

**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

ПЕТРИК ВОЛОДИМИР ВОЛОДИМИРОВИЧ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВІДНОВЛЕННЯ
ШАТУНІВ ДВЗ ТЕХНІКИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО
ПРИЗНАЧЕННЯ**

208 «Агроінженерія»

Подається на здобуття освітнього ступеня бакалавр

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

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

Житомир – 2025

АНОТАЦІЯ

ПЕТРИК Володимир Володимирович. Розробка технологічного процесу відновлення шатунів ДВЗ техніки сільськогосподарського призначення - Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавр за спеціальністю 208 Агроінженерія. – Поліський національний університет, Житомир, 2025.

В розділі 1 розглянуто призначення, конструкція, матеріал та термообробка шатуна двигуна внутрішнього згорання, проаналізовано його розроблено маршрутну та операційну карти та карти ескізів технологічних операцій.

В розділі 2 встановлено поєднання дефектів, які входять в кожний маршрут, кількість маршрутів, обрано раціональні способи та схеми технологічного процесу усунення дефектів, розроблено маршрутну і операційні карти та карти ескізів.

В розділі 3 проведено розрахунок кількості деталей в партії, найбільш вигідних режимів обробки та норм часу по операціях (розточні, слюсарна, свердлильна). Проведено розрахунки норми виробітку та собівартості відновлення деталі.

В розділі 4 запропоновано конструкції пристрою для полегшення процесу відновлення шатунів. Він сприяє підвищенню культури праці, зменшенню собівартості ремонту, знижує імовірність травматизму.

Розділ 5 присвячений розробці ділянки ремонту двигунів внутрішнього згорання. Розглянуто її призначення, проведено розрахунки кількості працівників, площі ділянки, зроблено підбір обладнання для проведення ремонту двигунів, наведено особливості структури керування і основна документація щодо її організації.

Метою роботи є: розробка технологічного процесу відновлення шатунів ДВЗ сільськогосподарської та транспортної техніки.

Ключові слова: *відновлення, технологічний процес, сільськогосподарська техніка, двигун внутрішнього згорання, шатун.*

ABSTRACT

PETRYK Volodymyr Volodymyrovych. Development of a technological process for the restoration of connecting rods of internal combustion engines of agricultural machinery - 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, 2025.

In section 1, the purpose, design, material and heat treatment of the connecting rod of an internal combustion engine are considered, it is analyzed, route and operational maps and maps of sketches of technological operations are developed.

In section 2, the combination of defects included in each route, the number of routes are established, rational methods and schemes of the technological process of eliminating defects are selected, route and operational maps and maps of sketches are developed.

In section 3, the number of parts in the batch, the most advantageous processing modes and time standards for operations (boring, metalworking, drilling) are calculated. Calculations of the production rate and cost of part restoration are made.

In section 4, the design of a device is proposed to facilitate the process of restoring connecting rods. It contributes to improving work culture, reducing the cost of repair, and reduces the likelihood of injuries.

Section 5 is devoted to the development of an internal combustion engine repair area. Its purpose is considered, calculations of the number of employees, the area of the site are made, equipment for engine repair is selected, the features of the management structure and basic documentation for its organization are given.

The purpose of the work is: to develop a technological process for restoring connecting rods of internal combustion engines of agricultural and transport machinery.

Key words: *maintenance, tractor equipment, agricultural equipment, field conditions*

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1. ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ	7
1.1. Призначення, конструкція, матеріал та термообробка деталі	7
2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	10
2.1. Встановлення поєднання дефектів, які входять в кожний маршрут, знаходження кількості маршрутів	10
2.2. Вибір раціональних способів, розробка схеми технологічного процесу усунення дефектів за маршрутом 1	10
2.3. Розробка кожної операції технологічного процесу для заданого маршруту	11
2.4. Маршрутна карта	13
2.5. Операційна карта	13
2.6. Карти ескизів	14
3. РОЗРАХУНКОВИЙ РОЗДІЛ	15
3.1. Розрахунок кількості деталей в партії	15
3.2. Розрахунок вигідних режимів обробки та норм часу	15
3.2.1. Операція 010, розточна	15
3.2.2. Операція 015, слюсарна	17
3.2.3. Операція 020, свердлильна	18
3.2.4. Операція 025, розточна	20
3.3. Розрахунок норми виробітку	21
3.4. Розрахунок собівартості відновлення деталі	22
3.4.1. Вартість матеріалів на відновлення деталі	24
4. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	27

5. ДІЛЬНИЦЯ РЕМОНТУ ДВИГУНІВ ВНУТРІШЬОГО ЗГОРАННЯ	29
5.1. Призначення моторної дільниці	29
5.2. Розрахунок кількості працівників	29
5.2.1. Розрахунок явочної кількості працівників	30
5.3. Підбір обладнання дільниці	30
5.4. Визначення площі дільниці	32
5.5. Особливості структури керування і основна документація щодо її організації	35
ВИСНОВКИ	36
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	37
ДОДАТКИ	

ВСТУП

Факторами, що викликають необхідність ремонту автомобілів є: зниження продуктивності, зменшення сили тяги, зниження потужності двигуна, збільшення витрати палива, погіршення екологічних показників.

Втрата експлуатаційних параметрів виникає в зв'язку важких умов роботи автомобіля, що призводить до зношування його вузлів, агрегатів та їх деталей. Таким чином виникають певні дефекти (несправності).

З метою усунення цих несправностей планово-попереджувальна система передбачає проведення капітальних ремонтів. При капітальному ремонті автомобіль розбирають, замінюють або ремонтують всі деталі, складають, регулюють, обкатують. Капітальним ремонтом забезпечується строк служби автомобіля до наступного капітального ремонту.

Якість виконання ремонту автомобілів залежить в основному від їх ремонтпридатності, способів та методів ремонту, які також впливають на собівартість відновлення автомобіля.

В кваліфікаційній роботі розроблено технологічний процес ремонту шатуна в зборі двигуна автомобіля МАЗ-555100, конструкцію пристосування для полегшення процесу виконання ремонту та дільниця ремонту ДВЗ.

1. ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1.1. Призначення, конструкція, матеріал та термообробка деталі

Шатун двигуна внутрішнього згорання (ДВЗ) служить для з'єднання поршня з колінчастим валом і передає на нього зусилля від поршня при розширенні газів і в зворотному напрямку при допоміжних тактах.

Шатун сучасного ДВЗ складається з стріжня, двох головок (верхньої та нижньої). Верхня головка шатуна через поршневий палець з'єднується з поршнем, нижня – з'єднується з колінчастим валом. Стріжінь шатуна має двотавровий переріз, що поступово збільшується і плавно переходить в нижню головку. Стержень і верхня головка мають кана для подачі масла. В верхню головку шатуна запресована втулка. Нижня головка шатуна з'єднується з шийкою колінчатого вала через за допомогою кришки, яка кріпиться болтами. Кришка головки шатуна виконується з ребрами для збільшення міцності і жорсткості.

Шатун виготовляють штампуванням з сталі 40Р ГОСТ 1050-88, твердістю НВ 217-248. Втулка верхньої головки виготовляється з бронзи Бр. ОЦС 4-4-2,5 ГОСТ 5017-85. Болти виготовляють зі сталі 40ХН ГОСТ 4543-71 і термічно обробляють струмом високої частоти на глибину 0,8...1,2мм з низьким відпуском до твердості HRC 27-32.

Шатун в процесі експлуатації може мати наступні дефекти (табл. 1.1):

- згин і скручування шатуна;
- зношення отвору у втулці верхньої головки;
- зношення отвору верхньої головки під втулку;
- зношення отвору нижньої головки.

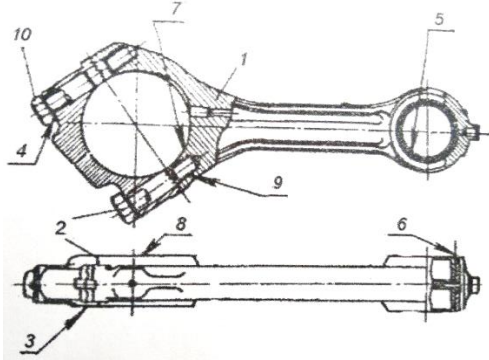
Згин і скручування шатуна відбувається внаслідок сумарного навантаження від дії сил тиску газів на поршень, сил інерції та внутрішній залишкових напружень. Таке навантаження може перевищувати розрахункове значення внаслідок перекошення деталей як допустимих

відхилень від правильної геометричної форми, так і зношення деталей та збільшення зазору в спряженнях.

Отвір верхньої головки під втулку зношується при експлуатації під дією сил, спрямованих вздовж сиржня шатуна, які мають знакозмінний характер. При цьому відбувається овалізація отвору. Він також може сношуватись внаслідок неодноразової заміни втулок.

Отвір нижньої головки в процесі експлуатації змінює свої розміри під дією ударних навантажень, внаслідок перекошення леталей кривоштно-шатунного механізму.

Таблиця 1.1 – Карта технічних вимог на дефектацію шатуна

			Деталь: Шатун в зборі			
			№ деталі: 236-1004045-А3			
			Матеріал		Твердість	
			1. Шатуна і кришки -сталь 40ХНМА ГОСТ 4345-71 2. Болт - сталь 40ХН ГОСТ 4345-71 3. Втулка – Бр. ОЦС 5-5-5 ГОСТ 5017-85		1. НВ 229-269 2. HRC 27-32 3. НВ 70, не менше	
Позиція	Назва дефектів	Спосіб виявлення та вимірювальний інструмент	Розміри, мм			Висновок
			Номинальний	Допустимий без ремонту	Допустимий для ремонту	
1	Тріщини або відламування шатуна або кришки	Огляд, дефектоскоп	-	-	-	Бракувати
2	Тріщини або відламування болта	Огляд, дефектоскоп	-	-	-	Замінити болт
3	Зношення нижньої головки	Калібр	41,4 ^{+0,075} _{-0,115}	41,0	-	Бракувати

4	Задирки на поверхнях кришки під головки болтів	Огляд	-	-	-	Обробити до видалення зношення
5	Зношення отвору у втулці під палець поршня	Нутромір індикаторний 50-100 мм	50 ^{+0,040} _{+0,031}	-	-	Заміна втулки
6	Зношення отвору верхньої головки шатуна під втулку	Нутромір індикаторний 50-100 мм	56 ^{+0,03}	56,04	-	Обробити під ремонтний розмір
7	Зношення отвору під вкладиш	Нутромір індикаторний 50-100 мм	93 ^{+0,0221}	92,99	Більше 92,99	Притерти стики і обробити отвір
8	Згин і скручування	Пристрій	Непаралель-ність не більше 0,05	Непаралель-ність не більше 0,08	Непаралель-ність більше 0,08	Обробити поверхні головки під ремонтний розмір
9	Зношення різьби в отворах шатуна під болт	Огляд, пробка	M16x1,5-4H	-	-	Бракувати
10	Зношення або витягнутість різьби болта	Огляд	-	-	-	Замінити болт

2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1. Встановлення поєднання дефектів, які входять в кожний маршрут, знаходження кількості маршрутів

На основі технічних умов на дефекацію та умов роботи деталі розробляємо маршрути за відповідними номерами (табл. 2.1).

Таблиця 2.1. – маршрути відновлення шатуна ДВЗ

Номер маршруту	Номер дефекту	Вид дефекту
1	5	Зношення отвору у втулці під палець поршня
	6	Зношення отвору верхньої головки шатуна під палець
2	4	Задири на поверхнях кришки під головки болтів
	5	Зношення отвору у втулці під палець поршня
3	4	Задири на поверхнях кришки під головки болтів
	6	Зношення отвору верхньої головки шатуна під палець

2.2. Вибір раціональних способів, розробка схеми технологічного процесу усунення дефектів за маршрутом 1

Схема операцій за маршрутом наведено в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Схема технологічного процесу, що пропонується

Номер дефекту	Вид	Схема операцій
5	Зношення отвору у втулці під палець поршня	1. Слюсарна 2. Свердлильна 3. Розточна 4. Контрольна
6	Зношення отвору верхньої головки шатуна під палець	1. Слюсарна 2. Свердлильна 3. Розточна 4. Контрольна

На основі аналізу представлених схем обираємо схему технологічного процесу за маршрутом (табл. 2.3).

Таблиця 2.3 – Схема технологічного процесу по операціях

№ з/п	Назва	Номер операції	Операція
1	Розточна	010	Розточити отвір під втулку від діаметра 56,05 мм до 56,25 мм на глибину 41 мм.
2	Слюсарна	015	Запресувати у отвір верхньої головки втулку ремонтного розміру
3	Свердлильна	020	Просвердлити отвір масляного каналу у втулці верхньої головки діаметром 4 мм глибиною 30 мм
4	Розточна	025	Розточити отвір у втулці від діаметра 49 мм до $50^{+0,040}_{+0,031}$ мм на глибину 41 мм
5	Контрольна	030	Контролювати розміри відновлених поверхонь

2.3. Розробка кожної операції технологічного процесу для заданого маршруту
Запропоновані переходи між операціями наведено в табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – Технологічний процес відновлення з розробленими переходами

Номер та назва операції	Перехід	Дія щодо відновлення	Інструменти та виконавець
010, розточна	А	Встановити і закріпити деталь	За основні установочні бази приймаємо бокові торці верхньої та нижньої головок шатуна. За допоміжні установочні бази приймаємо внутрішні поверхні отворів головок шатуна. Верстат розточний УР6-ВП. Інструмент - планшайба з установочною плитою [3]. Різець ВК2 В350 ГОСТ 18886-89. Вимірювальний інструмент –
	1	Розточити отвір під втулку від діаметра 56,05 мм до 56,25 мм на глибину 41 мм	
	Б	Зняти деталь	

			калібр-пробка 50 F6 ГОСТ 24853-81. Виконавець роботи – токар 3 розряду
015, слюсарна	А	Встановити і закріпити деталь	Прес гідравлічний ОКС-1671Н [6] За основні установочні бази приймаємо бокові торці верхньої та нижньої головок шатуна. За допоміжні установочні бази приймаємо внутрішні поверхні отворів головок шатуна. Інструмент – лещата слюсарні, оправка для запресовки, листовий калібр-пробка 56-Н7 ГОСТ 24849-81. Для контролю погнутості вала - штатив універсальний ШМ-11Н-8 ГОСТ 10197-80, індикатор ИЧ 05 ГОСТ 577-80 [3]. Для контролю розмірів вибираємо штангенциркуль ШЦ-I-150-0,05 ГОСТ 166-82 [3]. Виконавець – слюсар 3 розряду
	1	Запресувати у отвір верхньої головки втулку ремонтного розміру	
	Б	Зняти деталь	
020, свердлильна	А	Встановити і закріпити деталь	Верстат свердлильний 2Н53 [1]. За основні установочні бази приймаємо бокові торці верхньої та нижньої головок шатуна. За допоміжні установочні бази приймаємо внутрішні поверхні отворів головок шатуна. Інструмент – патрон самозажимний, лещата, свердло Р18 К5Ф5 4х120х60 ГОСТ 20695-88, калібр-пробка 5-Н8 ГОСТ 24853-81 [3]. Виконавець – свердлувальник 3 розряду
	1	Просвердлити отвір масляного каналу у втулці верхньої головки діаметром 4 мм глибиною 30 мм	
	Б	Зняти деталь	
025, розточна	А	Встановити і закріпити деталь	Верстат розточний УР6-ВП За основні установочні бази приймаємо бокові торці верхньої та нижньої головок шатуна. За допоміжні установочні бази приймаємо внутрішні поверхні отворів головок шатуна.
	1	Розточити отвір у втулці від діаметра 49 мм до	

		50 ^{+0,040} _{+0,031} мм на глибину 41 мм	Інструмент – планшайба з установочною плитою [3], різець розточний ВК2 В350 ГОСТ 18886-89, калібр-пробка 50 F6 ГОСТ 24853-81. Виконавець – токар 3 розряду.
	Б	Зняти деталь	
030, контрольна	А	Встановити і закріпити деталь	стіл ОРГ-1468-01-090А [6], нутромір індикаторний НИ 50-100 ГОСТ 868-88, Калібр-пробка 5-Н8 ГОСТ 24853 [3], дефектоскоп [1]
	1	Контролювати діаметр втулки верхньої головки шатуна діаметром 50 ^{+0,041} _{+0,031} мм	
	Б	Зняти деталь	

2.4. Маршрутна карта

Маршрутна карта описує всі дефекти обраного маршруту. Основними даними для її розробки є карта ескізів, план технологічних операцій маршруту, інформація про обладнання та інструмент, що використовуються, розряд роботи виконавця.

Остаточне наповнення даної карти проводять після отримання даних про режими обробки та норми часу.

Форму карти виконують згідно ГОСТ 3.1105-88 (див. Додаток).

2.5. Операційна карта

Операційна карта - це технологічний документ з описом операцій (переходів), режимів обробки, засобів оснащення. Її виконують згідно ГОСТ 3.1102-88. Назва операції записується у вигляді: «Шліфувальна», «Контрольна», обладнання вказують за маркою (див. Додаток).

2.6. Карти ескізів

При виготовлення карт ескізів дотримуються наступних правил: на ескізі деталі вказують лише розміри, які використовувать для виконання вказаного технологічного процесу. Розміри вказують з відхиленнями, наводять шорсткість поверхонь, що обробляються за даним технологічним процесом. Позначають бази, опори, утримуючи елементи, які використовують в даній операції. Поверхню під обробку показують суцільною лінією відповідно до ГОСТ 2.303-88. Розміри обробляємих поверхонь нумерують арабськими цифрами, які наводять в колі діаметром 6-8 мм і з'єднують з позначеною поверхнею.

На ескізі крім самої деталі також наводять: поверхню обробки за даною операцією (лінія 1,5-2,5 мм); базові поверхні показують умовним позначенням технологічних баз згідно до ГОСТ 3.1107-88; необхідні дані для виконання операції (режими, норми часу) представляють як правіо в табличному вигляді на вільному полі карти (див. Додаток).

3. РОЗРАХУНКОВИЙ РОЗДІЛ

3.1. Визначення кількості деталей в партії

Кількість деталей в партії залежить від прийнятої виробничої програми відділення, зони, цеху підприємства:

$$Z = \frac{NK_p m}{12} = \frac{400 \cdot 0,9 \cdot 6}{12} = 180 \text{ шт.} \quad (3.1)$$

де N – виробнича програма;

K_p – коефіцієнт ремонту;

m – кількість деталей на автомобілі (тракторі).

3.2. Розрахунок вигідних режимів обробки та норм часу

3.2.1. Операція 010, розточна

Перехід А. Розточити отвір під втулку від діаметра 56,05 мм до 56,25 мм на глибину 41 мм.

Припуск на обробку:

$$h = \frac{D-d}{2} = \frac{56,25-56,05}{2} = 0,1 \text{ мм}, \quad (3.2)$$

де D – діаметр після обробки, мм;

d – діаметр до обробки, мм

Кількість проходів:

$$i = h/t = 0,1/0,1 = 1 \quad (3.3)$$

де t – глибина різання, мм

Подача теоретична $S=0,02 \dots 0,1$ мм/об. [5], прийнята верстатна подача $S=0,04$ мм/об. [6]

Швидкість різання [5]:

$$V_p = V_T \cdot K_M \cdot K_X \cdot K_{MP} \cdot K_{OX} = 150 \cdot 0,5 \cdot 0,85 \cdot 2,7 \cdot 1 = 172 \text{ м/хв.}, \quad (3.4)$$

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

K_x – коефіцієнт врахування матеріалу деталі;

K_{mp} – коефіцієнт врахування матеріалу інструменту;

K_{ox} – коефіцієнт застосування охолодження.

Частота обертання шпинделя:

$$n_T = 318 \frac{V_T}{D} = 318 \frac{172}{56,25} = 974 \text{ об/хв.}$$

Прийнята верстатна $n=1975$ об/хв. Фактична швидкість різання:

$$V = \frac{Dn}{318} = \frac{56,25 \cdot 975}{318} = 165,1 \text{ м/хв.} \quad (3.5)$$

Розрахункова довжина обробки:

$$L=l+l_1+l_2=41+2+2=45 \text{ мм} \quad (3.6)$$

де l – довжина обробки, мм

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

Основний час на операцію:

$$T_{o1} = \frac{Li}{Sh} = \frac{45 \cdot 1}{0,04 \cdot 975} = 1,16 \text{ хв.} \quad (3.7)$$

Допоміжний час [5]:

$$T_d=T_{d1}+T_{d2}+\dots T_{d6}=0,1+1+0,06+0,16+0,25,015 \text{ хв.}, \quad (3.8)$$

де T_{d1} – допоміжний час на встановлення деталі;

T_{d2} – допоміжний час на центрування деталі;

T_{d3} – допоміжний час на вмикання та вимикання верстату;

T_{d4} – допоміжний час на переміщення шпинделя;

T_{d5} – допоміжний час на відкріплення деталі;

T_{d6} – допоміжний час на зняття деталі.

Оперативний час

$$T_{оп}=T_o+T_{доп}=1,16+1,72=2,88 \text{ хв.} \quad (3.9)$$

Додатковий час:

$$T_{\text{дод}} = T_{\text{оп}} \cdot K_{\text{дод}} / 100 = 2,88 \cdot 9 / 100 = 0,26 \text{ хв.} \quad (3.10)$$

де $K_{\text{дод}}$ – коефіцієнт додаткового часу відносно оперативного [5].

Підготовчо-заключний час $T_{\text{пз}} = 8$ хв. [5]. Штучний час:

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{оп}} + T_{\text{дод}} = 2,88 + 0,26 = 3,14 \text{ хв.} \quad (3.11)$$

Норма часу на операцію:

$$T_{\text{н}} = T_{\text{шт}} + T_{\text{пз}} / Z = 3,14 + 8 / 180 = 3,18 \text{ хв.} \quad (3.12)$$

3.2.2. Операція 015, слюсарна

Перехід А. Встановити і закріпити деталь.

Допоміжний час на встановлення, закріплення та зняття деталі $T_{\text{д1}} = 0,8$ хв [5].

Перехід 1. Запресувати у отвір верхньої головки втулку ремонтного розміру.

Неповний оперативний час $T_{\text{ноп}} = 0,45$ хв. [5].

Скорегований неповний оперативний час [5]:

$$T_{\text{ноп к}} = T_{\text{ноп}} \cdot K_{\text{п}} \cdot K_{\text{р}} \cdot K_{\text{у}} \cdot K_{\text{м}} = 0,45 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot 1 \cdot 0,9 = 0,8 \text{ хв.,} \quad (3.13)$$

де $K_{\text{п}}$ – коефіцієнт, що залежить від виду потадки;

$K_{\text{р}}$ – коефіцієнт, що залежить від виду роботи;

$K_{\text{у}}$ – коефіцієнт, що залежить від зручності роботи;

$K_{\text{м}}$ – коефіцієнт, що залежить від матеріалу.

Оперативний час:

$$T_{\text{оп}} = T_{\text{д1}} + T_{\text{ноп к}} = 0,8 + 0,8 = 1,6 \text{ хв.} \quad (3.14)$$

Додатковий час:

$$T_{\text{дод}} = T_{\text{оп}} \cdot K_{\text{дод}} / 100 = 1,6 \cdot 7 / 100 = 0,12 \text{ хв.}$$

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

Підготовчо-заключний час $T_{пз}=6$ хв. [5]. Штучний час:

$$T_{шт}=T_{оп}+T_{дод}=1,6+0,12=1,72 \text{ хв.}$$

Норма часу на операцію:

$$T_n=T_{шт}+T_{пз}/Z=1,72+6/180=1,75 \text{ хв.}$$

3.2.3. Операція 020, свердлильна

Перехід А. Встановити і закріпити деталь.

Допоміжний час на встановлення, закріплення та зняття деталі $T_{д1}=1,2$ хв [5].

Перехід 1. Просвердлити отвір масляного каналу у втулці верхньої головки діаметром 4 мм глибиною 30 мм.

Глибина різання:

$$t=D/2=4/2=2 \text{ мм}$$

де D – діаметр свердла, мм;

Подача:

- теоретична $S_T=0,15$ мм/об [5];
- прийнята верстатна $S_B=0,14$ мм/об [3]

Розрахунок швидкості різання [5]:

$$V_p = V_T \cdot K_M \cdot K_{мр} \cdot K_{ох} = 9,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 9,5 \text{ м/хв.},$$

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

K_M – коефіцієнт, що враховує матеріал деталі;

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

$K_{ох}$ – коефіцієнт, що враховує застосування охолодження.

Частота обертання шпинделя:

$$n_T = 318 \frac{V_T}{D} = 318 \frac{9,5}{4} = 755 \text{ об/хв.}$$

Прийнята верстатна $n=710$ об/хв. [6]. Фактична швидкість різання:

$$V = \frac{Dn}{318} = \frac{4 \cdot 710}{318} = 8,91 \text{ м/хв.}$$

Розрахункова довжина обробки:

$$L = l + l_1 + l_2 = 30 + 2,5 + 2,5 = 35 \text{ мм}$$

де l – довжина обробки, мм

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

$$l_1 + l_2 = 2,5 + 2,5 = 5 \text{ мм}$$

Основний час на операцію:

$$T_{o1} = \frac{L}{Sh} = \frac{35}{0,14 \cdot 710} = 0,35 \text{ хв.}$$

Допоміжний час, пов'язаний з обробкою $T_{д2} = 0,12 \text{ хв.}$ [5].

Допоміжний час на операцію:

$$T_{доп} = T_{д1} + T_{д2} = 1,2 + 0,12 \text{ хв.}$$

Оперативний час:

$$T_{оп} = T_o + T_{доп} = 0,35 + 1,32 = 1,67 \text{ хв.}$$

Додатковий час:

$$T_{дод} = \frac{T_{оп} K_{дод}}{100} = \frac{1,67 \cdot 3,9}{100} = 0,06 \text{ хв.}$$

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

Підготовчо-заключний час $T_{пз} = 8 \text{ хв.}$ [5].

Штучний час:

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{дод} = 1,57 + 0,06 = 1,63 \text{ хв.}$$

Норма часу на операцію:

$$T_{нк} = T_{шт} + T_{пз} / Z = 1,63 + 8 / 180 = 1,67 \text{ хв.}$$

3.2.4. Операція 025, розточна

Перехід А. Встановити і закріпити деталь.

Перехід 1. Розточити отвір у втулці від діаметра 49 мм до $50^{+0,040}_{+0,031}$ мм на глибину 41 мм.

Припуск на обробку:

$$h = \frac{D-d}{2} = \frac{50,032-49}{2} = 0,516 \text{ мм},$$

де D, d – діаметри поверхні після та до обробки, мм;

Кількість проходів:

$$i = h/t = 0,516/0,258=2$$

де t – глибина різання, мм

Подача теоретична $S=0,02...0,1$ мм/об., прийнята верстатна $S=0,06$ мм/об. [5].

Розрахунок швидкості різання [5]:

$$V_p = V_T \cdot K_M \cdot K_X \cdot K_{MP} \cdot K_{OX} = 135 \cdot 0,5 \cdot 0,85 \cdot 2,7 \cdot 1 = 155 \text{ м/хв.},$$

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

K_X – коефіцієнт, що враховує характер поверхні;

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

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

Частота обертання шпинделя верстата:

$$n_T = 318 \frac{V_T}{D} = 318 \frac{155}{50,03} = 985,2 \text{ об/хв.}$$

Прийнята верстатна $n=975$ об/хв. [6]. Фактична швидкість різання:

$$V = \frac{Dn}{318} = \frac{50,03 \cdot 975}{318} = 153,4 \text{ м/хв.}$$

Розрахункова довжина обробки:

$$L=l+l_1+l_2=41+2+2=45 \text{ мм}$$

де l – довжина обробки, мм

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

Основний час на операцію:

$$T_{o1} = \frac{Li}{Sh} = \frac{45 \cdot 2}{0,06 \cdot 975} = 1,54 \text{ хв.}$$

Допоміжний час:

$$T_{доп}=T_{д1}+T_{д2}+...+T_{д6}=0,1+1+0,12+0,32+0,25+0,15=1,94 \text{ хв.}$$

Оперативний час:

$$T_{оп}=T_o+T_{доп}=1,54+1,94=3,48 \text{ хв.}$$

Додатковий час:

$$T_{дод} = \frac{T_{оп}K_{дод}}{100} = \frac{3,48 \cdot 9}{100} = 0,32 \text{ хв.}$$

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

Підготовчо-заключний час $T_{пз}=8$ хв. [5]. Штучний час:

$$T_{шт}=T_{оп}+T_{дод}=3,48+0,32=3,8 \text{ хв.}$$

Норма часу на операцію:

$$T_n=T_{шт}+T_{пз}/Z=3,8+8/180=3,84 \text{ хв.}$$

3.3. Розрахунок норми виробітку

Результати розрахунів норм часу на ремонт деталі по операціях наведено в табл. 3.1.

Таблиця 3.1. – Норми часу на операції

Операція	Норма часу T_n , хв.
010, розточна	3,18
015, слюсарна	1,75
020, свердлильна	1,67
025, розточна	3,84
Всього	10,44

Норма виробітку визначається за формулою [2]:

$$N_B = \frac{480}{\sum T_n} = \frac{480}{10,44} = 45,98 \text{ шт.} \quad (3.15)$$

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

За результатами розрахунків приймаємо норму $N_B=46$ деталей.

3.4. Розрахунок собівартості відновлення деталі

Для оцінки вартості способу відновлення деталі проведемо розрахунок витрат за складовими:

$$C_p = C_z + C_m + C_{\text{фоп}} + C_{\text{нар}} + C_n + C_{\text{об}} + C_{\text{ін}}. \quad (3.16)$$

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

C_m – вартість матеріалів на відновлення, грн;

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

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

C_n – накладні витрати, грн;

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

$C_{\text{ін}}$ – інші.

Залишкова вартість деталі:

$$C_z = K_z C_n = 0,05 \cdot 1000 = 50 \text{ грн,} \quad (3.17)$$

де K_z – коефіцієнт залишкової вартості деталі;

C_z – вартість нової деталі [9].

Розцінки по операціях проводимо з урахуванням години тарифної ставки виконавця, норми часу на дану операцію:

$$P = \frac{CT_{H1}}{60}, \quad (3.18)$$

де С – годинна тарифна ставка слюсаря певного розряду (для слюсаря 3 розряду 32,74 грн), грн;

T_{H1} – норма часу на операцію, хв.

Результати розрахунків наведено в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Розрахунок розцінок по операціях

Операція	Норма часу на операцію, хв.	Розряд роботи	Годинна ставка, грн.	Розцінка, грн.
010, розточна	3,18	3	32,74	1,71
015, слюсарна	1,75			0,94
020, свердлильна	1,67			0,9
025, розточна	3,84			2,07

Визначення премії:

$$C_{п1} = K_{п} \cdot P1 / 100 = 25 \cdot 1,71 / 100 = 0,43 \text{ грн.} \quad (3.19)$$

Розрахунок ФОП:

$$ОП_{осн1} = P1 + C_{п1} = 1,71 + 0,43 = 1,79 \text{ грн} \quad (3.20)$$

Визначення додаткової заробітної плати:

$$C_{дзп1} = K_{дзп} \cdot C_{осн} / 100 = 15 \cdot 2,14 / 100 = 0,32 \text{ грн.} \quad (3.21)$$

Визначення фонду оплати праці:

$$C_{фоп1} + ОП_{осн1} + C_{дзп1} = 2,14 + 0,32 = 2,46 \text{ грн} \quad (3.22)$$

Для інших операцій розрахунки зводимо в табл. 3.3.

Таблиця 3.3. – Визначення фонду оплати праці

Операція	P _i , грн.	K _п	C _{пі} , грн.	C _{осн} , грн.	C _{дзп} , грн.	C _{фоп} , грн
010, розточна	1.71	25	0,43	2,14	0,32	2,46
015, слюсарна	0,94		0,24	1,18	0,18	1,36
020, свердлильна	0,9		0,23	1,13	0,17	1,3
025, розточна	2,07		0,52	2,59	0,39	2,98

3.4.1. Вартість матеріалів на відновлення деталі

$$C_{м1} = K_{м1} \cdot C_{фоп1} = 0,12 \cdot 2,06 = 0,25 \text{ грн}, \quad (3.23)$$

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

Для інших операцій результати розрахунку наведено в табл. 3.4.

Таблиця 3.4 – Результати розрахунку фонду оплати праці

Операція	K _м	C _{фоп} , грн	C _м , грн
010, розточна	0,12	2,46	0,3
015, слюсарна	0,12	1,36	0,16
020, свердлильна	0,12	1,3	0,16
025, розточна	0,12	2,98	0,36
Всього		8,1	0,98

Нарахування на заробітну плату:

$$C_{нар} = \frac{K_{нар} C_{фоп}}{100} = \frac{22 \cdot 8,1}{100} = 1,78 \text{ грн} \quad (3.24)$$

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

Накладні цехові нарахування:

$$C_{ц} = \frac{K_{ц} C_{фоп}}{100} = \frac{140 \cdot 8,1}{100} = 11,34 \text{ грн} \quad (3.25)$$

де K_ц – відсоток накладних нарахувань.

Витрати на утримання і експлуатацію обладнання

$$C_{об} = \frac{K_{об} C_{фоп}}{100} = \frac{85 \cdot 8,1}{100} = 6,89 \text{ грн} \quad (3.26)$$

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

Інші витрати:

$$C_{ін} = \frac{K_{ін} C_{в}}{1+0,03} = \frac{0,03 \cdot 39,06}{1+0,03} = 1,14 \text{ грн} \quad (2.27)$$

де $K_{об}$ – коефіцієнт інших витрат.

Таким чином:

$$C_{в} = C_{з} + C_{м} + C_{фоп} + C_{нар} + C_{ц} + C_{об} = 50 + 0,98 + 8,1 + 1,78 + 11,34 + 6,89 = 145,53 \text{ грн} \quad (3.28)$$

На основі проведених розрахунків собівартість відновлення ресурсу деталі наведено в табл. 3.4.

Таблиця 3.4 – Собівартість відновлення деталі

Стаття витрат	Сума, грн.
Залишкова вартість деталі	50
Витрати на матеріали	0,98
Фонд заробітної плати	8,1
Нарахування на заробітну плату	1,78
Накладні витрати	11,34
Витрати на утримання і експлуатацію обладнання	6,89
Інші витрати	1,14
Всього	80,23

Доцільність відновлення ресурсу деталі встановлюється [5] :

$$C_p \leq K_d \cdot C_n \quad (3.29)$$

де C_p – вартість відновлення, грн;

K_d – коефіцієнт довговічності;

C_n – вартість нової деталі, грн.

Таким чином, нерівність виконується:

$$80,23 \leq 0,85 \cdot 1000 = 850 \text{ грн}$$

Доцільність відновлення деталі запропонованим способом економічно підтверджується.

4. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

Для закріплення шатуна в зборі на столі радіально-свердлильного верстата в процесі обробки отвору масляного каналу верхній головки шатуна розроблено спеціальний пристрій (рис. 4.1.).

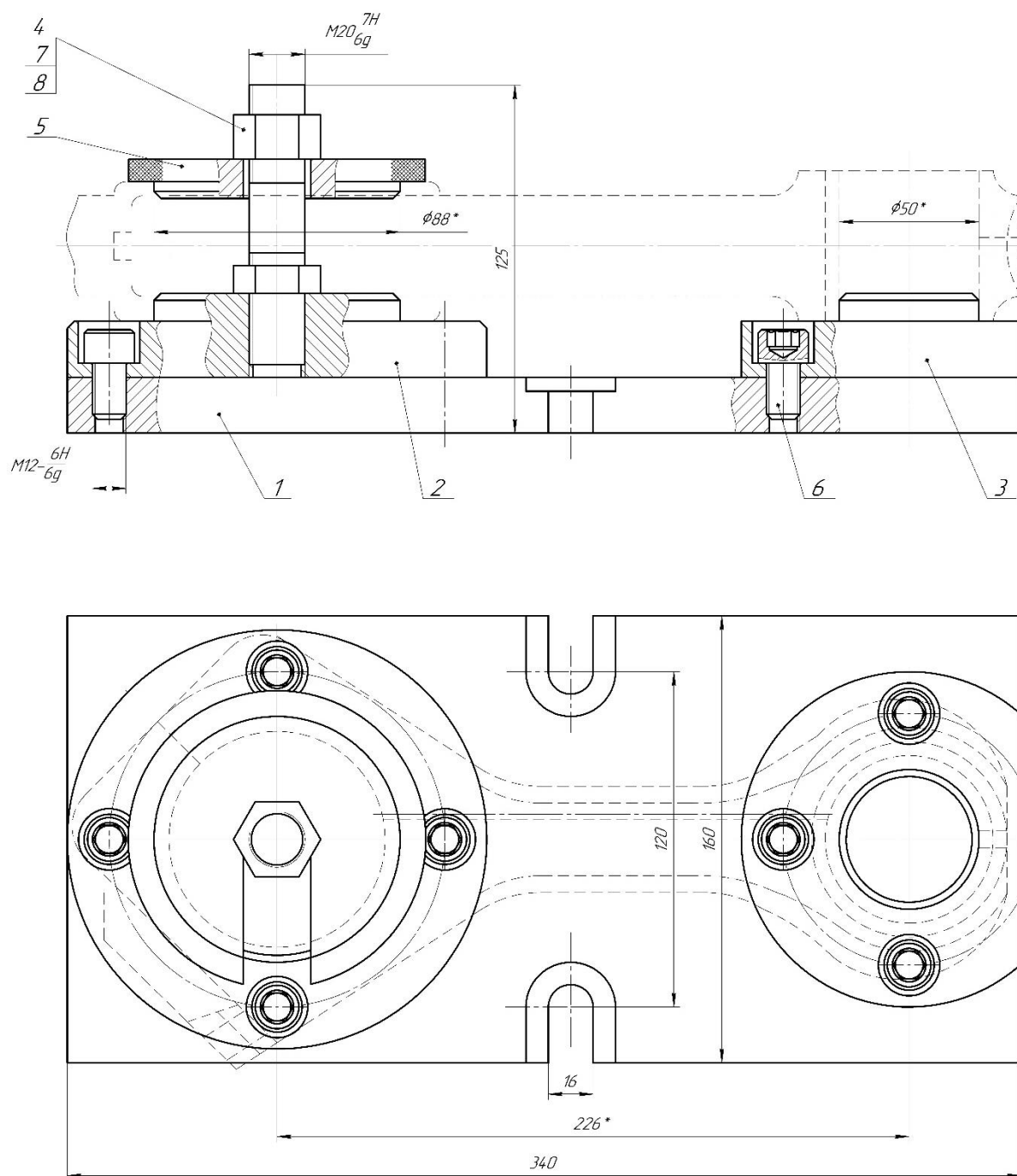


Рисунок 4.1. – Підставка шатуна: 1 – плита; 2, 3 – опора; 4 – шпилька; 5 – шайба; 6 – гвинт; 7, 8 – гайка.

Пристрій складається з плити 1, до якої кріпляться опори 2, 3 гвинтами 6. В опору 2 нижньої головки встановлено шпильку 5, що фіксується гайкою 7.

Пристрій кріпиться до столу верстату через прорізи в плиті 1 за допомогою болтів. Шатун в зборі встановлюється на опору 2 нижньою

головкою, а на опору 3 – верхньою. На шпильку одягається шайба 4, що легко знімається, вона притискається до шатуна гайкою 8, за рахунок чого відбувається фіксація шатуна.

Пристрій забезпечує надійне закріплення шатуна з достатньою точністю центрування. Деталі, що використовуються при виготовленні пристрою мають відносно просту конструкцію, не потребують великих витрат на виготовлення.

5. ДІЛЬНИЦЯ РЕМОНТУ ДВИГУНІВ ВНУТРІШЬОГО ЗГОРАННЯ

5.1. Призначення моторної дільниці

Моторна дільниця призначена для ремонту автомобільних та тракторних двигунів.

Характерними роботами ремонту двигунів є: заміна поршневих пальців та кілець, поршнів, штовхачів і їх втулок, корінних і шатунних вкладишів, ущільнювальних прокладок та сальників, деталей приводу газорозподільного механізму, клапанів та їх гнізд, пружин. Крім цього вказані заміни передбачають притирні роботи, підбір та комплектацію, роботи контролю.

У дільниці проводять розточування, шліфування та хонінгування циліндрів двигунів, шліфування колінчастих валів, клапанів та клапанних гнізд, відновлення різьбових з'єднань.

В процесі розробки планувань моторних дільниць особливу увагу приділяють переліку основних робіт та їх послідовності. Це пов'язано з особливостями технологій ремонту окремих вузлів та деталей різних двигунів, які суттєво відрізняються між собою.

Кінцевим етапом технологічного процесу ремонту двигунів внутрішнього згорання є холодна або гаряча обкатка та контроль основних показників роботи. Для цього поруч із моторними дільницями передбачають відокремлене приміщення для діагностування та обкатки відремонтованих двигунів.

5.2. Розрахунок кількості працівників

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

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];

$t_{\text{зм}} = 8 \text{ год}$ – тривалість зміни.

$$P = \frac{4290,54}{2040} = 2,21 \text{ чол.}$$

Приймаємо кількість працівників дільниці $P = 2$ чол.

5.2.1. Розрахунок явочної кількості працівників

Явочна кількість працівників:

$$P_{\text{яв}} = \frac{T_{\text{дільниці}}}{\Phi_{\text{яр}}} = \frac{4290,54}{2096} = 2,27 \text{ чол.,}$$

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

Приймаємо $N_{\text{яв}} = 2$ чол.

5.3. Підбір обладнання дільниці

Згідно із завданням автомобільний парк має 105 одиниць рухомого складу. Для такого підприємства в табл. 1.6 складаємо таблиць технологічного обладнання для моторної дільниці [6].

Обладнання моторної дільниці вибирається згідно технологічного процесу оснащення підбирається виходячи з організації робочих місць з [6]. Підібране обладнання та оснастка зведені в табл. 5.1.

Таблиця 5.1. – Табел ь технологічного обладнання і оснастки

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	ГОСТ 7890-73	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-	1	600x250	

		00			
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 клапанів гнізд	ЦГБ 2447	1	450x280	0,6 кВт
18	Прилад для визначення характеристик пружин	К4-040	1	1000x400 500x400	
19	Пристрій для шліфування клапанів	Р-108	1	800x600	0,25 кВт
20	Підставка		1	1800x600	
21	Пристій для перевірки таправки шатунів	2211	1	580x230	
22	Тумбочка інструментальна		2	600x400	
23	Стелаж для колінвалів	С-204	1	1500x600	
24	Верстат вертикально-свердильний	ГИ-125	1	1130x800	2 кВт
25	Верстат точно-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	К4-2578	1	1000x800	1 кВт

	фільтрів				
31	Підставка для перевірки колін валів	ОРГ-1468	1	1200x450	
32	Стенд для розбирання/складання ДВЗ		1	1560x1200	

5.4. Визначення площі ділянки

Площу моторної ділянки визначають двома способами :

- за кількістю працюючих;
- за площею розташованого обладнання.

Площа ділянки ремонту ДВЗ за кількістю працюючих:

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

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

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

Визначення площі ділянки за площею обладнання:

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

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

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

Кінцеве значення площі обираєм з врахуванням будівельного фактору - розміри сторін ділянки обираємо кратним 3 м. Тоді, з розмірами сторін 9 та 12 м. площа ділянки дорівнюватиме 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.

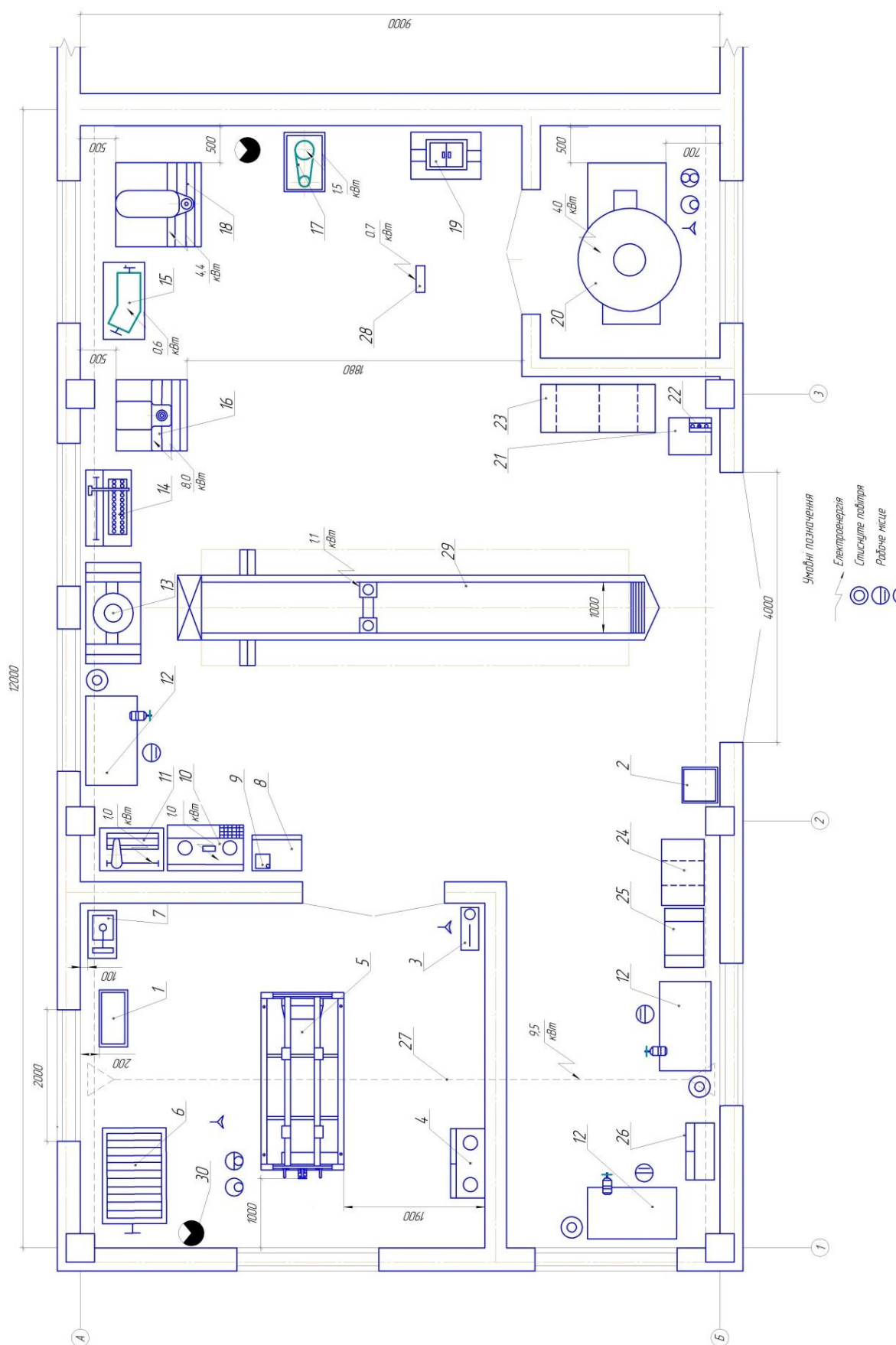


Рисунок 5.1. – План дільниці ремонту двигунів: 1 – скриня для відходів; 2 – скриня для ганчир'я; 3 – бачок для палива; 4 – електрошафа; 5 – стенд для

ремонту двигунів; 6 – реостат навантажувальний; 7 – витратомір палива; 8 – тумба для деталей шатунно-поршневої групи; 9 – прилад для визначення пружності поршневих кілець; 10 – стенд для випробування масляних насосів та фільтрів; 11 – верстат для притирання клапанів ДВЗ; 12 – верстак слюсарний з лещатами; 13 – прес пневматичний; 14 – стенд для розбирання/збирання головок блоку циліндрів ДВЗ; 15 – верстат СШК-3 для шліфування клапанів; 16 – верстат 2А78 для розточування циліндрів ДВЗ; 17 – верстат 2Н118 вертикально-свердлильний; 18 – верстат 3Г833 для хонінгування циліндрів ДВЗ; 19 – ванна для миття деталей; 20 – установка для миття блоку циліндрів; 21 – тумба інструментальна; 22 – прилад для перевірки та правки шатунів; 23 – стелаж для ДВЗ; 24 – стелаж для приладів та пристроїв; 25 – стелаж для масляних та насосів системи охолодження; 26 – шафа для деталей ГРМ; 27 – кран-балка; 28 – таль електрична; 29 – оглядова канава; 30 – підйомник канавний; 31 – вогнегасник.

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).

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 ременя 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.

5.5. Особливості структури керування і основна документація щодо її організації

Ремонт двигунів автотранспортного або сільськогосподарського підприємств здійснюється з урахуванням принципів і нормативів, викладених у відповідних в діючих документах. Структура керування підприємства визначає необхідний підрозділ для забезпечення технічної готовності парку технічних засобів. Здійснювані за остані роки зміни структури автотранспортних підприємств підвищують необхідність ефективного і якісного виробництва технічного обслуговування і ремонту рухомого складу і вимагають удосконалювання методів організації і зміцнення виробництва ТО і Р на базі найновіших досягнень в області надійності і довговічності автомобілів, наукової організації праці, економіко-математичних методів обчислювальної і діагностичної техніки, засобів автоматизації і зв'язку.

В підприємстві, що проводить ремонт сільськогосподарської техніки, приймається така система організації керування, яка передбачає:

- централізацію управління діяльністю всіх виробничих підрозділів (як правило відділом управління);
- формування виробничих підрозділів згідно прийнятому технологічному процесу, коли заданий вид технічного (технологічного) впливу здійснюється окремим спеціалізованим підрозділом;
- об'єднання виробничих підрозділів з метою укрупнення в окремі спеціалізовані виробничі комплекси;

- обмін інформацією між всіма виробничими підрозділами на основі двохстороннього зв'язку, використання автоматики та мікропроцесорних засобів збирання інформації для її подальшого аналізу та обміну.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

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. Безконтактна теплова 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., Чабанный В.Я., Кухаренко В.С., Лесюк Т.П., Лауш Н.П. Основи педагогіки і організації практичного навчання. – Кіровоград: ПОЛІМЕД-сервіс, 2006. – 404 с.
7. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. – К.: Знання-Прес, 2003. – 512 с.
8. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. Організація і управління. – К.: Знання-Прес, 2004. – 478 с.
9. <https://maz-service.com.ua/val-promezhutochnyy-kpp-golyy-12753>
10. Глизманенко Д.Л. Зварювання та різка металів, К.: Вища школа, 2002 – 495 с.
11. Кащук В.А. Довідник шліфувальника, К.: Вища школа, 2000 – 480 с.

12. Блюмберг В.А. Довідник токаря, Львів: Знання, 1999 – 406 с.
13. Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту. – Київ , 1999 – 16 с.
14. Розробка крупних станцій технічного обслуговування для діагностики, ремонту, технічного обслуговування легкових автомобілів [Електронний ресурс] (<http://bukvar.su/transport/65010.html>)
15. Технологічне проектування автотранспортних підприємств: Навч.посіб./За ред. проф. С.І. Андрусенка. - Каравела, 2009-368 с.
16. Чабанний В.А. Ремонт автомобілів: Навчальний посібник Кіровоградська районна друкарня, 2007-720 с.
17. Лудченко О.А. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів: Технологія: підручник. К.: Вища шк.,2007 – 527 с.
18. Кукурудзяк Ю.Ю. Рудь О.В. Кукурудзяк Л.В. Дипломне проектування виробничих підрозділів підприємств автомобільного транспорту. Методичний посібник по дипломному проектуванню. ВК НУХТ, 2010 р.
19. Кобзар Є. П. Технологічне проектування автотранспортних підприємств Навчальний посібник. – Житомир: ЖІТІ, 2003. – 90 с.
20. Сивко В.Й. Розрахунки з охорони праці: Навчальний посібник. – Житомир: ЖІТІ, 2001. – 152с.

