Верстак	3	Власне виготовлення
2		Лещата	3	
3		Щит електричний	1	100 кВт
4		Стенд наплавочний	1	4 кВт
5		Тельфер	1	2,5 кВт
6		Верстат 2М12	2	0,8 кВт
7		Ємність для використаних обтирних матеріалів	1	Власне виготовлення
8		Стелаж	4	Власне виготовлення
9		Верстат 3Б634 -	1	3 кВт
10		Установка для відновлення деталей	1	
11		Стіл	1	
12		Стенд обкаточний	1	1 кВт
13		Ванна для миття деталей	1	Власне виготовлення

14		Прес 2135-1М	1	2 кВт

Площа дільниці:

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

де $F_{\text{обл.}}$ – площа обладнання, м^2;

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

Остаточне значення площі приймаємо з врахуванням будівельного фактору - розмір сторін повинен бути кратним 3 м. Отже площа слюсарно-механічної дільниці дорівнює 54 м^2 , розміри сторін дільниці 6х9 м.

Планування дільниці проводять на основі прийнятого технологічного процесу, з урахуванням послідовності виконання робіт з відновлення розміщують необхідне обладнання (рис. 4.1).

Для забезпечення роботи дільниці під час планування і розстановки обладнання враховують необхідну вентиляцію, підведення електричної енергії та стислого повітря, води, каналізації. Відповідно до цього в розробленій слюсарно-механічній дільниці встановлено:

- витяжна примусова та природня вентиляції через вікна та вентиляційні канали;
- місцева вентиляція на робочих місцях;
- загальне та місцеве освітлення місць проведення робіт;
- електрична мережа для обладнання та інструменту;
- підведення стисненого повітря;
- підведення холодної та гарячої води.

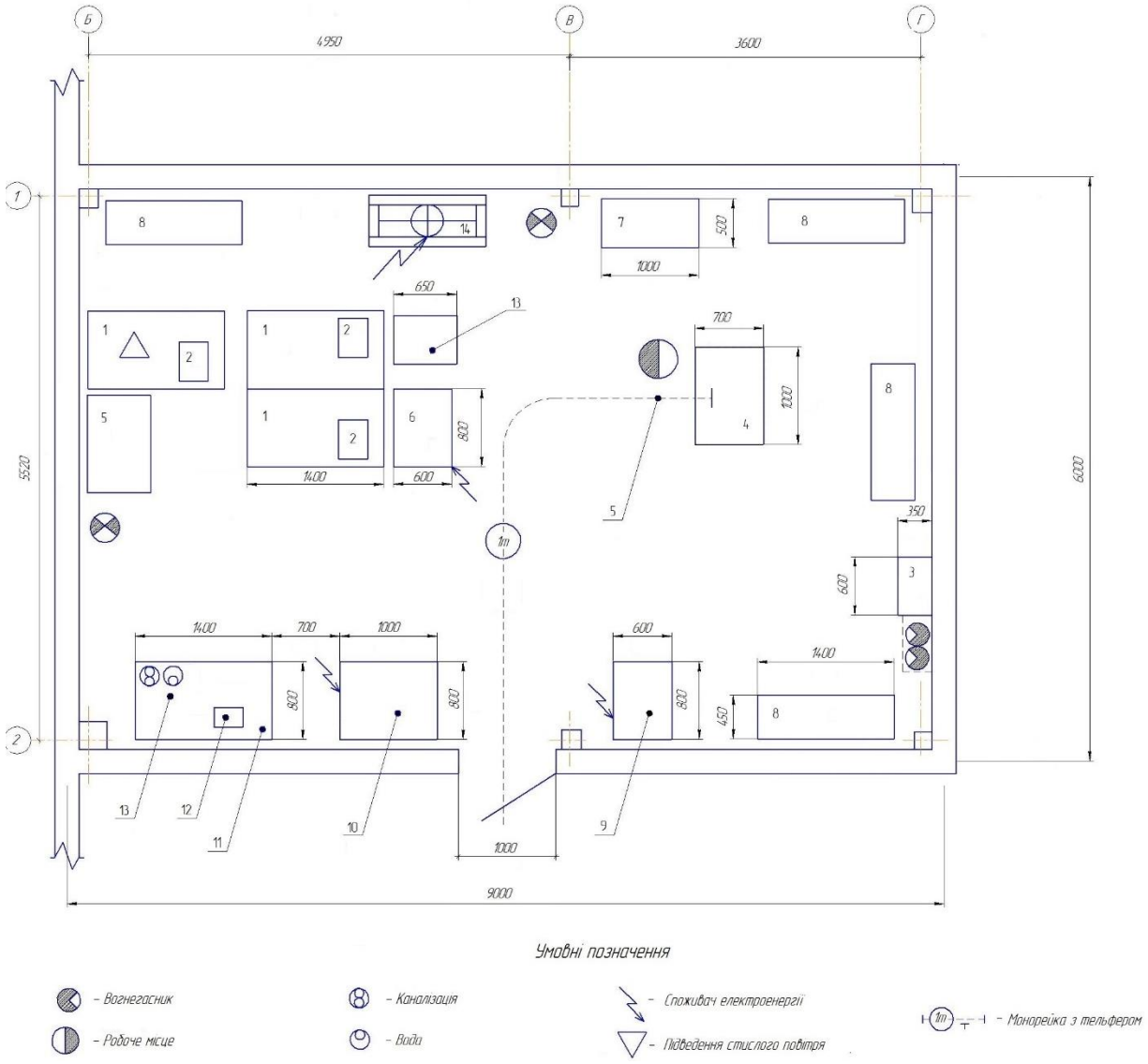


Рис. 5.1. Планування слюсарно-механічної дільниці

ВИСНОВКИ

1. Розраховано показники технологічного процесу відновлення вісі коромисла в зборі двигуна внутрішнього згорання.
2. Встановлено економічну доцільність запропонованого технологічного процесу відновлення вісі коромисла, оскільки сумарна вартість процесу відновлення менша за вартість нової деталі.
3. Запропоновано пристрій для полегшення процесу ремонту вісі коромисла двигуна автомобіля МАЗ-555100.
4. Розроблено слюсарно-механічну дільницю для проведення робіт щодо відновлення деталей двигунів.

ЛІТЕРАТУРА

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

2. Ремонт автомобілів. Книга 2: Навчальний посібник/Упор. В.Я. Чабанний.

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

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

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

6. Биковський О.Г., Піньковський І.В. Довідник зварника. *Техніка.* Київ, 2002. 336 с.

7. Лауш П.В., Чабанный В.Я,, Кухаренко В.С., Лесюк Т.П., Лауш Н.П. Основи педагогіки і організації практичного навчання. – Кіровоград: ПОЛІМЕД-сервіс, 2006. – 404 с.

8. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. – К.: Знання-Прес, 2003. – 512 с.

9. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. Організація і управління. – К.: Знання-Прес, 2004. – 478 с.

10. https://maz-service.com.ua/val-promezhutochnyy-kpp-golyy-12753

11. Косенко В.А. Матеріалознавство і матеріали у автомобільному транспорті / В.А. Косенко // Київ: університет «Україна», 2015 - 314 с.

12. Форнальчик Є.Ю. Основи технічного сервісу транспортних засобів / Є.Ю. Форнальчик // Львів: Львівська політехніка, 2017 - 324 с.

13. Кузьмінський Р.Д. Технічний сервіс тракторів і автомобілів // Р.Д. Кузьмінський // Львів, 2017 - 376 с.

14. Гезь В.А. Технічне обслуговування автомобілів / В.А. Гезь // Рівне. 2010 –150 с.