

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

**ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

(повне найменування вищого навчального закладу)

Центр заочної та дистанційної освіти

(повне найменування факультету)

Кафедра «Експлуатація та ремонт машин»

(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до магістерської роботи

магістр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: **«Дослідження зміни просторової геометрії колінчастих валів при експлуатації, шліфуванні та відновленні в ПрАТ КАТП «Агробудавтосервіс»»**

Виконав: студент II курсу, групи АІ(ТС)-20МЗ
напрямку підготовки 20 “Аграрні науки та
продовольство”
спеціальності 208 Технічний сервіс
сільськогосподарської техніки

_____ Григоренко О.Ю.

Керівник:

_____ Маркович С.І.

Консультанти:

з економічної частини _____ Запірченко Л.Д.

з охорони праці _____ Бевз О.В.

з цивільного захисту _____ Мезенцева О.М.

Допустити до захисту: _____ Магопєць С.О

Рецензент:

Кропивницький – 2021 рік

Центральноукраїнський національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет: Центр заочної та дистанційної освіти

Кафедра: Експлуатації та ремонту машин

Освітньо-кваліфікаційний рівень: магістр

(шифр і назва)

Спеціальність: 208 Технічний сервіс сільськогосподарської техніки

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри, доц. Магопець С.О

_____ «__» _____ 2021 року

З А В Д А Н Н Я
НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ
Григоренку Олександрю Юрійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема магістерської роботи: «Дослідження зміни просторової геометрії колінчастих валів при експлуатації, шліфуванні та відновленні в ПрАТ КАТП «Агробудавтосервіс»

керівник роботи Маркович Сергій Іванович, кандидат технічних наук, доцент,

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від «17» 08 2021 р. № 40-13

2. Строк подання студентом роботи «1» грудня 2021 року

3 Вихідні дані до роботи: 1. Матеріали наукової та науково-дослідної практики. 2. Технологічні карти на поточний ремонт двигуна ЯМЗ-236. 3. Поляченко А.Б. Современные методы восстановления и повышения долговечности деталей при ремонте. -М.: Машиностроение, 1985.- 46 с. 5. Хасуи А. Техника напильника. - М.: Машиностроение, 1985. -288 с. 6. Кречмер З. Напильник металлов, керамики и пластмасс.- М.: Машиностроение, 1966. - 432 с.

Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

Загальний розділ. Історія підприємства. Характеристика та особливості конструкції двигунів ЯМЗ-236. Розробка технологічного процесу зняття, складання та регулювання двигуна. Аналіз технології відновлення колінчастих валів. Аналіз організації технологічного процесу та обґрунтування теми магістерської роботи.

Дослідницький розділ. Літературний аналіз стану проблеми. Методика дослідження. Дослідження зміни кутових параметрів колінчастих валів при шліфуванні та відновленні. Дослідження зміни просторової геометрії колінчастих валів при експлуатації.

Технологічний розділ. Технологічний процес дефектування колінчастого вала. Проектування технологічного процесу відновлення деталі. Розрахунок і вибір режимів виконання технологічних операцій. Визначення норм часу на виконання технологічних операцій

Конструкторський розділ. Розробити пристрій для відновлення деталі електродуговим напиленням. Провести конструктивні розрахунки, які підтвердять працездатність і надійність пристрою.

Організаційний розділ. Розрахувати необхідну кількість робітників для виконання робіт у відділенні. Розрахувати площу відділення і підібрати обладнання та інструмент для операцій технологічного процесу. Розрахувати енергетичні показники.

Економічний розділ. Розрахувати собівартість проведення відновлення деталі. Розрахувати середньомісячну заробітну плату та техніко-економічні показники роботи спроектованої дільниці.

Охорона праці. Характеристика і аналіз небезпечностей і шкідливостей на ділянці та розробка заходів, що до їх усунення. Розробка заходів по протипожежній профілактиці. Розрахувати аерацію ділянки.

Цивільний захист. Дослідження стійкості об'єкта до дестабілізуючих факторів надзвичайних ситуацій.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

1. Механізм утворення, криві розподілу та статичні характеристики відхилень (A1).
2. Криві розподілень та діаграми відхилень колінвалів (A1). 3. Вплив відхилень колінвала на параметри дизеля (A1), 4. Двигун ЯМЗ-236. Схема розбирання (A1). 5. Ремонтне креслення деталі з техкартою дефектації (A1). 6. Технологічні карти відновлення (A1). 7.8. Пристрій для відновлення деталі. Загальний вигляд. (A1, A1).
9. Електродуговий розпилювач. Складальне креслення (A1). 10. Складальні одиниці пристрою. Складальне креслення. 11. Деталювання (A1) 12. Планування відділення ремонту (A1).

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Економічний	доц. Запирченко Л.Д.		
Охорона праці	доц. Бевз О.В.		
Цивільний захист	вик. Мезенцева О.М.		

7. Дата видачі завдання: 02.09.2021 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Загальний розділ	25.10	
2	Дослідницький розділ	30.10	
3	Технологічний розділ	10.11	
4	Конструкторський розділ	15.11	
5	Організаційний розділ	20.11	
6	Економічний розділ	25.11	
7	Охорона праці	20.11	
8	Цивільний захист	23.11	
9	Графічний матеріал	30.11	

Студент _____
(підпис)

Григоренко О.Ю.
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту _____
(підпис)

Маркович С.І.
(прізвище та ініціали)

№ строки	Формат	Позначення	Найменування	Кіл.	№єз	Примітка
1						
2			<u>Документація загальна</u>			
3						
4			Знову розроблена			
5						
6	A4	MP.TC.21.01.00.00.00.00 ПЗ	Пояснювальна записка	137		
7						
8			<u>Документація по</u>			
9			<u>дослідницькому розділу</u>			
10						
11			Знову розроблена			
12						
13	A1	MP.TC.21.01.21.00.00.00	Механізм утворення, криві	1		
14			розподілу та статичні			
15			характеристики відхилень			
16	A1	MP.TC.21.01.22.00.00.00	Криві розподілень та	1		
17			діаграми відхилень колінвалів			
18	A1	MP.TC.21.01.23.00.00.00	Вплив відхилень колінвала на			
19			параметри дизеля	1		
20						
21			<u>Документація по</u>			
22			<u>технологічному розділі</u>			
23						
24			Знову розроблена			
25						
26	A1	MP.TC.21.01.31.00.00.00	Двигун ЯМЗ-236	1		
27			Схема розбирання			
28	A1	MP.TC.21.01.32.00.00.00	Колінчастий вал			
			MP.TC.21.01.00.00.00.00.ВП			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Відомість проекта	
Розробив	Григоренко					
Перевірив	Маркович					
Н. контр.	Красота					
Затвердив	Магопєць				ЦНТУ гр. АІ(ТС)-20МЗ	
					Літера	Аркуш
						Аркушів
					i	1
						3

№ строки	Формат	Позначення	Найменування	Кіл.	№єз	Примітка
29			Ремонтне креслення			
30	A1	MP.TC.21.01.33.00.00.00	Технологічна карта			
31			дефектації			
32	A1	MP.TC.21.01.34.00.00.00	Технологічна карта			
33			відновлення	1		
34						
35			<u>Документація по</u>			
36			<u>конструкторському розділу</u>			
37						
38			Знову розроблена			
39						
40	A1	MP.TC.21.01.41.00.00.00.3B	Камера електродугового	1		
41			напилення			
42			Загальний вигляд			
43	A1	MP.TC.21.01.42.00.00.00.3B	Камера електродугового	1		
44			напилення.			
45			Розрізи Б-Б і В-В			
46			Загальний вигляд			
47	A1	MP.TC.21.01.43.07.00.00.СК	Електродуговий	1		
48			розпилювач			
49			Складальне креслення			
50						
51			<u>Складальні одиниці</u>			
52						
53	A1	MP.TC.21.01.44.07.02.00.СК	Редуктор електродугового	1		
54			розпилювача			
55			Складальне креслення			
56						
57			Деталі			
58	A3	MP.TC.21.01.45.07.02.01.	Вал черв'ячний	1		
59	A3	MP.AT.20.01.45.07.02.02.	Вал проміжний	1		
MP.TC.21.01..00.00.00.00. ВП						Аркуш
						5

№ строки	Формат	Позначення	Найменування	Кіл.	№екз	Примітка
60	A3	MP.TC.21.01.45.07.02.03.	Черв'ячне колесо	1		
61	A4	MP.TC.21.01.45.07.02.04.	Кришка ліва	1		
62	A4	MP.AT.20.01.45.07.02.05.	Кришка права	1		
63						
64			<u>Документація по</u>			
65			<u>організаційному розділу</u>			
66						
67			Знову розроблена			
68						
69	A1	MP.TC.21.01.51.00.00.00.	Планування ділянки	1		
70			відновлення колінчастих			
71			валів			
72						
73						
74						
75						
76						
77						
78						
79						
80						
81						
82						
83						
84						
85						
86						
87						
88						
89						
90						
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата	MP.TC.21.01.00.00.00.00. ВП	
					Аркуш	6

ЗМІСТ					Ст.
Анотація					10
Вступ					11
1. Загальний розділ					12
1.1. Призначення, функції та характеристика підприємства.....					12
1.2. Структура управління підприємством.....					16
1.3. Загальна характеристика та особливості конструкції двигунів ЯМЗ.....					17
1.4. Розробка технологічного процесу зняття колінчастого валу з двигуна.....					20
1.5. Конструкція та аналіз причин зношування колінчастого вала.....					23
1.6. Аналіз відомих способів відновлення колінчастого вала.....					29
1.7. Аналіз існуючого технологічного процесу відновлення колінвалів.....					32
1.8. Обґрунтування актуальності теми магістерської роботи.....					34
2. Дослідницький розділ. Дослідження зміни просторової геометрії колінчастих валів при експлуатації, шліфуванні та відновленні в ПрАТ КАТП «Агробудавтосервіс».....					38
2.1. Аналіз літературних джерел, що до стану питання про зміни просторової геометрії колінвалів при експлуатації, шліфуванні та відновленні.....					38
2.2. Методика проведення дослідження.....					40
2.2.1. Методика проведення дослідження на згин колінчастого вала.....					40
2.2.2. Методика проведення дослідження на скручення колінчастого вала....					41
2.3. Результати дослідження зміни просторової геометрії колінчастих валів при шліфуванні, відновленні та експлуатації.....					42
2.3.1. Зміни просторової геометрії колінчастих валів при шліфуванні в ремонтний розмір.....					42
2.3.2. Зміни просторової геометрії колінчастих валів при відновленні.....					45
2.3.3. Дослідження зміни просторової геометрії колінчастих валів в залежності від умов експлуатації.....					50
2.4. Висновки з дослідницького розділу.....					67
3. Технологічний розділ					68

					МР.ТС.21.01.00.00.00.00.ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.1. Технологічний процес дефектації деталі, що відновлюється.....	68
3.2. Характеристика дефектів, складання технологічних маршрутів відновлення деталі.....	70
3.4. Технічні умови на відновлення колінчастого вала.....	71
3.5. Обґрунтування вибору раціонального способу відновлення колінчастого вала.....	72
2.6 Розробка структурної послідовності технологічного процесу відновлення зношеної деталі.....	74
3.7. Вибір баз при виконанні технологічних операцій.....	76
3.8. Обґрунтування вибору технологічного обладнання, різального, вимірювального і контрольного інструментів.....	77
3.8. Розрахунок і вибір режимів різання та нормування операцій базового і запропонованого технологічних процесів відновлення деталі.....	80
3.8.1 Базовий технологічний процес.....	80
3.8.2 Запропонований технологічний процес.....	88
4. Конструкторський розділ	98
4.1.Опис пристрою для електродугового напилення різнорідними дротами...	98
4.2. Обґрунтування та розробка конструкції пристрою, принцип та механізм його роботи.....	99
4.3. Основні розрахунки конструктивних елементів (вузлів) пристрою.....	100
4.3.1 Розрахунок приводу.....	100
4.3.2 Розрахунок клинопасової передачі.....	102
4.3.2. Розрахунок червячної передачі.....	104
4.4.Техніка безпеки та промислова санітарія виконання робіт на спроектованому пристрої.....	108
4.5. Техніко-економічна оцінка спроектованого пристрою.....	109
4.5.1 Визначення вартості пристосування.....	109
4.5.2 Розрахунок річного економічного ефекту від впровадження пристрою..	112
5. Організаційний розділ	114

					МР.ТС.21.01.00.00.00.00.ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.1. Визначення трудомісткості робіт, які виконуються на дільниці.....	114
5.2. Режим роботи дільниці і розрахунок річних фондів часу працівника, обла- днання і робочого місця.....	115
5.3. Розрахунок кількості робітників, складання штатного розпорядку робітни- ків дільниці.....	116
5.4 Розрахунок, обґрунтування і вибір технологічного обладнання.....	117
5.5. Розрахунок виробничих площ.....	119
5.6. Компонування дільниці.....	120
5.7. Обґрунтування і вибір підйомно-транспортного обладнання.....	120
5.8. Енергетичні розрахунки виконання робіт на дільниці.....	121
5.8.1 Вибір і розрахунок вентиляції.....	121
5.8.2. Розрахунок освітлення.....	122
5.8.3 Розрахунок силової електроенергії.....	123
5.8.4. Розрахунок пари і палива.....	124
5.8.5 Розрахунок витрати води.....	125
5.8.6. Розрахунок річної потреби дільниці в стиснутому повітрі.....	126
6. Економічний розділ	127
6.1 Розрахунок фонду заробітної плати робітників дільниці дільниці.....	128
6.2. Розрахунок капітальних вкладень при проектуванні дільниці	130
6.3. Розрахунок собівартості проведення відновлення	134
7. Охорона праці	137
7.1. Характеристика, аналіз небезпечностей та шкідливостей на дільниці де проводяться роботи електродугового напilenня	137
7.2 Заходи по утворенню безпечних умов праці працюючих	138
7.3 Заходи по утворенню нешкідливих умов праці	139
7.4. Заходи по протипожежній профілактиці	141
7.5 Захист навколишнього середовища на підприємстві	142
7.6. Розрахункова частина. Розрахунок захисту від блискавки	143
8. Цивільний захист	145

					МР.ТС.21.01.00.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

8.1 Оцінка інженерного захисту робітників і службовців на об'єкті	145
8.2. Розрахунок оцінки інженерного захисту робітників та службовців об'єкту	115
Висновки	135
Список використаної літератури	136
Додатки	137

					МР.ТС.21.01.00.00.00.00.ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

АНОТАЦІЯ

У даній магістерській роботі проведено дослідження зміни просторової геометрії колінчастих валів при експлуатації, шліфуванні та відновленні в ПрАТ КАТП «Агробудавтосервіс».

В загальному розділі роботи приведена історія та напрямки діяльності підприємства, дано загальну характеристику та особливості конструкції двигуна ЯМЗ -236, наведено аналіз причин зношування колінчастого вала, способи його відновлення, проаналізовано існуючий технологічний процес відновлення та обґрунтовано доцільність розробки теми магістерської роботи.

В дослідницькому розділі проведений літературний аналіз стану проблеми. Розроблена методика дослідження. Розроблено пристосування та методика дослідження рівня скрученості колінчастого вала. Дослідження зміни просторової геометрії колінчастих валів при експлуатації, перешліфовуванні та відновленні. Розроблено методику правки наклепом колінчастих валів при наявності згиную

В технологічному розділі розроблено технологічний процес відновлення колінчастих валів електродуговим напиленням з застосуванням різнорідних дротів, розраховано та підібрано режими виконання технологічних операцій та норми часу.

В конструкторському розділі розроблено пристрій для електродугового напилення дротів, котрий дозволяє розпилювати дроти з різною швидкістю плавлення. Проведено розрахунок вузлів пристрою. Розроблено вимоги що до правил експлуатації пристрою. Проаналізовано затрати на виготовлення та економічну доцільність застосування електродугового розпилювача в умовах технологічного процесу відновлення колінчастих валів.

В організаційному розділі спроектована ділянка по відновленню колінчастих валів.

У економічній частині зроблений розрахунок фонду заробітної платні, основних техніко-економічних показників роботи ділянки та впровадження даної технології.

У розділі охорона праці даний аналіз небезпек і шкідливостей на ділянці ремонту колінчастих валів і передбачені заходи щодо їхнього усунення.

У розділі цивільний захист дана оцінка інженерного захисту робітників і службовців на об'єкті.

					MP.TC.21.01.00.00.00.00.ПЗ	Арк.
						10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

В процесі експлуатації та ремонту колінчастий вал втрачає первинні геометричні параметри і фізико-механічні властивості, тим самим, викликаючи різні дефекти, що приводять до значного зменшення ресурсу, як кривошипно-шатунного механізму, так і двигуна в цілому.

Для відновлення просторової геометрії зношених поверхонь застосовуються різноманітні методи, які в більшості випадків пов'язані з нанесенням на деталь нового шару матеріалу замість зношеного з подальшим правильним базуванням деталі при механічній обробці.

Найбільш прогресивним способом відновлення є електродугове напилення, яке дозволяє надати зношеній деталі необхідні розміри, зберегти стійкість та інші показники роботоzдатності в сполучені з низькою вартістю ремонту та відсутністю термічних деформацій відновлюваної деталі. Все це безперечно дає велику економію і в декілька разів скорочує витрати запасних частин.

Підвищення ресурсу відповідальних деталей техніки при відновленні, які визначають строк служби машин, можливо на основі зміцнюючої технології. Зміцнення таких деталей дозволяє значно підвищити ефективність та якість їх відновлення. Особливо це актуально в зв'язку з впливом зміни форми, розміру і неспіввісності корінних опор блоку двигуна на роботу колінчастого валу і корінних підшипників.

В цьому зв'язку актуальною задачею являється подальша розробка, дослідження та застосування таких покриттів, які б забезпечували високі експлуатаційні якості поверхонь, які зміцнені, ресурсо- і енергозбереження, що викикли під дією спрацювань корінних опор блоккартера.

Ціллю магістерської роботи є дослідження закономірностей та причин втрати просторової геометрії колінчастим валом та методів її відновлення.

					МР.ТС.21.01.00.00.00.00.ПЗ				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.		Григоренко			Вступ Літ. Аркуш Аркушів 1 1 1 ЦНТУ гр. AI(ТС)-20МЗ				
Перевір.		Маркович							
Н.контр.		Красота							
Затвер.		Магопєць							

І. ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1.1. Призначення, функції та характеристика підприємства

Приватне акціонерне товариство «Кіровоградське автотранспортне підприємство «Агробуавтосервіс» було засновано засновано у 1959 році . Підприємство розташоване по вулиці Виставочна 2В. Згідно архівних даних, на той час воно мало назву - автобаза № 13. Підприємство здійснювало перевезення промислової продукції в межах регіону Кіровоградської області. В 1969 році його було перейменовано і підпорядковано Кіровоградському тресту „Кіровоградсільбуд”. Підприємство здійснювало забезпечення транспортних перевезень при будівництві об’єктів інфраструктури, а також об’єктів соціального забезпечення населення в сільській місцевості. Цим була обумовлена і комплектація парку автомобілів підприємства здебільшого автомобілями самосвального типу марок «КрАЗ та «МАЗ».

Керівництво підприємством з початку 1959 року по 1992 рік здійснював Герой Радянського Союзу Єрещенко Микола Юхимович. За період його керування відбулося організаційне, комплектувальне та технологічне становлення підприємства, На підприємстві впроваджено лінію по щоденному обслуговуванні автомобілів, лінія по технічному обслуговуванню №1 (ТО-1) та лінія по технічному обслуговуванню №2 (ТО-1). В цей час на підприємстві проведено великий об’єм капітального будівництва об’єктів інфраструктури. В результаті цього значно зросли основні фонди підприємства та його матеріально - технічна база. Підприємство досягло значних успіхів в автоперевезенні вантажів та здійсненні ремонту рухомого складу. Успіхи колективу підприємства відзначались на державному рівні. Розроблено та впроваджено в дію лінію по капітальному ремонту автомобілів КАМАЗ.

					МР.ТС.21.01.10.00.00.00.ПЗ				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.		Григоренко			Загальний розділ				
Перевір.		Маркович							
Н.контр.		Красота							
Затвер.		Магопєць							
						Літ.	Аркуш	Аркушів	
							12	26	
					ЦНТУ				
					гв. АІ(ТС)-20МЗ				

З початку 1980 року підприємство організаційно стало відноситись до Кіровоградського підприємства „Агробуд” і йому було присвоєно власний номер №1162.

У 1992 році директором підприємства призначено Бердичівського Леоніда Семеновича. В цей час крім здійснення основного виду робіт – автоперевезень вантажів при будівництві об'єктів інфраструктури для обслуговування сільськогосподарського виробництва, на підприємстві створюються нові види виробництв: цех по переробці мяса та виготовленню ковбасних виробів, цех по виробництву рослинної олії. Це здійснювалось для того щоб мінімізувати втрати від загального спаду виробництва та бартеризації економіки. Цей час, як для всієї країни, так і для підприємства був не найкращий: скоротились об'єми капітального будівництва в сільській місцевості, що в свою чергу викликало значне падіння обсягів перевезень, не відновлювався рухомий склад, виникли перебої в виплаті заробітної платні. У 1994 році було змінено форму власності з державної на акціонерну і засновано ВАТ „Кіровоградське АТП „Агробудавтосервіс”.

З 1999 року по 2001 рік головою правління був Семенов Володимир Володимирович. Цей період роботи підприємства характеризувався подальшим зниженням об'ємів виробництва, розпродажем основних фондів підприємства, здачею в аренду та продажем виробничих площ, падінням культури виробництва.

У 2001 році на загальних зборах акціонерів підприємства на посаду голови правління було обрано Кириченка Володимира Володимировича. В цей час проведена реорганізація роботи підприємства відповідно до умов, що склались на ринку автоперевезень. Проведена зміна структури рухомого парку автомобілів, здійснено ремонт рухомого складу. Внесено зміни в систему диспетчерського керування відділу експлуатації, що допомогло повністю забезпечити портфель замовлень на здійснення перевезень в залежності від сезонних коливань попиту та зміни кон'юнктури ринку. Забезпечення замовлень здійснюється за допомогою сучасних диспетчерських програм через спеціалізовані сайти системи Інтернет. На сьогоднішній день підприємство виконує автомобільні вантажоперевезення по Україні та в країни ближнього зарубіжжя.

					МР.ТС.21.01.10.00.00.00.ПЗ	Арк.
						13
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		

На підприємстві проведена заміна рухомого парку на сучасні автомобілі марок «Ман», «Івеко» та «Мерседес»

Підприємство переведене на власну систему забезпечення автозапчастинами. При цьому створено структуру яка безпосередньо здійснює закупівлю запчастин у виробників, минаючи посередників. Здійснюється контроль якості деталей відповідно до технічних вимог. Організовано реалізацію запчастин стороннім організаціям. Підприємство є офіційним дилером в регіоні по реалізації продукції багатьох вітчизняних та світових виробників автомобільних деталей. Підприємство також здійснює продажу автомобілів світових виробників та забезпечує їх гарантійне обслуговування, в тому числі ТО-1, ТО-2 та поточний ремонт.

Організовано відділ по механічній обробці та відновленню деталей, який забезпечений сучасним верстатним устаткуванням токарної, шліфувальної, розточної та фрезерної групи. Це дало змогу надавати послуги по капітальному ремонту двигунів, ремонту стартерів, генераторів, КЗШ, редукторів, шліфуванню та відновленню колінчастих та розподільчих валів, відновленню корпусних деталей.

З 2003 року на підприємстві функціонує дільниця по наданню послуг з технічного сервісу технки для підприємств агропромислового комплексу.

В 2006 році на підприємстві спроектовано, розроблено та впроваджено інноваційний проект «Спеціалізований комплекс по технічному обслуговуванню довгомірних та великовагових транспортних засобів». Комплекс включає в себе спроектоване та збудоване приміщення з робочими місцями для обслуговування та ремонту сучасних довгомірних автомобілів, причепів та напівпричепів, оснащене системами оглядових каналів та підйомним устаткуванням.

Підприємством здійснюються інноваційні проекти по впровадженню передових технологій агропромислового виробництва. Для здійснення проектів арендуються землі на території Кіровоградської області. Закуплено сучасні технічні засоби та механізми для вирощування різноманітних видів агропромислових культур з застосуванням сучасних технологій.

Генеральний план підприємства зображено на малюнку 1.1.

					МР.ТС.21.01.10.00.00.00.ПЗ	Арк.
						14
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		

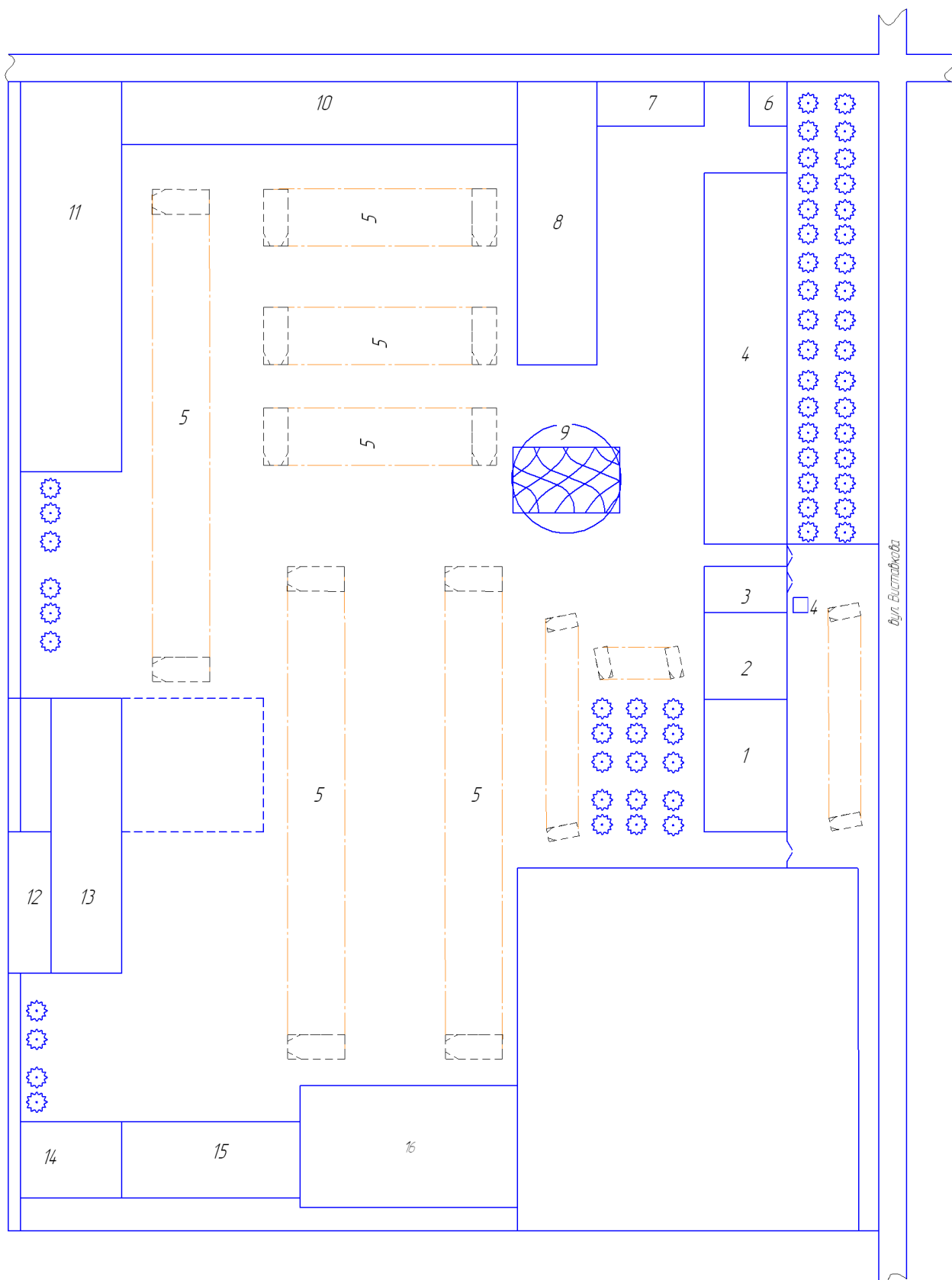


Рис 1.1. Генеральний план АТП: 1. Адміністративне приміщення. 2. Центр реалізації запчастин. 3. КПП та диспетчерська відділу експлуатації. 4. Зона проведення ТО-1. 5. Стоянка автомобілів. 6. Електрична підстанція. 7. Крита стоянка. 8. Дільниця проведення ЩО. 9. Емність для запасу води. 10. Проміжний

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата

МР.ТС.21.01.10.00.00.00.ПЗ

Арк.
15

склад 11. Зона проведення ТО-2. 12. Деревообробний цех. 13. Центральний склад. 14. Побутове приміщення. 15. Цех відновлення деталей. 16. Зона ТО та ПР довгомірних та важковагових автомобілів. 17. Проміжний склад 18.Центральний склад 19. Цех відновлення деталей

1.2. Структура управління підприємством

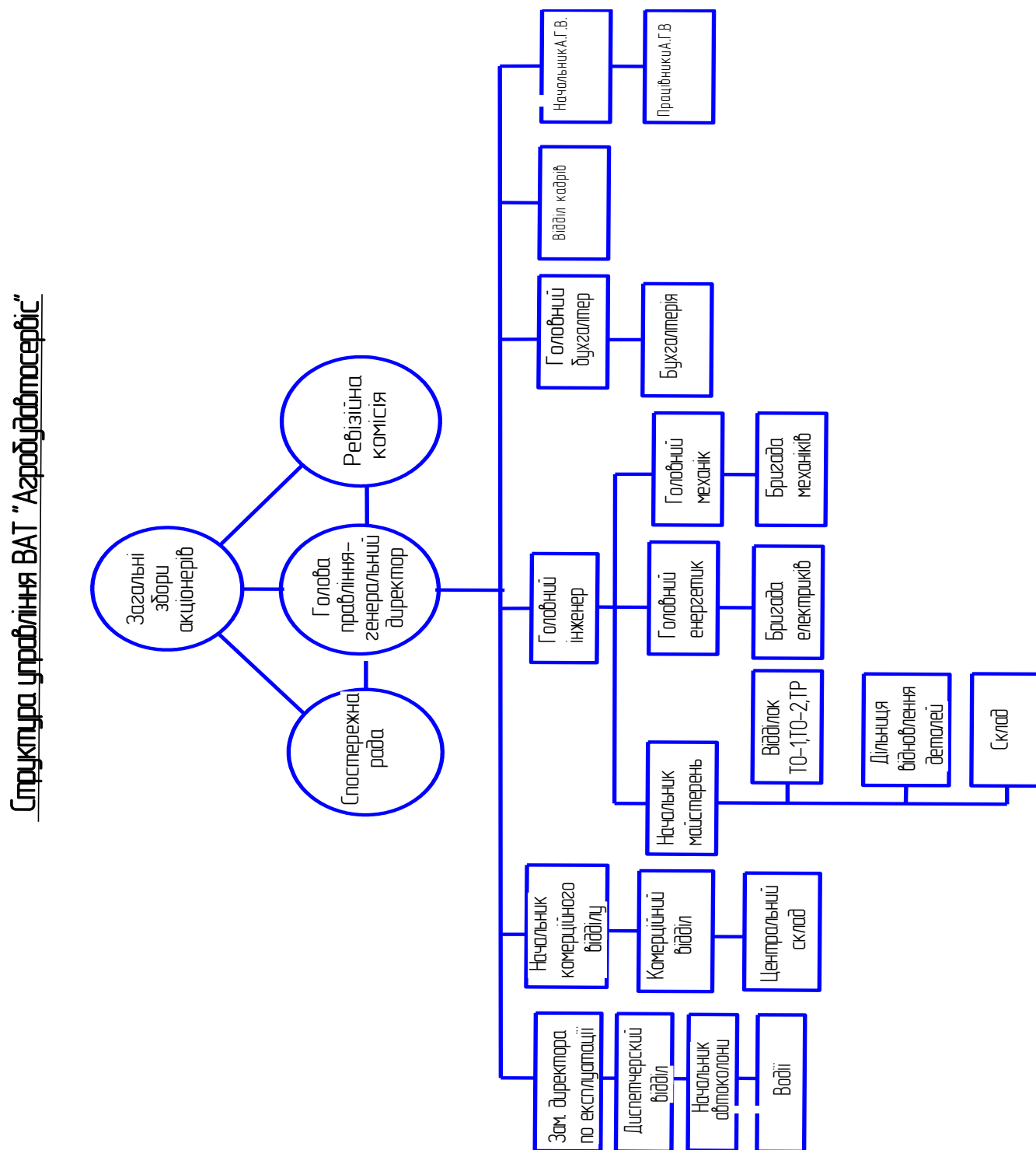


Рис. 1.2 . Структура управління підприємством

1.3. Загальна характеристика та особливості конструкції двигунів ЯМЗ

На автомобілях сімейства МАЗ можуть бути встановлені дизелі декількох модифікацій. До серпня 1985 р. основними були двигуни мод. ЯМЗ-236 і ЯМЗ-238, до 1988 р. встановлювали дизелі мод. ЯМЗ-236М і ЯМЗ-238М, а потім модернізовані двигуни мод. ЯМЗ-236М2 і ЯМЗ-238М2. Останнім часом із-за посилювання вимог по зниженню токсичних викидів автомобілі оснащують дизелями мод. 236БЕ2, 236НЕ2, 238ДЕ2 та інші з турбокомпресором і охолодженням наддувочного повітря. Характеристики дизелів приведені табл. 1. Всі двигуни уніфіковані і володіють високим ступенем взаємозамінюваності деталей.

Габаритні розміри двигунів приведені на рис. 1.2 і 1.3, будова двигунів на рис. 1.4, 1.5, 1.6.

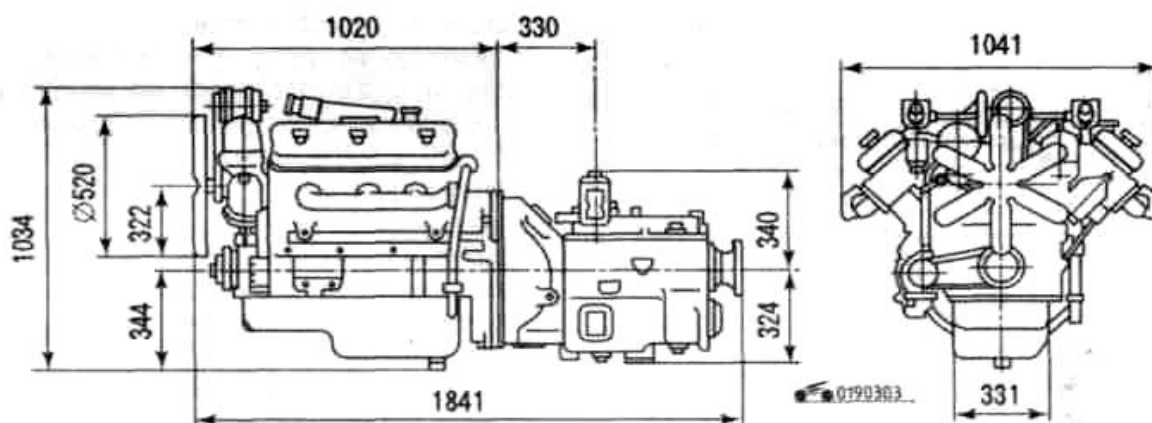


Рис. 1. 2. Габаритні розміри силового агрегату мод. 236М2

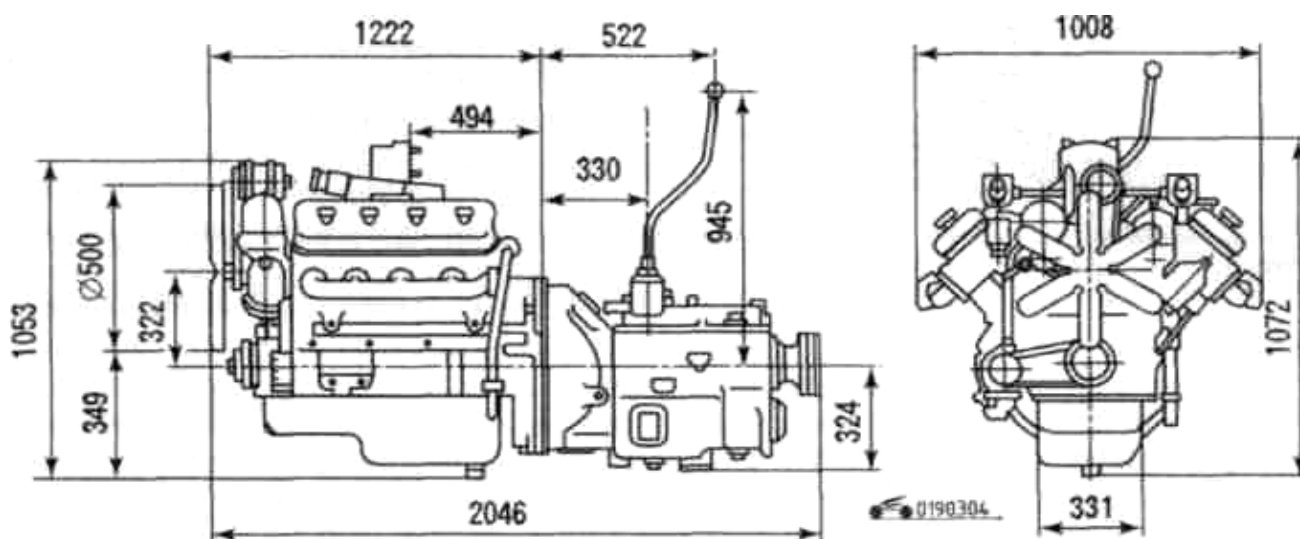


Рис. 1.3. Габаритні розміри силового агрегату мод. 238М2

Таблиця 1. Технічні характеристики дизелів ЯМЗ.

					МР.ТС.21.01.10.00.00.00.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		17

Параметр	236М2	236Б	236БЕ2	236НЕ2	238М2	238Д	238ДЕ2
Тип	Дизель без турбо наддува	Дизель з турбо наддувом	Дизель з турбонаддувом і охолоджувачем повітря	Дизель с турбонаддувом і охолоджувачем повітря	Дизель без турбо наддува	Дизель з турбонаддувом	Дизель з турбонаддувом і охолоджувачем повітря
Число тактів	4	4	4	4	4	4	4
Число циліндрів	6	6	6	6	8	8	8
Розташування циліндрів	V- подібне під кутом	V- подібне під кутом	V- подібне під кутом	V- подібне під кутом	V- подібне під кутом	V- подібне під кутом	V- подібне під кутом
Кут розвалу, град	90	90	90	90	90	90	90
Порядок роботи циліндрів	1-4-2--5-3-6				1-5-4-2-6-3-7-8		
Обертання колінчастого валу	Праве	Праве	Праве	Праве	Праве	Праве	Праве
Діаметр циліндра Х хід поршня	130x140	130x140	130x140	130x140	130x140	130x140	130x140
Робочий об'єм	11,15	11,15	11,15	11,15	14,86	14,86	14,86
Ступінь стиснення	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5
Номінальна потужність бруто. кВт (к.с.)	132 (180)	184 (250)	185 (250)	171 (230)	176 (240)	242 (330)	245 (332)
Частота обертання коленвала при номінальній потужності, хв ⁻¹	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100
Максимальний крутний момент Н м, т (кгс м)	667 (68)	819 (84)	819 (84)	880 (87)	883 (90)	1078 (110)	1118
Частота обертання коленвала при макс. крутному моменті, хв ⁻¹	1250-1450	1250-1450	1250-1450	1250-1450	1250-1450	1250-1450	1250-1450
Мінімальна частота обертання коленвала в режимі холостого ходу, хв ⁻¹	550 -650	550 -650	550 – 650	550 -650	550 -650	550 -650	550 – 650
Мінімальна питома витрата палива , г/кВт год	161	161	160	160	167	165	165
Пусковий пристрій	Електро факел	Електр офакел	Свічки накаливання	Свічки накаливання	Електр офакел	Свічки накаливання	Свічки накаливання

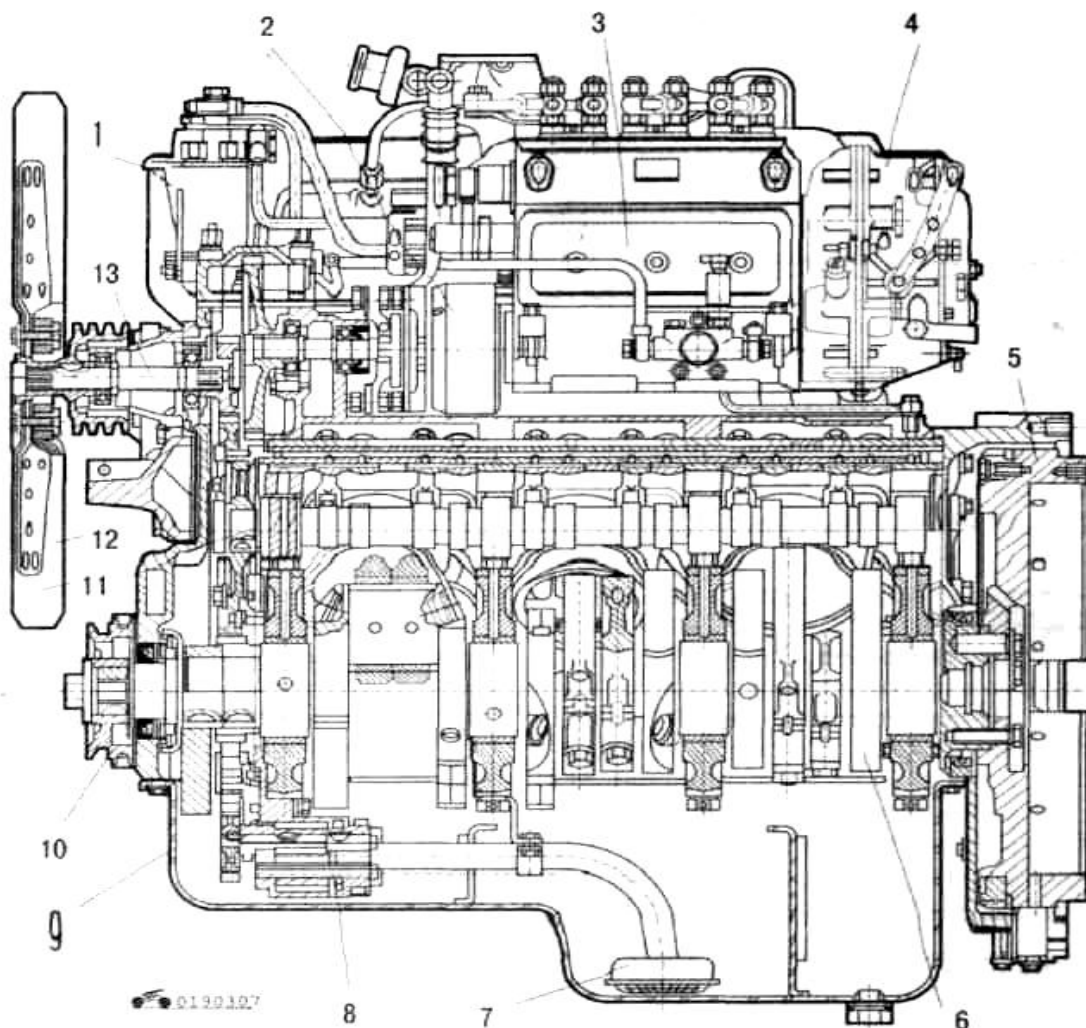


Рис. 1.5. Подовжній розріз мод. 236М2: 1 - фільтр тонкого очищення палива; 2 - автоматична муфта випередження уприскування палива; 3 - паливний насос високого тиску; 4 - регулятор частоти обертання; 5 - маховик; 6 - колінчастий вал; 7 - маслоприймник; 8 - масляний насос; 9 - масляний картер; 10 - шків коленчастого валу; 11 - розподільний вал; 12 - вентилятор; 13 - вал приводу паливного насоса

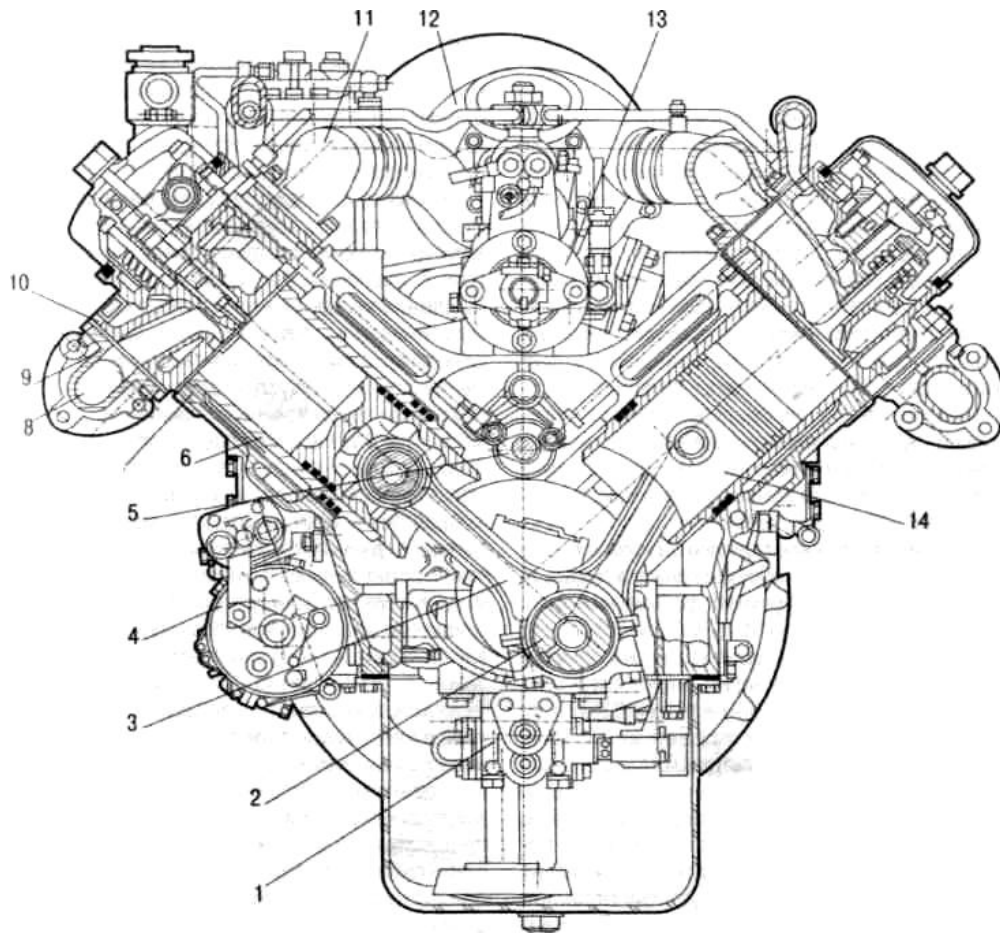


Рис. 1.6. Поперечний розріз двигуна мод. 236Б або 238Д: 1 - масляний насос; 2 - колінчастий вал. 3- шатун; 4 - стартер; 5 - розподільний вал; 6 - гільза циліндра; 7 - блок циліндрів; 8 - випускний трубопровід; 9 - форсунка; 10 - головка блоку циліндрів; 11 - впускний трубопровід; 12 - турбокомпресор 13 - паливний насос високого тиску; 14 - поршень

1.4.Розробка технологічного процесу зняття колінчастого валу з двигуна

Технологічний процес зняття колінчастого валу розглянемо на прикладі двигуна ЯМЗ-236.

Двигун розбирають на стаціонарних стендах або стендах-візках поточним методом. При цьому для розбирання двигуна ЯМЗ-236НБ рекомендується застосовувати стенд ПІМ-1501.01.20 з електроприводом або стенд - візок 70-7825-1967 з ручним приводом кантування двигуна. На стендах двигун можна повертати на 360° і встановлювати в будь-яке зручне для роботи положення, стенд - візок дозволяє також переміщати двигун уздовж потокової лінії по підлогових рейках.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата

МР.ТС.21.01.10.00.00.00.ПЗ

Арк.
20

При розбиранні двигуна необхідно здійснити наступну технологічну послідовність виконання операцій.

1.Зняти чотири технологічних кришки на бічних поверхнях блоку циліндрів, стартер, встановити двигун на опорні траверси стенду; сумістити чотири технологічні отвори в блоці з фіксуючими гвинтами траверс і закрутити гвинти. Двигун слід транспортувати кран-балкою за допомогою пристосування ОПТ-1501.01.02.

2. Від'єднати комплект трубопроводів, що з'єднують компресор з системою охолодження і змащувальною системою двигуна; зняти компресор (виконується при постачанні двигуна в ремонт з компресором), кронштейн і планку кріплення генератора.

3.Зняти трубопроводи системи охолодження, заздалегідь від'єднавши їх від коробок термостатів і корпусу водяного насоса; зняти праву і ліву водяні труби в зборі з термостатами.

4.Ослабити хомутики рукава, що сполучає впускний ресивер і патрубков корпусу компресора турбокомпресора, і зняти впускний ресивер і рукав.

5.Відокремити і зняти маслопроводи до фільтру і турбокомпресора, газопроводи (що підводять труби і сильфони з фланцями в зборі) турбокомпресора; зняти масляний фільтр турбокомпресора і турбокомпресор.

6.Зняти фільтр тонкого очищення палива, фільтри грубого і відцентрового очищення масла, верхню кришку блоку циліндрів, привід вентилятора, хомут і кронштейн передньої опори двигуна в зборі з натягачем.

7.Відокремити паливо проводи від штуцерів паливного насоса високого тиску, штуцерів форсунок і зняти топлівопроводи; відокремити і зняти скобу кріплення паливо проводів до головок циліндрів, зняти відвідні і дренажні топлівопроводи; після відокремлення топлівопроводов штуцери паливного і паливопідкачуючого насосів і форсунок закрити полімерними заглушками; після зняття топлівопроводи укласти в контейнер (касету) для збереження їх первинної конфігурації.

					МР.ТС.21.01.10.00.00.00.ПЗ	Арк.
						21
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		

8.Зняти паливний насос в зборі з автоматичною муфтою випередження уприскування; зняти з муфти сполучну текстолітову шайбу.

9.Зняти скоби кріплення форсунок і за допомогою пристосування вийняти форсунки з головок циліндрів.

10.Закрити форсунки знизу захисними ковпачками і укласти в тару, що виключає пошкодження розпилювачів і їх забруднення. Зняти осі з коромислами в зборі і витягнути штанги штовхачів.

11.Відвернути 42 гайки кріплення головок циліндрів і за допомогою підвіски ОПТ-1501.01.13 зняти головки циліндрів, при знятті головок циліндрів гайки шпильок слід відкручувати в тому ж порядку, що і при затягуванні, щоб запобігти виникненню напруг, що викликають викривлення головки.

12.За наявності на двигуні напівжорсткої муфти зняти опору муфти і муфту; для зняття опори муфти використовують крюк ОПТ-1501.01.51, для зняття маховика - підвіску ОПТ-1501.01.04; зняти сапун і маховик. Маховик знімають з настановних штифтів за допомогою двох технологічних болтів-знімачів з подовженими стрижнями і комірчиками; щоб уникнути перекосу маховика болти-знімачів необхідно вкручувати рівномірно.

13.Відвернути десять болтів кріплення картера маховика і зняти картер .

14.Повернути двигун на стенді на 90° (шківом колінчастого валу вгору).

15.Відвернути болти кріплення, зняти піддон і прокладки піддону.

16.Відокремити фланці маслопроводів нагнітаючої і радіаторної секцій масляного насоса від блоку циліндрів, звільнити від кріплень на кришках корінних опор і зняти насос в зборі з приводом, забірником і нагнітальними маслопроводами; регулювальні прокладки установки насоса рекомендується залишити на місці і навернути гайки на шпильки.

17.Повертаючи ключем ПІМ-1501.01.07 колінчастий вал, по черзі відвернути шатунні болти, зняти кришки і вийняти шатуни в зборі з поршнями з блоку циліндрів; зняті кришки поставити по клеймах і ризиках спареної на відповідні їм шатуни і закріпити.

					МР.ТС.21.01.10.00.00.00.ПЗ	Арк.
						22
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		

18.Вивернути з блоку циліндрів шпильки кріплення головок циліндрів за допомогою пневматичної гайковерта ПП-3105 (або П-3134) ударно-імпульсної дії з патроном ЯМЗ-9838-075.

19.Повернути двигун на стенді на 90°, тобто встановити в горизонтальне положення нижньою частиною вгору.

20.Зняти водяний насос, за допомогою пристосування спресувати шків колінчастого валу і зняти кришку розподільних шестерень.

21.Відкрутити болти кріплення кришок корінних підшипників і за допомогою гумового молотка або бронзового вибивання зняти кришки; кришку п'ятого підшипника зняти разом з наполегливими півкільцями, вийняти з кришок вкладиші; зняти колінчастий вал за допомогою підвіски ОПТ-1501.01.36; встановити кришки на свої місця.

22. Розконтрують і відкручують гайку, знімають передню противагу і шестерню за наявності дефектів, що вимагають заміни цих деталей. Шестерні і передня противага спресовують на гідрофіцированому стенді ОР-13767-01 ГОСНИТИ.

23.Виймають заглушки масляних каналів відцентрового очищення масла, проганяючи одну із заглушок за допомогою наставки наскрізь до виходу другої заглушки; при цьому частково очищається канал від грязьових відкладень.

1.5. Конструкція та аналіз причин зношування колінчастого вала

Колінчасті вали двигунів ЯМЗ-236 та ЯМЗ -238 відрізняються кількістю корінних та шатунних шийок. Колінчасті вали двигунів ЯМЗ виробляються штампуванням з сталі 60ХРА ГОСТ 1050-74 для двигунів з турбонаддувом застосовують леговану сталь. Вал являє собою цільну металеву конструкцію складної геометричної форми з рядом посадочних поверхонь, які розміщені в різних площинах.

До посадочних поверхонь – шийок колінчастого вала пред'являють високі технологічні вимоги, так твердість поверхні повинна знаходитися у межах HRC 50...62, а чистота обробки 0,4. Високу твердість поверхневого шару отримують шляхом загартування шийок СВЧ.

					МР.ТС.21.01.10.00.00.00.ПЗ	Арк.
						23
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		

Для високої точності при обробці виготовлення і ремонт колінчастих валів здійснюють по II-му класу точності.

Шийки валів і їх підшипники зношуються унаслідок дії на них фізичних, хімічних і інших чинників.

При роботі двигуна в кривошипно-шатунному механізмі діють сили, вказані на рис. 1.11.

Ці сили при роботі кривошипно-шатунного механізму виникають періодично, один раз за два обороти колінчастого валу міняються по величині і напрямку і найбільшого значення досягають при робочому ході поршня.

На кривошипно-шатунний механізм діє також інерційна сила, що виникає унаслідок нерівномірності руху шатунно-поршневої групи. Ця сила діє уздовж осі циліндра також періодично і досягає свого найбільшого значення у момент зміни напрямку руху поршня, причому значення інерційної сили в нижньому положенні поршня більше, ніж у верхньому.

Періодичний тиск газів і інерційна сила передають колінчастому валу поштовхи, скручують його і згинають, викликаючи пружні деформації. В результаті пружних деформацій у валу виникають внутрішні напруги. При збігу періодів і напрямів тиску газів і інерційної сили, з одного боку, і внутрішніх пружних напруг - з іншою амплітуда коливань валу зростає, що приводить до утворення в найбільш напружених місцях (галтелях і щоках) втомних тріщин, розвиток яких може викликати поломку валу.

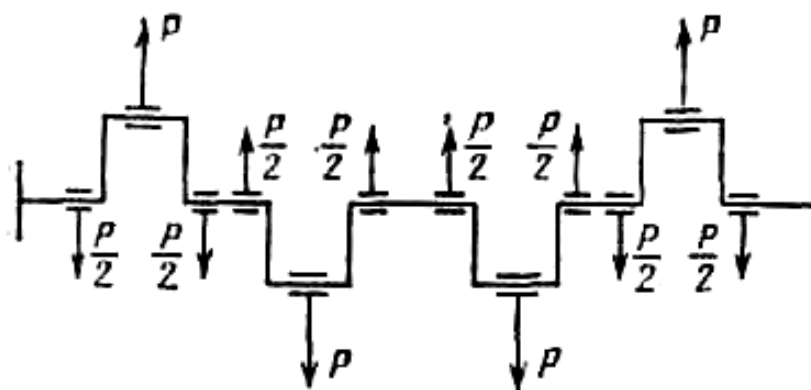


Рис. 1.11. Схема відцентрових сил, що діють на шийки колінчастого валу.

Окрім періодично діючих сил, під час роботи при обертанні колінчастого валу виникає відцентрова сила невідновленої маси шатуна, що діє на шатунну і

корінні шийки валу. Ця сила постійно притискує шатунний підшипник до шийки валу з боку кривошипів.

Аналіз роботи приведених сил показує, що основна частина роботи тертя між шатунами і шатунними шийками доводиться на частини шийок, направлені у бік осі колінчастого валу. Внаслідок цього у шатунних шийок колінчастих валів автотракторних двигунів в основному зношуються ці частини, внаслідок чого шийки стають овальними.

При такому зносі шатунних шийок збільшується радіус кривошипа і, отже, хід поршня, що приводить до збільшення - ступені стиснення. Крім того, у разі заміни верхнього компресійного кільця воно ударятиметься об буртик циліндра, що утворився в результаті зносу, швидко зношуватися по висоті і ламатися.

Сила інерції і відцентрова сила сприяють також зносу корінних шийок колінчастого валу. На схемі колінчастого валу чотирициліндрового двигуна (мал. 163) видно, що сили P , що притискують шатуни до шатунним шийок валу, притискують також корінні шийки до корінних підшипників. При цьому перша, третя і п'ята корінні шийки стикаються з корінними підшипниками тільки з одного боку, а друга і четверта - з обох боків. Внаслідок цього друга і четверта корінні шийки зношуються по колу майже рівномірно. Перша, третя і п'ята корінні шийки зношуються в основному з боку кривошипів, причому найсильніше зношується середня корінна шийка.

Окрім сил тертя, на знос шийок великий вплив роблять конструкція валу і його жорсткість.

У міру зменшення діаметрів шатунних і корінних шийок в результаті шліфування прогин валу під час роботи двигуна зростає, що приводить до перекосу шатунів на шийках валу і поршнів в циліндрах і підсилює процес зношування. Знос шатунних шийок на конус обумовлюється головним чином перекосом шатунів на шийках. Конусність корінних шийок в результаті зносу незначна.

Знос корінних шийок, крім того, значною мірою залежить від не співвісності корінних підшипників і шийок, не співвісності колінчастого валу і валу муфти

зчеплення, а також від незбалансованості колінчастого валу, маховика і муфти зчеплення.

Співвісність корінних підшипників порушується в результаті індивідуального їх розточування, зносу ліжок під вкладиші, викривлення блоку, неправильної збірки і т.п.

Якість і властивості змащувального масла також сильно впливають на знос колінчастого валу і підшипників. Практика показує, що незадовільний стан масла і вузлів системи мастила, особливо фільтруючих пристроїв, значно підсилює зношування шийок колінчастих валів.

Абразивні частинки і продукти зносу, потрапляючи з маслом в підшипники валу, осідають в антифрикційному шарі і зношують шийки валу.

Велика різниця в масі деталей шатунно-поршневої групи одного комплекту також впливає на знос колінчастого валу. Чим більше різниця в масі шатунно-поршневої групи, тим більше коливання колінчастого валу, отже, тим швидше зношуються шийки валу і підшипники.

Подовжнє переміщення валу, вигин і скрученість шатунів приводять до перекосів шатунів на шийках валу і поршнів в циліндрах, унаслідок чого різко збільшується зношування цих деталей.

Основні дефекти колінчастих валів: зношення корінних і шатунних шийок; вигин; зношення отворів у фланці під болти маховика; зношення канавок під шпонки шестерні і фланця; зношення отворів під підшипники напрямного кінця ведучого вала коробки передач.

Вигин колінчастого вала виникає під впливом залишкових напружень в матеріалі вала, величина яких змінюється в результаті прикладення зовнішніх сил (сил інерції, тиск газу), при можливих перекосах спряжених деталей. Внутрішні напруження виникають в колінчастому валі в результаті термообробки, холодної правки, механічної обробки в процесі відновлення. Після випуску із заводу ці напруження частково залишаються не знятими. Через деякий період часу під впливом діючих сил і напружень, які залишилися, вал вигинається. При правці вала і шліфуванні шийок колінчастого вала відбувається зміна внутрішніх

напружень. При битті середніх корінних шийок відносно крайніх, більш допустимого по технічним нормам (понад 0,5 мм для колінчастих валів) здійснюємо правку колінчастого валу на гідравлічному пресі або спеціальному стенді та наклепуванням.

Шатунні і корінні шийки колінчастих валів в результаті зношування приймають неправильну геометричну форму. Шатунні шийки зношуються по довжині на конус, а по колу на овал. Корінні шийки спрацьовуються на овал. По довжині вони зношуються рівномірно. Внаслідок нерівномірного розподілення навантажень по довжині шийки утворюється спрацювання шатунних шийок на конус через несиметричність шатунів, короткі плечі яких надають більш високий тиск, а також перекис деталей шатунно-поршньової групи; похилого розташування каналів, що підводять змащення від корінних шийок до шатунних. В похилих масляних каналах абразивні частки (продукти спрацювання, нагар) які знаходяться в мастилі, відкидаються відцентровою силою при обертанні колінчастого вала до зовнішньої сторони каналу.

При виході із каналу ці частинки направляються завжди в один і той же бік, що протилежний нахилу масляного каналу, викликає з цього боку більш інтенсивне спрацювання шийки.

З метою зменшення попадання абразивних часток на поверхні тертя в кожні шатунні шийці вала є порожнина (грязевловлювач). При розбиранні двигуна грязевловлювачі потрібно очищувати, для чого необхідно відвернути різьбові пробки, очистити порожнини, промити їх і всі канали керосином, продути повітрям, завернути до упору пробки моментом 3,8...4,2 кгм та закернути їх від самовідкручення.

Овальну форму шийки отримують внаслідок спрацювання під дією знакозмінних навантажень, тиск газів на поршень сил інерції кривошипно-шатунного механізму. Спрацювання шийок колінчастого валу відновлюють шліфуванням під ремонтний розмір з наступним поліруванням до отримання необхідної шорсткості поверхні.

					MP.TC.21.01.10.00.00.00.ПЗ	Арк.
						27
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		

Овальність і конусність повністю оброблених шийок колінчастого вала не повинна перевищувати 0,01 мм. Після неодноразового шліфування шийок колінчастих валів в тих випадках коли ремонтні розміри вичерпані і подальше зменшення діаметру не достатнє, їх відновлюють неплавленням порошковим дротом з подальшою обробкою під номінальний розмір.

Умови роботи колінчастого вала тяжкі через знакозмінні динамічні навантаження при навантаженні силами тертя. Вал навантажується силами тиску газів і силами інерції деталей, що рухаються як зворотно-поступальні так і обертальні, чим викликаються напруження кручення, крутильні коливання і напруги вигину.

Через перемінний тиск шийки колінчастий вал спрацьовується за рахунок тертя. Внаслідок чого основний вид зношування являється абразивним, через наявності в мастилі продуктів зносу і різних смітних домішок.

Через зменшення діаметрів корінних і шатунних шийок здійснюється перекіс шатуна на шийках вала і поршнів в циліндрах, що підсилює процес зношування.

Як показав аналіз роботи сил, які приведені, основна частина тертя між шатунами і шатунними шийками приходить на частини шийок, що направлені в бік вісі колінчастого валу.

Внаслідок цього у шатунних шийках колінчастих валів спрацьовуються ці частини, із-за чого шийки стають овальним. При овальному спрацюванні шатунних шийок збільшується радіус кривошипа, а отже і хід поршня, із-за чого збільшується ступінь стиснення. А у випадку заміни верхнього компресійного кільця, воно буде ударятися об буртик циліндра, який утворюється внаслідок спрацювання. При спрацюванні шатунних і корінних шийок збільшуються зазори в підшипниках, що викликає появу стуків і падіння тиску масла в магістралі. Величина масляного зазору в підшипниках допускається у два рази більше нормального зазору. В підшипниках, внаслідок послаблення посадки в постелях шатуна спостерігається викришування антифрикційного шару.

					МР.ТС.21.01.10.00.00.00.ПЗ	Арк.
						28
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		

Конусність шийок призводить до перекосу деталей шатунно-поршневої групи, що призводить до збільшення інтенсивного спрацювання циліндрів в площині поздовжньої вісі двигуна.

В цілому усі дефекти колінчастих валів впливають більш або менш на роботу двигунів, тому до відремонтованих колінчастих валів по конструкторському, технологічному і експлуатаційному ознакам пред'являються вимоги, що практично не відрізняються від вимог, які пред'являються до нових колінчастих валів автотракторних двигунів.

1.6. Аналіз відомих способів відновлення колінчастого вала

Аналіз зношених машин встановив, що в вибрактованих агрегатах налічується до 45 % годних деталей для експлуатації без ремонту, підлягає відновленню до 50% і тільки 5 - 9% не підлягають відновленню [18-35]. При цьому відмічено, що загальний ресурс агрегатів і машини в цілому залежить від стану базових деталей. Однією з базових деталей двигуна, що має значну вагу, виключно складну форму, працює в складних експлуатаційних умовах і в цілому визначає ресурс агрегату, є колінчастий вал. Відновлення цієї деталі є своєрідним тестом технологій. Вали виготовляють з вуглецевих, хромомарганцевих, хромонікелевих сталей, а також високоміцних магнієвих чавунів. Найбільше застосування знаходять сталі марок 45 селект, 40Х, 45Г2, 50Г, високоміцний чавун ВЧ 50.

Застосування для виготовлення валів матеріалів, що відрізняються своїми фізико-механічними властивостями, обумовлює в свою чергу і різноманітність технологічних методів, що застосовуються для відновлення спрацьованих шийок колінчастого вала. Єдиного універсального методу, щоб дозволяв наносити зносостійкі КП на різноманітні вали не існує. За даними цих робіт [18-35] проведена класифікація основних методів відновлення колінчастих валів, нанесенням КП що відображена на рис. 1.12.

Відзначено успіхи в нанесенні композиційних покриттів електрохімічними методами. Ця технологія основана на зарощуванні дисперсної частинки наповнювача матричним металом, що електрокристалізується на катоді. Але

метод електродугового напилення має ряд істотних переваг перед електрохімічним, перш за все по екологічній чистоті, продуктивності, номенклатурі матеріалів покриття, енергозбереженню.

По даним організації „Metallisatijn UK” методом ЕДН дротовими матеріалами наносять більш як 75% металічних покриттів [41]. Ця технологія забезпечує високу продуктивність при простоті обладнання, використання типових зварювальних дротів, високу якість та коефіцієнт використання напилюваного матеріалу [42-44].

Останнім часом в Україні , Білорусії та Російській Федерації поширюється активована дугова металізація, сутність якої полягає в впливі додаткового джерела теплової енергії на напилюючий струмінь. Здебільшого застосовуються для розпилення, розплавлених дугою дротів, високошвидкісний потік продуктів згорання пропаново-повітряної суміші. Цей метод, наряду з зменшенням пористості та підвищенням адгезійної міцності, вимагає застосування дорогих енергоносіїв та додаткового складного обладнання для убезпечення процесу .

Аналіз дозволив систематизувати дані про глибину дефектного шару та відносну собівартість нанесення композиційного покриття в вигляді табл. 1.2. Згідно цих даних можна зробити висновок, що ЕДН має відносно низьку собівартість, але значна глибина дефектного шару викликає необхідність нанесення покриття значної товщини, що збільшує залишкові напруження в покритті та підвищує схильність покриття до утворення тріщин. Колінчастий вал в процесі експлуатації піддається відновленню методом перешліфовування під ремонтні розміри. Кількість ремонтних розмірів може бути від 4 до 6 , з градацією між ремонтними розмірами від 0,25 або 0,5 мм. Це також викликає необхідність нанесення композиційного покриття значної товщини. Всі ці фактори вимагають створення композиційного покриття не тільки з підвищеною стійкістю до зношення , а й з значною пластичністю та здатністю релаксувати залишкові напруження.

					МР.ТС.21.01.10.00.00.00.ПЗ	Арк.
						30
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		

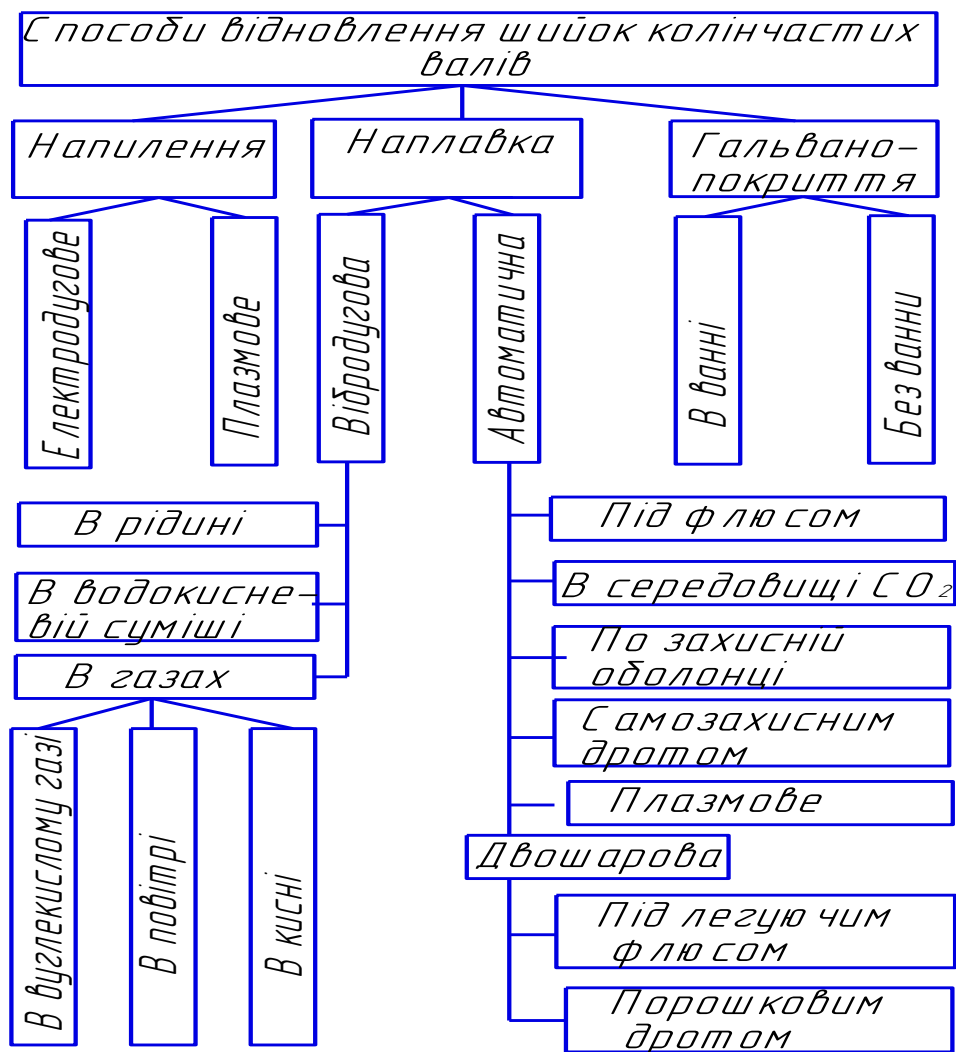


Рис.1.12. Класифікація способів відновлення колінчастих валів

На даний час напрацьовано значних досвід в галузі відновлення колінчастих валів електродуговим напиленням.

Таблиця 2. Собівартість та глибина дефектного шару при різних методах відновлення деталей.

Метод відновлення	Глибина дефектного шару	Відносна собівартість
Електродугове напилення		
Плазмово-дугове	0,05 - 0,10	2,1
Електродугове	0,5 - 1,0	1,4
Газове	0,05 - 0,10	1,7
Наплавлення		
Електродугове під шаром флюсу	0,2 - 0,5	1,6
Порошковими дротами	1,2 - 2,4	2,0
В середовищі захисних газів	0,44 - 0,8	1,4

Електроімпульсне	0,2 - 0,4	1,2
Вібродугове	0,2 - 0,5	1,2
Ручне (електродами)	0,5 - 1,0	1,0
Плазмове	0,1 - 0,3	2,3
Газове	0,25 - 0,5	1,2
Електрошлакове	1,0 - 2,0	1,5
Лазерне	0,05 - 0,15	1,8
Електролітичне осадження		
Хромування	0,03 - 0,05	1,9
Нікелювання	0,02 - 0,03	1,7
Осталювання	0,03 - 0,05	1,4

Електродугове напилення як спосіб відновлення та зміцнення поверхонь широко використовують на вагоноремонтних заводах та метрополітені, відновлюючи шийки колінчастих валів, осей колісних пар вантажних вагонів та валів якорів тягових електродвигунів електрорухомого складу метро. Впровадження електродугового напилення для відновлення зношених поверхонь валів збільшило термін служби обладнання електростанцій, металургійних підприємств. Відновлені поверхні витримують до 10 раз напесовку, а затрати складають 10...20% від вартості нових деталей.

Взагалі в сучасних умовах виробництво відрізняється комплексним підходом до його організації, акцентом на застосування широкого спектру ефективних з точки зору екології та економіки метало- і енергозберігаючих технологій, що й визначає переважаючий розвиток електродугового напилення .

Колінчастий вал при зміцненні та відновленні є своєрідним тестом в змаганні багатьох технологій та перевага на сьогоднішній день надається електро дуговому напиленні.

Поряд з електродуговим напиленням застосовується плазмова технологія, а також методи зміцнення колінчастих валів лазерним променем , електронним променем та іонною імплантацією .

Найбільш розповсюдженим методом відновлення розмірів до номінальних є різноманітні види наплавки, багатоваріантність технологій яких викликана

різним рівнем технологічної підготовки ремонтних підприємств та різноманітністю властивостей матеріалів, з яких виготовлено вали.

Разом з тим всі ці методи мають такі істотні недоліки: температурні деформації вала, значні залишкові напруги, наявність порівняно великих пор, неможливість повторного відновлення вала, великий опір різанню при механічній обробці, низькі триботехнічні характеристики відновленого шару, значна енергоємність процесу. Застосування для відновлення колінчастого вала запропонованої технології має ряд переваг: доступність енергії для процесу плавлення дроту, порівняно низьку вартість розпилюваних матеріалів, високу стабільність процесу розпилення, відсутність температурних деформацій деталі, просте та надійне обладнання, низькі вимоги до кваліфікації обслуговуючого персоналу, добру механічну оброблюваність напиленої деталі та можливість механізації та автоматизації процесу.

1.7. Аналіз організації відновлення колінчастих валів

Технологічний процес відновлення колінчастих валів в ПрАТ „Кіровоградське АТП «Агробудавтосервіс» не є досконалим.

Одним з недоліків даного технологічного процесу є застосування для відновлення порошкових дротів, котрі створюють в покриттях значні внутрішні напруження. При відновленні корінних та шатунних шийок валів ЯМЗ необхідно наносити покриття значної товщини, а це в свою чергу викликає значне зростання внутрішніх напружень в покриттях. Це приводить до розтріскування покриття в процесі нанесення. Шліфування такого типу покриття також викликає значні труднощі через значний спротив різанню, засалювання шліфувального круга та схильність до утворення тріщин. Утворення тріщин вимагає повторного нанесення покриття, що пов'язано з значними не регламентованими затратами трудової сили, електроенергії та розходних матеріалів.

Крім того такі покриття мають незначну зносостійкість і в складних триботехнічних умовах, в яких здійснюється експлуатація колінчастих валів двигунів ЯМЗ, не завжди відповідають технічним вимогам.

					МР.ТС.21.01.10.00.00.00.ПЗ	Арк.
						33
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		

Як зазначено в попередніх розділах, при експлуатації дизельних двигунів ЯМЗ колінчасті вали піддаються значним ударним навантаженням, що викликано більш жорсткою роботою дизельного двигуна. Це, в поєднанні з збільшенням номінальних відхилень діаметру отвору нижньої головки шатунів, збільшенням номінальних відхилень діаметрів корінних опор колінчастого валу та відхилень в роботі паливної апаратури викликає посилене зношення покриття через його високу пористість та нижчу макротвердість в порівнянні з матеріалом нового колінчастого вала. Нерідко це викликає катастрофічне зношування шийок колінчастого вала і як наслідок – передчасний вихід двигуна з ладу.

Слідуючим недоліком є застосування в технологічному процесі стандартного апарата для електродугового напилення ЕМ-14. Технологічні параметри даного апарату не дозволяють застосовувати для нанесення покриттів дрот діаметром більше 2 мм. Разом з тим на ринку дрових електродних матеріалів пропонується велика кількість порошкових дров діаметром 3 мм., застосування яких дало б змогу значно підвищити продуктивність процесу нанесення зносостійких покриттів. Застосування цього апарату не дозволяє застосовувати для нанесення покриттів різномірні дрови, так як вони мають різну швидкість плавлення, а конструкція даного апарату електродугового напилення не дозволяє надавати електродним дровам різну швидкість подачі при розпилюванні.

Слідуючою проблемою, котра не вирішена в існуючому технологічному процесі ремонту колінчастого вала пов'язана з відновленням просторової геометрії

При експлуатації колінчастого валу, в результаті короточасних перевантажень і динамічних навантажень, нерівномірного зносу, і ряду інших причин, в ньому виникають і накопичуються внутрішня напруга і втомні пошкодження. Колінчастий вал втрачає первинні геометричні параметри і фізико-механічні властивості, тим самим, викликаючи різні дефекти, що приводять до значного зменшення ресурсу, як кривошипно-шатунного механізму, так і двигуна в цілому.

					МР.ТС.21.01.10.00.00.00.ПЗ	Арк.
						34
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		

На думку академіка Черноіванова В.І. в даний час в ремонтному виробництві найгостріше стоїть проблема, пов'язана з відновленням просторової геометрії ресурсо визначаючих деталей [1,2].

Дослідження показують, що при контролі деталей після відновлення, дефекти, пов'язані з деформацією деталей, повністю не усуваються у 34,4% відремонтованих деталей, крім того, у 88 % деталей спостерігаються відхилення взаємного розташування робочих поверхонь [3,4,5]

1.8. Обґрунтування актуальності теми магістерської роботи

Для удосконалення якості ремонту колінчастих валів необхідно провести статичне підтвердження присутності дефекту вигину та скручення в процесі експлуатації, дефектування та ремонту. При цьому визначити відмінності в наявності цих дефектів для колінчастих валів, котрі виготовлені з сталі та чавуну, мають різні радіуси кривошипів, а також розробити методику виявлення закономірностей кутового зсуву по окремих шатунних шийках, і встановити причини які сприяють виникненню даного дефекту.

Крім цього необхідно розробити технологічний процес який би дозволив усунути даний дефект. При цьому найбільш оптимальним варіантом є використання технологій нанесення зносостійких покриттів найбільш економічно доцільним методом з визначенням відповідного просторового базування деталі. Проведений аналіз техпроцеса відновлення деталі і організації ремонту колінчастих валів двигунів ЯМЗ показав, що використання на ПрАТ КАТП „Агробудавтосервіс” технологія й організація ремонту не повною мірою відповідає сучасному рівню розвитку техніки.

Нерідко відбуваються вихід з ладу двигунів з відновленими колінчастими валами через низьку зносостійкість корінних та шатунних шийок.

Обладнання, яке застосовується для відновлення не дозволяє застосовувати в процесі нанесення покриття сучасні високопродуктивні та зносостійкі матеріали. Тому удосконалювання технології й організації відновлення колінчастих валів двигунів ЯМЗ необхідно здійснити по декількох напрямках.

1. Шляхом застосування в технологічному процесі нових прогресивних технологій дефектування просторового положення деталі.

2. Шляхом створення технології нанесення нових типів зносостійких покриттів з високою продуктивністю процесу та покращеними фізико-механічними і трибологічними характеристиками з парвильним базуванням колінчастого валу.

3. Шляхом створення апарату для електродугового напилення, який би по своїм технічним параметрам дозволив застосувати зазначену технологію нанесення зносостійких покриттів.

Запропоновані заходи дозволять підвищити як продуктивність відновлення так і якість і надійність відновлених колінчастих валів.

З перерахованих недоліків впливають задачі, які підлягають розробці в дипломному проекті:

1.Розробити технологічний процес базування при нанесенні покриттів з застосуванням прогресивних дровових матеріалів.

2. Виходячи з отриманих даних і з огляду на технологічні вимоги сконструювати апарат електродугового напилення.

3. Вибрати необхідне устаткування ріжучого і вимірювального інструменту.

4. Розрахувати і вибрати режими виконання технологічних операцій і зробити технічне нормування часу їхній виконання.

5. Домогтися підвищення ефективності відновлення колінчастих валів за рахунок скорочення:

- витрат на ремонтні матеріали;
- витрат на електроенергію;
- витрат на заробітну плату виробничих робітників за рахунок скорочення трудомісткості відновлення деталі;
- витрат на утримання, обслуговування й експлуатацію основного технологічного устаткування.

Основними задачами удосконалення організації відновлення колінчастих валів є:

1. Визначення й уточнення трудомісткості робіт, проведених на ділянці відновлення колінчастих валів.
2. Розподіл трудомісткості відновлення колінчастих валів по видах робіт.
3. Розрахунок номінального фонду часу, фонду часу роботи робітників і устаткування.
4. Розрахунок необхідної кількості робітників на ділянці, упорядкування штатної відомості ділянки по відновлення колінчастих валів.
5. Розрахунок необхідної кількості основного технологічного устаткування ділянки відновлення колінчастих валів.
6. Розрахунок необхідних виробничих площ ділянки відновлення колінчастих валів.
7. Визначення компоновочного рішення ділянки, розробка технологічного планування ділянки відновлення колінчастих валів.

Найважливішою умовою підвищення якості і зниження собівартості відновлення деталей є розробка нових зносостійких покриттів та високопродуктивного обладнання для їх нанесення та базування деталі. Звідси випливають задача на проектування та модернізацію основних виробничих процесів.

З зазначеного вище можна зробити висновок, що тема магістерської роботи: «Дослідження зміни просторової геометрії колінчастих валів при експлуатації, шліфуванні та відновленні в ПрАТ КАТП «Агробудавтосервіс» безсумнівно є своєчасною і актуальною.

ІІ. ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ ПРОСТОРОВОЇ ГЕОМЕТРІЇ КОЛІНЧАСТИХ ВАЛІВ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ, ШЛІФУВАННІ ТА ВІДНОВЛЕННІ В ПрАТ КАТП «АГРОБУДАВТОСЕРВІС»

2.1. Аналіз літературних джерел, що до стану питання про зміни просторової геометрії колінчастих валів при експлуатації, шліфуванні та відновленні

При експлуатації колінчастого валу, в результаті короточасних перевантажень і динамічних навантажень, нерівномірного зносу, розбалансування і ряду інших причин, в ньому виникають і накопичуються внутрішня напруга і втомні пошкодження. Колінчастий вал втрачає первинні геометричні параметри і фізико-механічні властивості, тим самим, викликаючи різні дефекти, що приводять до значного зменшення ресурсу, як кривошипно-шатунного механізму, так і двигуна в цілому.

На думку академіка Черноіванова В.І. в даний час в ремонтному виробництві найгостріше коштує проблема, пов'язана з відновленням просторової геометрії деталей, що визначають ресурс двигуна [1].

Дослідження показують, що при контролі деталей після відновлення, дефекти, пов'язані з деформацією деталей, повністю не усуваються у 34,4% відремонтованих деталей, крім того, у 88 % деталей спостерігаються відхилення взаємного розташування робочих поверхонь [2].

Одним з поширених дефектів просторової геометрії колінчастого валу є скрученість колінчастого валу (кутовий зсув шатунних шийок).

Дослідженнями і практичним досвідом ремонтних підприємств встановлено, що при дефектації колінчастих валів кутове положення шатунних шийок не контролюється зважаючи на відсутність простих і універсальних засобів контролю. Існуючі засоби контролю скрученості колінчастого валу або складні конструктивно, або не забезпечують необ-

					МР.ТС.21.01.20.00.00.00.ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Дослідницький розділ			
Розроб.	Григоренко							
Перевір.	Маркович							
Н.контр.	Красота							
Затвер.	Магопєць							
						Літ.	Аркуш	Аркушів
							38	31
						ЦНТУ гр. АІ(ТС)-20МЗ		

хідної точності вимірювань. Скрученість колінчастого валу виявляється, як правило, тільки на стадії шліфування колінчастого валу, що приводить до додаткових коректувань по базуванню і до перешліфовування колінчастого валу через ремонтний розмір. Все це пов'язано з втратою часу, додатковими трудовитратами, підвищеній витраті електроенергії і матеріалів [3-6].

Останнім часом багато вітчизняних підприємств і зарубіжні фірми стали все більше приділяти уваги безпосередньому регулюванню подачі палива в циліндри двигунів з урахуванням реального розташування кривошипа колінчастого валу [7,8]. Способи, що розробляються, і пристрої призначені і розраховані на те, що існують відхилення фактичного положення поршня від його теоретичного положення. Однією з основних причин невідповідності фактичного і теоретичного положення кривошипа називають помітні кутові деформації колінчастих валів ДВС [7].

Аналіз дефектів колінчастих валів ДВЗ. Відомо, що дефекти на контрольованих деталях по характеру виникнення і прояви умовно можна класифікувати на чотири групи: деформації, знос, хіміко-термічні дефекти і механічні дефекти. Авторами, що дослідили якість деталей на різних етапах технологічного процесу відновлення, затверджується, що деформації є у 81,1% всіх контрольованих деталей, знос - у 96,6%), хіміко-термічні дефекти - у 6,6 % і механічні дефекти - у 18,8% деталей [3].

Колінчасті вали втрачають первинне геометричне просторове положення і фізико-механічні властивості, що приводить до виникнення дефектів. Це такі як: знос корінних і шатунових шийок (тріщини, задираки, ризики, вм'ятини, овальність і конусність); знос посадочних місць (під розподільну шестерню, шків, маховик, зовнішнього кільця шари-копідшипників в торці валу); знос і розбиття канавок шпон і отворів під штифти кріплення маховика; знос різьблення; торцеве биття фланця маховика; корозія поверхонь, що труться; забруднення масляних каналів продуктами зносу [9].

Одними з поширених є дефекти, пов'язані із зміною просторовій геометрії колінчастого валу. До них відносяться вигин, зміна радіусу кривошипа і кутовий зсув від номінального положення осей шатунових шийок колінчастого валу (скрученість колінчастого валу), биття допоміжних поверхонь і ін. [6,9].

2.2. Методика проведення дослідження

					МР.ТС.21.01.20.00.00.00.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпи.	Дата		39

2.2.1. Методика проведення дослідження на згин колінчастого вала

Перевірку на згин колінчастих валів проводили по традиційній технології з застосуванням призми П - 3 ТУ 2-034-812-88, індикатора ІЧ - 02 (ГОСТ 57768) та штатива ШМ - 11В (ГОСТ 101977-70) (рис. 2.1).

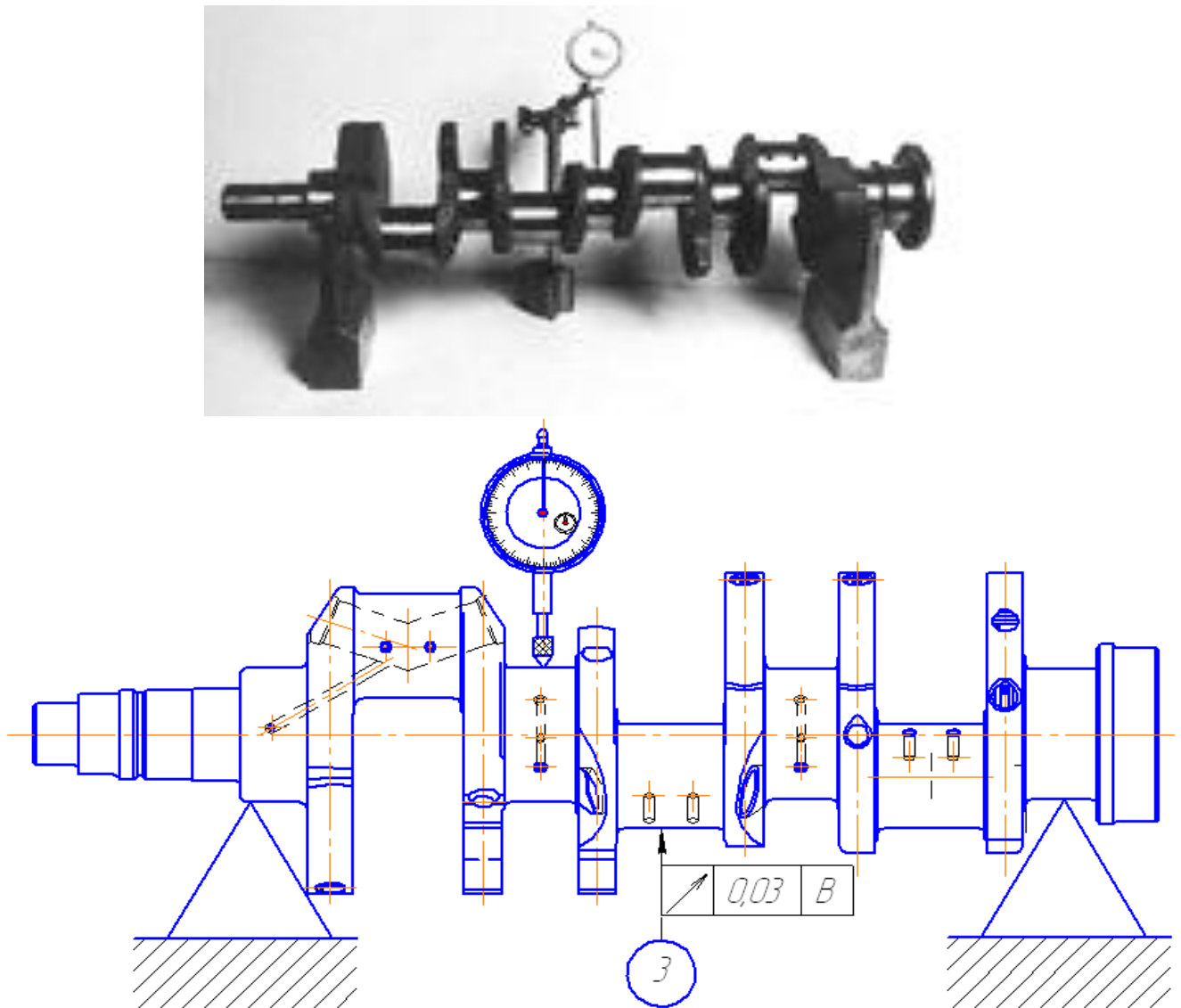


Рисунок 2.1. Перевірка на згин колінчастих валів

2.2.2. Методика проведення дослідження на скручення колінчастого вала

Для контролю зміни кутових параметрів колінчастих валів пропонується слідуюча методика. При вимірах базою валів є загальна площина перших корінної і шатунної шийок (площина 1-го кривошипа). По відношенню до неї задані допустимі кутові відхилення осей пазів, шпонок і площин решти кривошипів.

Вал встановлюється передньою корінною шийкою на нерухому призму, а задньою – на регульовану на перевірочній плиті (рис. 2.2). За допомогою штатива МШ-1Н та індикатора ІЧ виставляємо крайні корінні та першу шатунні шийки строго паралельно пе-

					МР.ТС.21.01.20.00.00.00.ПЗ	Арк. 40
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпи.	Дата		

перевірочній плиті.

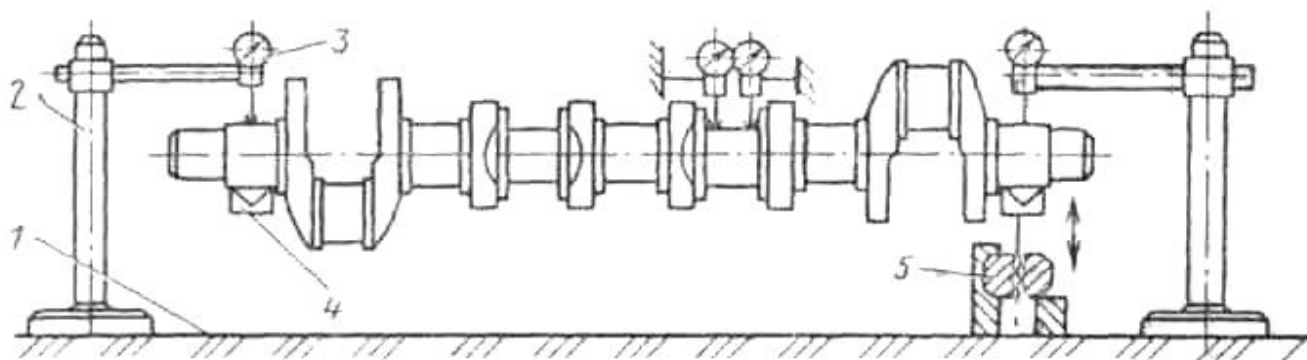


Рисунок 2.2. Схема установки валу поверхнями крайніх корінних шийок паралельно перевірочній плиті: 1 - перевірочна плита, 2 - штатив МШ-1Н; 3 - індикатор ІЧ, 4, 5 - нерухома і регульована призми

Призма, на якій розміщують останню корінну шийку, регулюється по висоті, що забезпечується кріпленням її до плити за допомогою гвинта і гайки. До поверхні 1-й корінної шийки підводять ніжку індикаторної головки, закріпленої на штативі. Знаходять екстремальну точку на шийці валу по індикатору, переміщаючи його в горизонтальній площині, потім шкалу індикатора встановлюють на «0». Не збиваючи настройки, переміщають штатив до останньої корінної шийки і підводять ніжку індикатора до її поверхні. Знаходять екстремальну крапку. Переміщаючи призму по висоті, встановлюють вал опорними поверхнями крайніх корінних шийок паралельно площини плити. При цьому стрілка індикатора повинна стояти проти відмітки «0».

Після цього можна заміряти відхилення від паралельності поверхонь, твірних шатунних шийок, по відношенню до поверхонь крайніх корінних (по різниці свідчень індикатора, знятих в крайніх крапках на поверхнях шатунних шийок). Потім вал встановлюють так, щоб площина 1-го кривошипа була паралельна площині перевірочної плити. Для цього до 1-й корінній шийці підводять ніжку індикатора і між підставою штатива і перевірочною плитою розташовують плоско паралельну кінцеву міру довжини, відповідну половині різниці діаметрів корінних і шатунних шийок. Знаходять екстремальну крапку на шийці і переводять шкалу індикатора на «0». Потім кінцеву міру прибирають, штатив розміщують проти 1-й шатунної шийки і підводять ніжку індикатора до її поверхні. Визначають екстремальну крапку.

Регулюючи кут повороту валу, його встановлюють площиною 1-го кривошипа паралельно площини перевірочної плити. Стрілка індикатора повинна стояти проти відмітки «0» (рис. 2.3, 2.4). З метою запобігання мимовільного проворота валу необхідно зафіксувати його в необхідному положенні. Для цього один з роликів призми під першою шийкою повинен мати гальмо. Регулювання положення валу паралельно площини перевірочної плити проводять у разі, коли при контролі кутових параметрів його встановлюють на роликові призми. Якщо використовують призми ГОСТ 5641-82, установку і фіксацію валу від проворота проводити недоцільно.

При підведенні ніжки індикатора до шатунної шийки розмір кінцевої міри повинен забезпечувати свідчення індикатора в межах його вимірювання. В цьому випадку стрілка індикатора при регулюванні кутового положення колінчастого валу повинна знаходитися проти значення, відповідного різниці, алгебри розмірів кінцевої міри, корінних і шатунних шийок. При невеликій відмінності діаметрів корінних і шатунних шийок кінцеву міру можна не встановлювати.

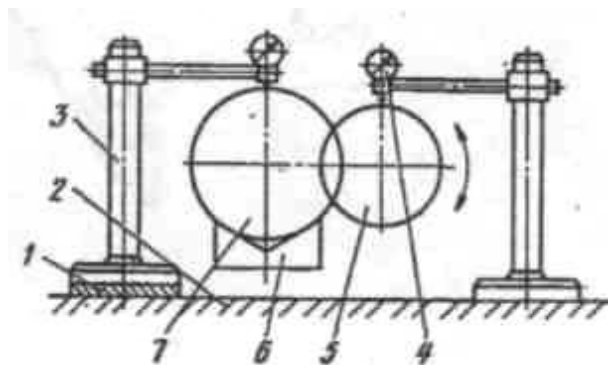


Рисунок 2.3. Схема установки валу загальною площиною 1-й корінної і 1-й шатунної шийок паралельно перевірочній плиті: 1 - пластина; 2 - перевірочна плита; 3 - штатив ШМ-Ш; 4- індикатор ІЧ; 5 - 2-а шатунна шийка; 6 - роликова призма; 7- 1-ша корінна шийка.

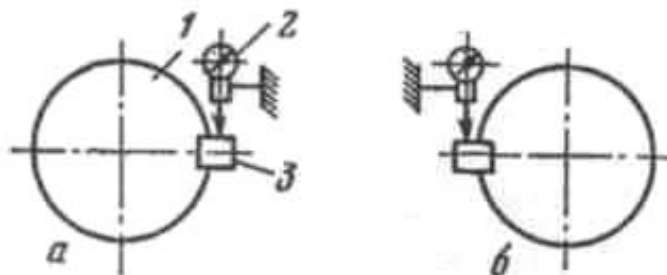


Рисунок 2.4. Контроль кутового відхилення паза шпонки, від площини 1-го

кривошипа: *а* - налаштування індикатора; *б* - вимірювання; 1 - хвостовик валу; 2 - індикатор; 3 - шпонка.

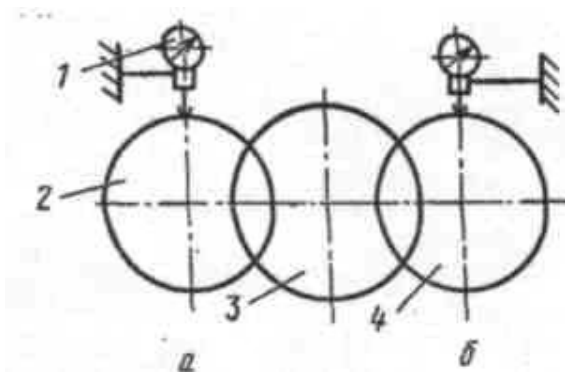


Рисунок 2.5. Контроль кутового розташування шатунних шийок: а - вимірювання; б - налаштування індикатора; 1 - індикатор ІЧ; 2 - 2-а шатунна шийка; 3 - корінна шийка; 4 - 1-а шатунна шийка.

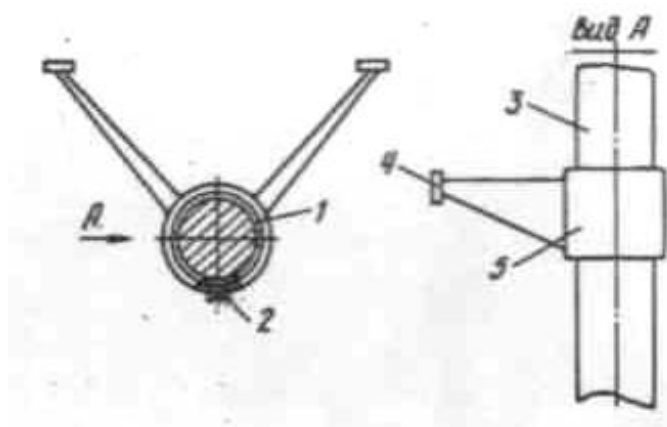


Рисунок 2.6. Кронштейн: 1 - розрізна втулка; 2 - затискний гвинт; 3 - колонка штатива; 4 - лапка; 5 - корпус.

Контроль кутового відхилення осі паза шпонки, від площини 1-го кривошипа проводять в наступному порядку. У паз, шпонки, встановлюють шпонку і підводять до її робочої поверхні ніжку індикаторної головки, встановленої на штативі.

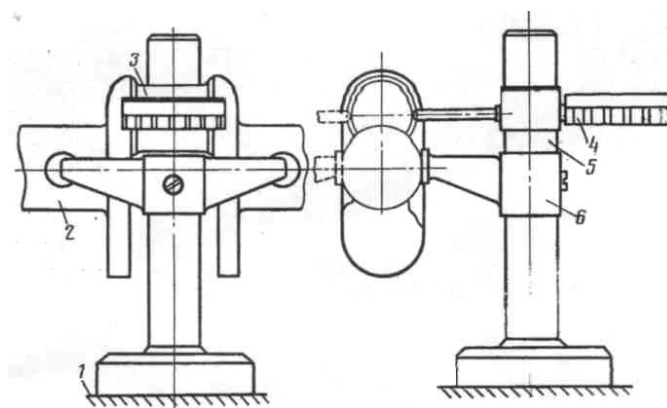


Рисунок 2.7. Контроль кутового розташування проміжних шатунних шийок колінчастих валів: 1 - перевірна плита; 2 - корінна шийка; 3 – шатунна шийка; 4 - індикатор ІЧ; 5 - штатив ШМ-Ш; 6 - кронштейн.

Шкалу індикатора переводять на «0». Не збиваючи налаштування індикатора, відсовують штатив. Повертають вал на 180° і знов підводять до робочої поверхні шпонки ніжку індикаторної головки (рис. 1.6). Індикатор показує величину кутового відхилення осі паза шпонки, від площини 1-го кривошипа в мм. Перерахунок в кутові величини проводять по формулі

$$tq\alpha = \Pi_{in} / 2D ,$$

(1)

де α - кутове відхилення вісі паза шпонки від площини 1-го кривошипа; Π_{in} - свідчення індикатора, мм; D - діаметр хвостовика валу, мм.

Кутові відхилення площин 2, 3 і 4-го кривошипів валів 4-циліндрових двигунів контролюють так. Вал встановлюють площиною 1-го кривошипа паралельно площини перевірної плити, як вказано вище. До 1-ї шатунної шийки підводять ніжку індикатора, встановленого на штативі. Знаходять екстремальну крапку, шкалу індикатора переводять на «0». Потім, не збиваючи настройки індикатора і не змінюючи положення валу, штатив послідовно переміщають до 2, 3 і 4-й шийкам. Знаходять екстремальні крапки. Прочитують свідчення з індикатора (рис. 1.7). Перерахунок в кутові величини проводять по формулі

$$tq\beta = \Pi_{in} / R_{кр} , \quad (2)$$

де β - кутове відхилення площини контрольованого кривошипа від площини 1-го; Π_{in} - свідчення індикатора, мм; $R_{кр}$ - радіус контрольованого кривошипа, мм.

Аналогічно контролюють кутові відхилення площин крайніх кривошипів від площини 1-го для валів 6-, 8- і 12-циліндрових двигунів.

Для контролю кутового розташування проміжних шатунних шийок колінчастих валів 8-циліндрових двигунів виготовляють спеціальний кронштейн (рис. 1.8), який в процесі контролю закріплюють на колонці штатива. Вал встановлюють площиною 1-го кривошипа паралельно перевірній плиті. В цьому випадку 2-а

					МР.ТС.21.01.20.00.00.00.ПЗ	Арк.
						44
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпи.	Дата		

шатунна шийка знаходиться в нижньому положенні, а 3-а - у верхньому. До 3-ї шийці підводять штатив з індикатором,и кронштейном, причому лапки останнього повинні упиратися в сусідні корінні, а ніжка індикатора - в 3-у шатунну шийку. Переміщенням індикатора у вертикальній площині знаходять екстремальну крапку. Шкалу переводять на «О». Потім, не збиваючи настройки і не змінюючи кутового положення валу, штатив встановлюють з протилежної сторони 3-ї шатунної шийки (лапки кронштейна повинні упиратися в сусідні корінні шийки) (мал. 6). Прочитують свідчення індикатора і перераховують його в кутові величини по формулі

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{P_{in}}{2R_{кр}}$$

(3)

Для контролю кутового розташування 2-ї шатунної шийки вал повертають на 180° і повторюють ті ж операції, що і при контролі кутового розташування 3-ї шатунної шийки.

Контроль кутового розташування проміжних шатунних шийок колінчастих валів 6- і 12-циліндрових двигунів з використанням тільки універсальних засобів вимірювання неможливий.

Застосування такої технології контролю в ремонтному виробництві дозволяє підвищити якість ремонту автотракторних двигунів.

2.3. Результати дослідження зміни просторової геометрії колінчастих валів при шліфуванні, відновленні та експлуатації.

2.3.1. Зміни просторової геометрії колінчастих валів при шліфуванні в ремонтний розмір

Колінчасті вали шліфують під ремонтний або номінальний розміри. Шліфування під ремонтний розмір найчастіше виконують в одну операцію. Величина зносу шийок визначає ремонтний розмір шийок, вибір якого проводиться відповідно до технічних умов.

Для шліфування шийок застосовують універсальні шліфувальні верстати 3А423 і 3В423 т.п. Спочатку шліфують корінні шийки і інші поверхні, що знахо-

					МР.ТС.21.01.20.00.00.00.ПЗ	Арк.
						45
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпи.	Дата		

дяться на одній з ними осі, а потім шатунові. Шийки валу шліфують електрокорундовими на керамічній зв'язці шліфувальними кругами зернистістю 16...60 мкм.

Перед шліфуванням шліфувальний круг правлять алмазним олівцем, закріпленим в облямовуванні, при рясному охолоджуванні емульсією. Циліндрову частину круга правлять, переміщаючи діамантовий олівець в горизонтальній площині, а галтелі — гойданням облямовування з олівцем в цій же площині. Бічні площини круга обробляють до необхідної ширини при поперечній подачі шліфувального круга. Шліфувальні круги рекомендується правити після шліфування одного-двох колінчастих валів.

Базовими поверхнями при шліфуванні корінних шийок є центрові отвори. Шліфування шатунових шийок проводять на верстаті, обладнаному центро зміщувачем, що забезпечують збіг осей шатунових шийок з віссю обертання верстата (рис.2.8, 2.9).

Крайні корінні шийки колінчастого валу закріплюють в патрон центро зміщувача, заздалегідь встановленого на необхідний радіус кривошипа, що забезпечує погрішність базування не більше 0,03 мм. Потім шатунові шийки виставляються тільки в горизонтальній площині. Заздалегідь шліфовану шийку виставляють призмою, остаточно — індикаторним пристроєм. Свідчення індикатора дорівнює половині припуску на шліфування. При остаточно відшліфованій шийці індикатор встановлюється на «нуль».

Припуск на шліфування залишають в межах 0,3...0,5 мм на сторону. У кожному конкретному випадку режими шліфування уточнюються залежно від жорсткості колінчастого валу.

Для запобігання появі мікротріщин при шліфуванні застосовують рясне охолодження. Струмінь рідини, що охолоджує, повинен повністю покривати робочу поверхню шліфувального круга. Як рідина, що охолоджує, використовують емульсію (10 г емульсивного масла на 1 л води).

					МР.ТС.21.01.20.00.00.00.ПЗ	Арк.
						46
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		

Втомна напруга виникає із-за нерівномірного зносу шийок, короткочасних перевантажень двигуна, нерівномірної подачі палива до циліндрів, зсуви опор блоку в зв'язку со старінням металу. Межа витривалості у таких колінчастих валів знижується на 20...25% в порівнянні з новими. Зона накопичення втомних пошкоджень у карбюраторних двигунів знаходиться в центральній частині шийок (щоки значно міцніші за шийки) в зоні масло-проводящих отворів, у дизельних — в зоні переходу галтелі в щоки валу. Основним небезпечним навантаженням для дизельних двигунів вважають момент (руйнування валу по щоках), що вигинає, а для карбюраторних — що крутить (руйнування валу по шийках).

При перешліфовуваннях валів карбюраторних двигунів віддаляються поверхневі шари шийок з втомними пошкодженнями, що накопичилися, а їх напругування приводить до розвантаження найбільш напружених шарів металу, що сприяє відновленню їх ресурсу. Для колінчастих валів дизельних двигунів перешліфовуванням повністю видалити напругу і гранично зруйновані шари металів в зоні галтелів практично неможливо, тому їх ресурс відновити не вдається.

Отже проблема підвищення опору втомі колінчастих валів особливо гостро стоїть в ремонтному виробництві. Так, перешліфовування нового колінчастого вала до 1-го ремонтного розміру знижує межу витривалості на 8%, а до 5-го - на 16,5%. Перешліфовування зношеного колінчастого вала - на 15% і 25% відповідно.

					МР.ТС.21.01.20.00.00.00.ПЗ	Арк.
						47
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		

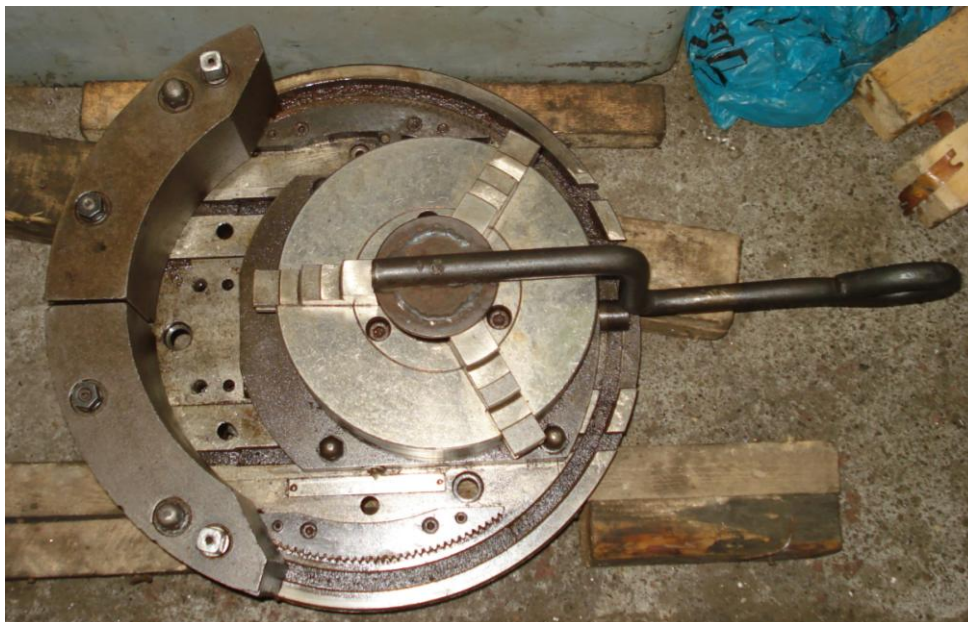


Рисунок 2.8. Центрозміщувач

При перешліфовуванні шатунних шийок на ремонтні розміри та різноманітних методах відновлення до номінальних не забезпечується точність їх кутового розташування, а також паралельність їх утворюючих по відношенню до поверхонь корінних. Це обумовлено пошкодженням або зім'яттям бічних граней шпонкових пазів, шліфуванням з базуванням по зношеній шийці та базуванню по відновленій шийці без врахування кутових відхилень, що приводить до підвищеної вібрації і зносу деталей шатунно-поршневої групи. От чому після ремонту слід контролювати не тільки лінійні, але і кутові параметри колінчастих валів [1,2].



Рисунок 2.9. Центрозміщувач на верстаті для перешліфовування колінчастих валів 3Д4230

Технологія відновлення на нормальний розмір, шийок колінчастих валів, заснована на нарощуванні матеріалу на зношену поверхню, різними способами з подальшою механічною обробкою (шліфуванням) до номінального розміру. До операцій нарощування відносяться: наплавлення під шаром флюсу, вібродугове наплавлення, автоматичне наплавлення в середовищі вуглекислого газу, нанесення гальванічних покриттів, напікання електроконтакта металевих порошків, електродугове, газополум'яне, плазмове і газодетонаційне напилення і ін.

На думку ряду авторів [3, 4, 5] більшість з цих способів мають ряд недоліків. В першу чергу вони надають термічну дію на основний матеріал відновлюваної шийки, зокрема на невідновні поверхні колінчастого валу, що, як правило, приводить до деформації колінчастого валу і знижує його втомну міцність.

Дослідження показують, що при контролі деталей після відновлення, дефекти, пов'язані з деформацією деталей повністю не усуваються у 34,4% відремонтованих деталей, крім того, у 88 % деталей спостерігаються відхилення взаємного розташування робочих поверхонь. Особливо характерні, що при дослідженні було виявлено, що викривлення практично виявилось не ліквідованим у всіх деталей що мають цей дефект [6,7,8] .

Дослідження зміни кутових параметрів колінчастих валів при шліфуванні та відновленні проводили на дільницях по перешліфовуванню колінчастих валів автотранспортних підприємств регіону. Встановлено, що при шліфуванні шатунних шийок базування здійснюється по спрацьованій шийці по методу 4 точок (рис. 2.10) для збереження ремонтного розміру. При цьому збільшується радіус кривошипу R на величину k та змінюється кутове положення шатунних шийок з урахуванням величини s .

					МР.ТС.21.01.20.00.00.00.ПЗ	Арк.
						49
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		

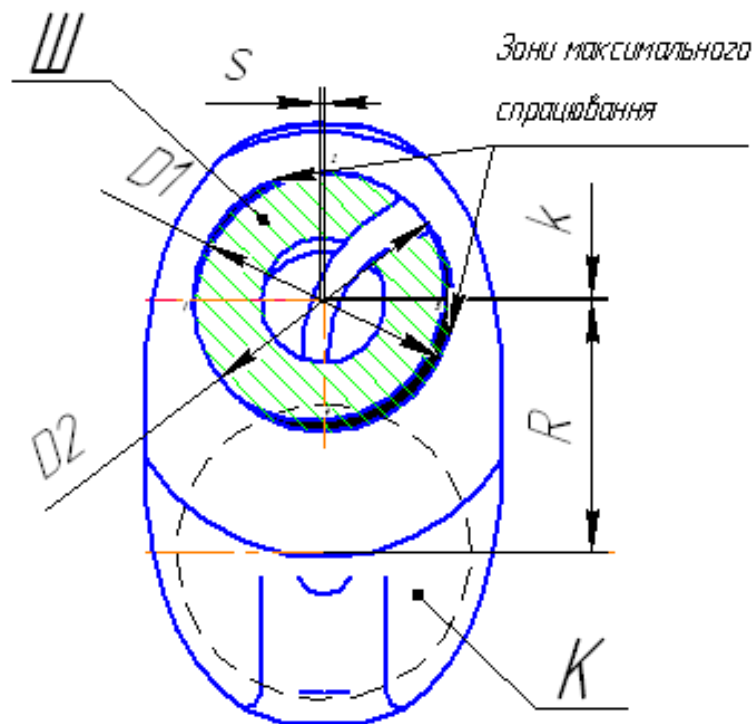


Рисунок 2.10. Схема базування спрацьованої шийки по методу 4 точок та можливі відхилення: 1,2,3,4 точки базування; Ш та К – шатунна та корінна шийки; R – радіус кривошипу; D1 – діаметр шатунної шийки до спрацювання; D2 – прогнозований діаметр ремонтного розміру; збільшення радіусу кривошипу s; відхилення вісі шатунної шийки k.

Дані відхилення негативно впливають на параметри роботи двигуна [5, 7, 8]. Однією з причин відхилень є відсутність надійної методики контролю.

2.3.2. Зміни просторової геометрії колінчастих валів при відновленні

Коли повністю використані передбачені конструкторами міжремонтні розміри, що відповідає максимальному накопиченню втомної напруги, на зношені шийки колінчастого валу наносять металопокриття.

Більше 85 % об'єму відновлення шийок колінчастого валу виконуються зварювально-наплавлювальними методами.

Зношені поверхні під шків і шестерні нарощують на наплавлювальному верстаті У-651у4 або на токарно-гвинторізному, оснащеному наплавлювальною головкою ОКС-6569, наплавленням електродуги дроту 18ХГС або 30ХГС діаметром 1,0-1,5 мм в середовищі вуглекислого газу.

Після наплавлення перевіряють стан центрових отворів. Видимі забоїни, вм'ятини і сліди корозії виправляють розточуванням на токарно-гвинторізному

					МР.ТС.21.01.20.00.00.00.ПЗ	Арк.
						50
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпи.	Дата		

верстаті типу 1М63 або 16К20. Для цього вал затискають в патроні за першу корінну шийку, а під крайню встановлюють люнет. Потім вивіряють вал і доби- ваються, щоб биття корінної шийки було не більше 0,03 мм. виправляють цен- тровий отвір проточуванням до виведення слідів зносу.

Для виправлення другого центрального отвору вал затискають в патроні за поверхню під шестерню колінчастого валу, а люнет встановлюють під першу корінну шийку і підтискають центром, що обертається. Наплавлені поверхні проточують на верстаті типу 1М63 із застосуванням різців з твердосплавними пластинами мазкі ТК. Шліфування оброблених поверхонь проводять на круглошліфовальних верстатах типу 3Д4230.

Паз шпони заварюють в середовищі вуглекислого газу і наплавляють всю шийку валу дротом 08Г2С або 08ГС товщиною 0,8... 1,2 мм на напівавтоматі А-547у або ЦДГ-301 для дугової зварки. Паз заварюють на всю глибину з переви- щенням наплавленого шару над рештою поверхні приблизно на 1 мм. Фрезеру- ють пази шпон на горизонтально-фрезерному верстаті типу 6Р82Г. Для точного розміщення і обробки паза застосовують спеціальне пристосування. Контролю- ють положення паза щодо діаметральної площини і кутовий зсув щодо осі пер- шого кривошипа.

Для зміцнення валів застосовують накочення галтелів роликами з твердосплава. Накатні пристрої повинні забезпечувати пневматичне, гідравлічне або пневмогідравлічне статичне (ненаголошене) вантаження роликів і мати ав- томатичний регулятор тиску для підтримки постійного зусилля накочення необхідної величини. Підведення роликів, досягнення необхідних зусиль нако- чення, а також зняття навантаження (відведення роликів) слід здійснювати плав- но при колінчастому валу, що обертається. Накочення нерухомого валу накат- ними пристроями, що обертаються, не рекомендується, оскільки це веде до фіксації прогину від власної ваги. Припинення обертання валу в процесі нако- чення не допускається. В процесі накочення зміцнювана поверхня галтелів по- винна змащуватися рідким машинним маслом (93...95%) в суміші з олеїноюю кислотою (5...7%). Змащуюча рідина не повинна містити металевих або абразив-

					МР.ТС.21.01.20.00.00.00.ПЗ	Арк.
						51
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпи.	Дата		

них

домішок.

Частота обертання колінчастого валу повинна бути в межах $40...60 \text{ хв}^{-1}$; тиск роликів на галтелі — $8000...8500 \text{ Н/м}^2$; час зміцнення (обкатки) — $0,12...0,18 \text{ хв}^{-1}$; повне зміцнення галтелів на всіх шатунових шийках виконують за $2,5... 3,0 \text{ хв}^{-1}$.

Галтелі колінчастих валів обробляють по схемі «на врізання» обкатують за допомогою пристрою, що дозволяє застосовувати деформуючі ролики мінімального діаметру і знижувати тим самим силу обкатування. Деформуючі конічні ролики розміщені в сепараторові і контактують з опорним конусом, змонтованим в корпусі. Для запобігання односторонньому вантаженню колінчастого валу служать два підтримуючі ролики, кожен з яких спирається на два роликотопідшипники, розташованих в нижній головці. Деформуючі і підтримуючі головки встановлюють в навантажуючому пристрої кліщового типу, змонтованому на токарному верстаті, наприклад 1К62. Сила деформації створюється гідроциліндром, що впливає на важелі кліщового пристрою. На зміцнення не роблять вплив відхилення лінійних розмірів шийок, а робоча і опорна частини деформуючих роликів розділені, ніж істотно підвищується їх довговічність.

Діаметр деформуючого ролика — 12 мм, кут конуса — 25° , кут опорного конуса — 46° . Радіуси закруглення ролика відповідають мінімально допустимим радіусам галтелям. Для запобігання залишковій деформації валу обкатування проводять в три-чотири переходи (по декілька шийок в кожному переході). Силу в кожному переході створюють так, щоб деформація валу, що утворилася за попередній перехід, компенсувалася при подальшому переході. В результаті досягається співісна корінних шийок $0,01...0,03 \text{ мм}$, не потрібна холодна правка валу, а їх опір втомі підвищується на $55... 75 \%$.

Знос поверхні отвору під підшипник первинного валу коробки передач відновлюється установкою втулки подальшій схемі. На токарному верстаті 1М63 розточується зношена поверхня під втулку по легкопрессовой посадці. Втулка запресовується і розточується на розточувальному верстаті в номінальний розмір.

					МР.ТС.21.01.20.00.00.00.ПЗ	Арк.
						52
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпи.	Дата		

Знос отворів під болти кріплення, заломі болтів і шпильок відновлюються по наступній схемі. На радіально-сверлильному верстаті в поворотному пристосуванні свердлом Ø6,7 свердлиться отвір в штифті, нарізається різьблення М8 і віддаляється штифт.

Заламані болти висвердлюються свердлом Ø17 і нарізається різьблення під спіральну вставку Сп15,9х1,5 6н мітчиком. Потім встановлюється спіральна вставка.

Після виправлення вказаних вище дефектів вали передаються на обробку шийок в ремонтні розміри. Використовуються круглошліфувальні верстати 3423, 3162 або спеціалізовані моделей БКО-50, БКД-50. Обробка ведеться кругами Пп900х36,8х305, Пп900х67,5х305 91А-25НСИ-27К5.

Фаски на масляному каналі знімаються кінцевою фрезою ГОСТ 18947-73 012 і зачищаються бруском Бп80х7х25 63СМ20-М14СМ1 КЛА ГОСТ 2456-79, використовується шлифмашинка ПП1011.

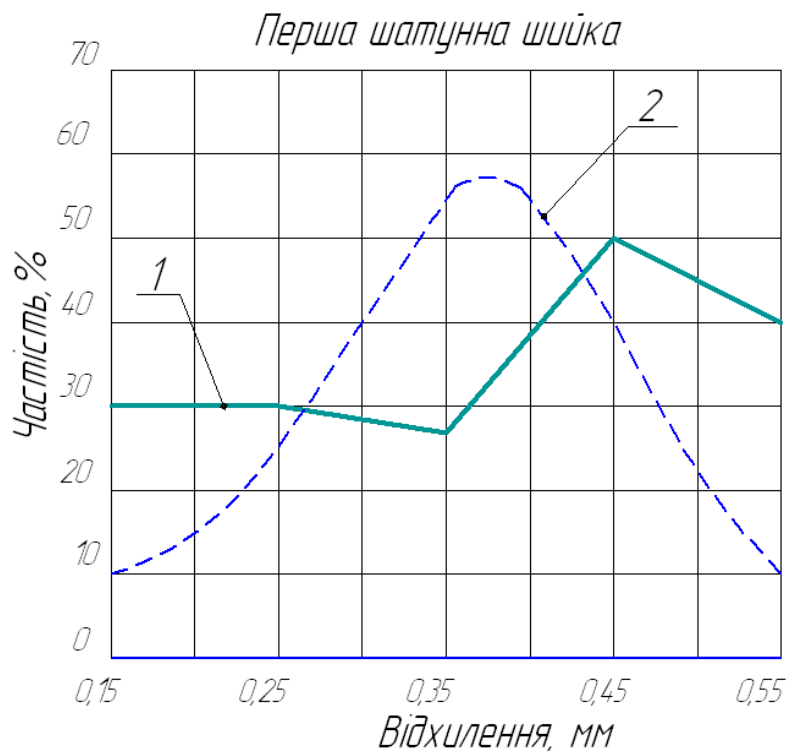
Суперфініш проводиться бруском Бс5,5х10х45 63СМ20СТ2КЗЛ на верстаті моделі 3875.

Остаточний колінчастий вал полірується на верстаті моделі 3845 полірувальною стрічкою БММШ 175х50000х35 14АМ40 і БММШ 175х50000х68 14АМ40. У дрібносерійному виробництві суперфінішування і полірування замінюються поліруванням жимками з пастою ГОІ.

Математична обробка даних мікрометражу проведена на компютері із застосуванням програми Mathkad.

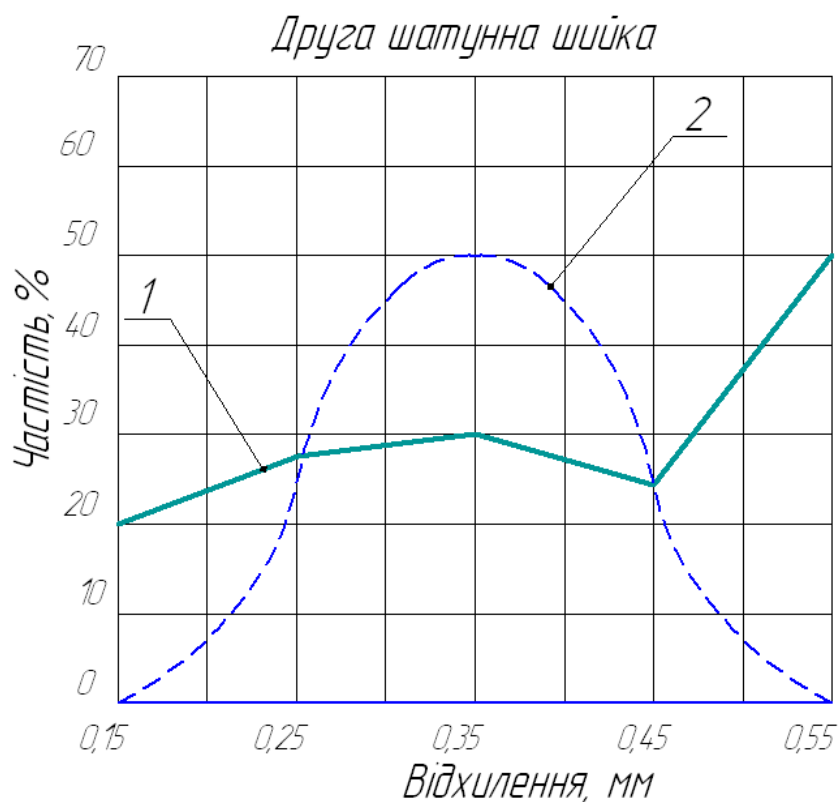
Визначені статистичні характеристики всіх кривих: математичне очікування – X ; стандарт або середнє квадратичне відхилення – δ ; мода – Mo ; медіана – Me ; асиметрія – a_s ; ексцес – e_k (рисунок 2.11).

					МР.ТС.21.01.20.00.00.00.ПЗ	Арк.
						53
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпи.	Дата		



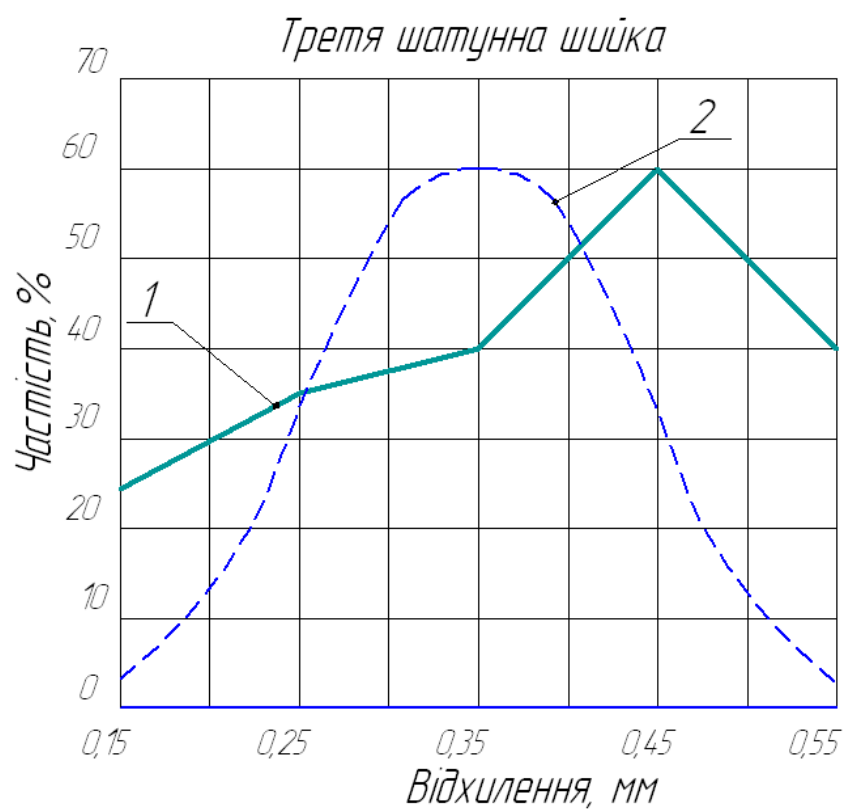
1 – емпірична крива розподілу; 2 – теоретична крива для закону нормального розподілу

N	75
$\bar{x}$	0,039
δ	0,015
Mo	0,038
Me	0,038
a_s	0,436
e_k	-0,465
χ^2	8,700
$P(\lambda)$	0,120
%	92



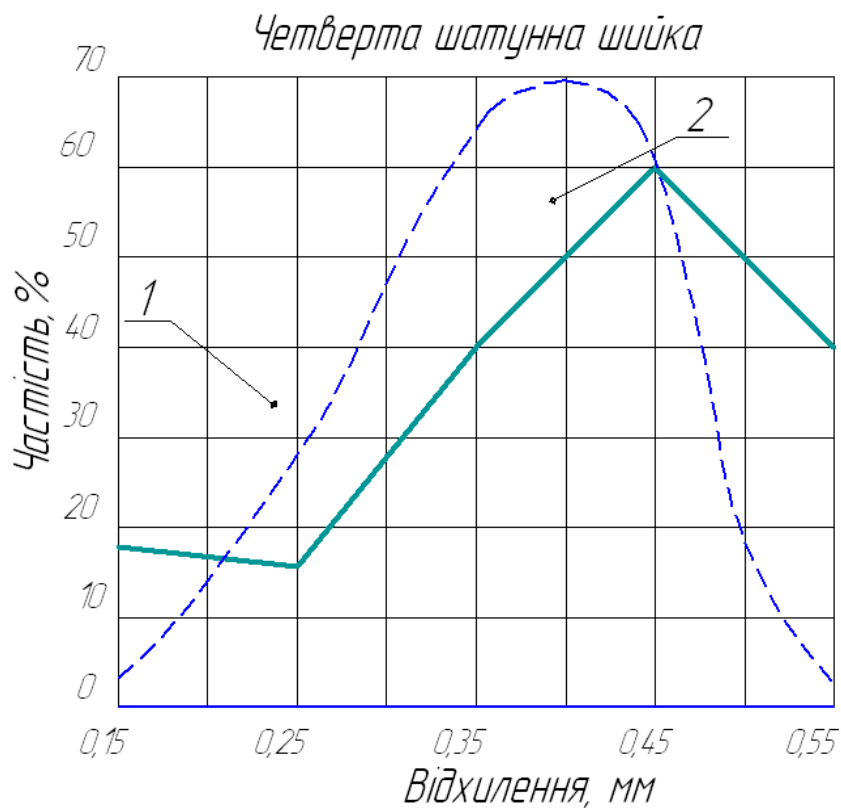
1 – емпірична крива розподілу; 2 – теоретична крива для закону нормального розподілу

N	75
$\bar{x}$	0,035
δ	0,018
Mo	0,034
Me	0,033
a_s	-0,198
e_k	-1,009
χ^2	8,800
$P(\lambda)$	0,230
%	80



N	75
$\bar{x}$	0,038
δ	0,013
Mo	0,038
Me	0,037
a_s	0,558
e_k	0,250
χ^2	9,00
$P(\lambda)$	0,540
%	83

1 – емпірична крива розподілу; 2 – теоретична крива для закону нормального розподілу



N	75
$\bar{x}$	0,040
δ	0,017
Mo	0,039
Me	0,038
a_s	-0,721
e_k	-0,239
χ^2	9,100
$P(\lambda)$	0,390
%	93

1 – емпірична крива розподілу; 2 – теоретична крива для закону нормального розподілу

Рисунок 2.11. Криві розподілу та статичні характеристики відхилень скруче-

ності колінчастих валів дизелів.

Більшість відомих способів відновлення розмірів шийок валів (наплавлення, осталювання, електрометалізація і ін.) призводить до різкого зниження опору втомі валів. Межа витривалості зменшується до 10-30% (іноді - до 60%).

2.3.3. Дослідження зміни просторової геометрії колінчастих валів в залежності від умов експлуатації

При експлуатації колінчастого валу, в результаті короточасних перевантажень і динамічних навантажень, нерівномірного зносу, і ряду інших причин, в ньому виникають і накопичуються внутрішня напруга і втомні пошкодження. Колінчастий вал втрачає первинні геометричні параметри і фізико-механічні властивості, тим самим, викликаючи різні дефекти, що приводять до значного зменшення ресурсу, як кривошипно-шатунного механізму, так і двигуна в цілому.

На думку академіка Черноіванова В.І. в даний час в ремонтному виробництві найгостріше стоїть проблема, пов'язана з відновленням просторової геометрії ресурсо визначаючих деталей [1].

Одними з поширених є дефекти, пов'язані із зміною просторової геометрії колінчастого валу. До них відносяться вигин, зміна радіусу кривошипа і кутовий зсув від номінального положення осей шатунних шийок колінчастого валу (скрученість колінчастого валу), биття допоміжних поверхонь і ін. В процесі експлуатації через низку обставин (недостатню жорсткість, накопичення залишкової напруги і так далі) в колінчастих валах відбуваються зміни просторового положення. Як правило ці зміни ведуть до підвищення інтенсивності зносу колінчастого валу, циліндро-поршневої групи і двигуна в цілому [6,7,8].

Скрученість колінчастого валу надає значний вплив на параметри роботи ДВЗ. Так за наявності скрученості при установці оптимального кута випередження запалення по одному циліндру, для решти циліндрів виходять різні кути випередження запалення. Унаслідок чого погіршується процес згорання палива в різних циліндрах, що призводить до зниження потужності, підвищення витрати палива і інтенсивного зносу основних деталей шатунно-поршневої групи і двигуна в цілому [9].

					МР.ТС.21.01.20.00.00.00.ПЗ	Арк.
						56
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпи.	Дата		

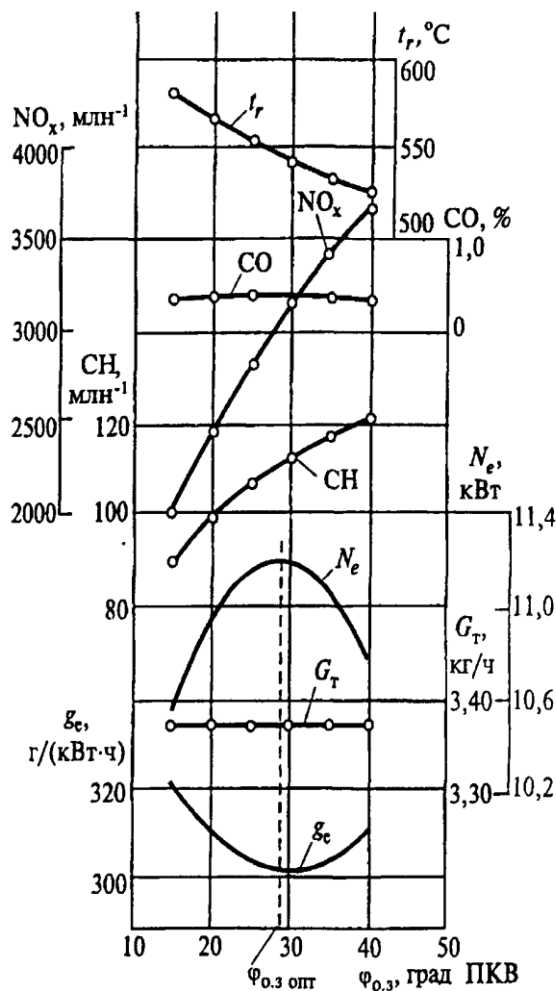


Рисунок 2.12. Регулювальна характеристика по куту випередження запалення.

Регулювальні характеристики по випередженню запалення (рис.2.12) показують, що незначна зміна кута випередження запалення призводить до зниження ефективної потужності і збільшення питомої витрати палива. Перевищення в два рази допустимого зсуву шатунних шийок колінчастого валу від номінального положення приводить до підвищення дисбалансу двигуна в 1,6-2,2 разу, зростанню динамічних навантажень і, як наслідок, підвищеному зносу корінних і шатунних шийок колінчастого валу. Крім того, скрученість колінчастого валу приводить до порушення робочого циклу двигуна, а також до зменшення його ресурсу до 30% [6,9].

При відновленні колінчастих валів з дефектом скрученості для якісної дефектації потрібний спеціальний мірний інструмент і устаткування. Існуюче устаткування (засоби вимірювання і контролю, оснащення і пристосування) в ремонтному виробництві все ще не дозволяють забезпечити необхідну точність при дефектації просторової геометрії деталей і якість обробки поверхонь при відновленні. Це є однією з важливих причин, що ресурс відремонтованих машин, вузлів і агрегатів складає 30...60% від ресурсу нових [2,8].

Метою досліджень було статистичне підтвердження наявності дефекту скрученості для колінчастих валів, виготовлених з різних матеріалів (сталеві та чавунні), з різними радіусами кривошипів, виявлення певних закономірностей кутового зсуву по окремих шатунових шийках, і вірогідних причин сприяючих виникненню даного дефекту.

Дослідженню були піддані як сталеві, так і чавунні колінчасті вали автотракторних двигунів, що поступають на відновлення методом ремонтних розмірів. Колінчасті вали мали різні радіуси кривошипів з розташуванням пар шатунових шийок під 180° . Для контролю зміни кутових параметрів колінчастих валів застосовувалась розроблена методика в котрій при вимірах базою валів слугувала загальна площа перших корінної і шатунної шийок (площина 1-го кривошипа). По відношенню до неї досліджувались допустимі кутові відхилення осей пазів, шпонок і площин решти кривошипів. Згідно методики при вимірюваннях враховувалися дефекти колінчастого валу, що впливають на дійсні свідчення скрученості.

Проведений дослідження і подальша статистична обробка даних показали, що до 70% колінчастих валів мали значення скрученості, що перевищують параметри, встановлені технічними вимогами. Набутих значень скрученості по окремих шатунових шийках мали наступні значення: для 2-ої шатунової шийки - 69%; для 3-ї - 64% і для 4-ої - 30%. Було відмічено явно виражений кутовий зсув «пар» шатунових шийок (співісних). Крім того, максимальні значення скрученості були відмічені на колінчастих валах тих, що працювали в режимі сухого тертя, тобто на валах, працювали в режимі катастрофічного спрацювання.

Було виявлено, що скрученість має як експлуатаційну, так і технологічну спадковість і, більшою мірою, виявляється на чавунних колінчастих валах, чим на сталевих.

Дослідження показали, що максимальні свідчення скрученості характерні для валів тих, що пропрацювали в режимі сухого тертя, тобто в режимі катастрофічного спрацювання (експлуатаційна спадковість). Крім того, для значної частини колінчастих валів, характерна скрученість співісних шатунових шийок щодо інших співісних шатунових шийок (технологічна спадковість).

Досліджено вплив на дійсне значення зсуву шатунових шийок по параметру скрученості дефектів колінчастого валу.

					МР.ТС.21.01.20.00.00.00.ПЗ	Арк.
						58
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпи.	Дата		

За наслідками вимірювань було визначено істотний вплив на дійсне значення кутового положення шатунових шийок дефектів колінчастого валу, таких як вигин і знос шатунових шийок, а також незначний вплив робить погрішність базування валу при вимірюваннях. Зазначено, що дефекти колінчастого валу роблять істотний вплив на вимірювання параметрів кутового зсуву шатунових шийок при дефектуванні. При зміні значень вигину колінчастого валу 0,2 мм погрішність у вимірюваннях зсуву шатунових шийок по параметру скрученості може досягати 0,15 мм.

При дослідженні впливу на вимірювання кутового положення шатунових шийок погрішності, пов'язаної з вигином колінчастого валу враховувалися не тільки абсолютні значення вигину, але і напрям прогину.

Зменшення настановного кута випередження уприскування палива, спостережуване, згідно у 30-35% дизелів, приводить до зсуву згорання на лінію розширення, уприскуване в циліндр паливо не встигає згоріти повністю, в результаті димність зростає на 25-30%.

При зміні кута випередження уприскування палива дуже сильно змінюються умови передполум'яної підготовки, оскільки фізичні параметри заряду поблизу верхньої мертвої точки при його стисненні значно змінюються. Вплив зміни кута випередження уприскування палива на показники робочого процесу приведений на мал. 2.9 .

Кут випередження уприскування палива в початковий період експлуатації майже повністю відповідає дійсному моменту уприскування, але в процесі роботи дизеля через зносу плунжерних пар, збільшення зазорів, зменшення тиску початку підйому голки форсунки він змінюється. Уприскування палива особливе інтенсивно змінюється у бік запізнювання в перші години роботи нового двигуна унаслідок комплексного впливу всіх чинників [10]. Витоки через прецизійні пари також роблять вплив на кути випередження і тривалості подачі: затягують початок і прискорюють завершення уприскування палива. У зв'язку з не ідентичністю прецизійних пар, викликану технологією виготовлення і погрішністю регулювань геометричного початку подачі палива розкид параметра в експлуатації також значний для кожного циліндра [10].

					МР.ТС.21.01.20.00.00.00.ПЗ	Арк.
						59
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпи.	Дата		

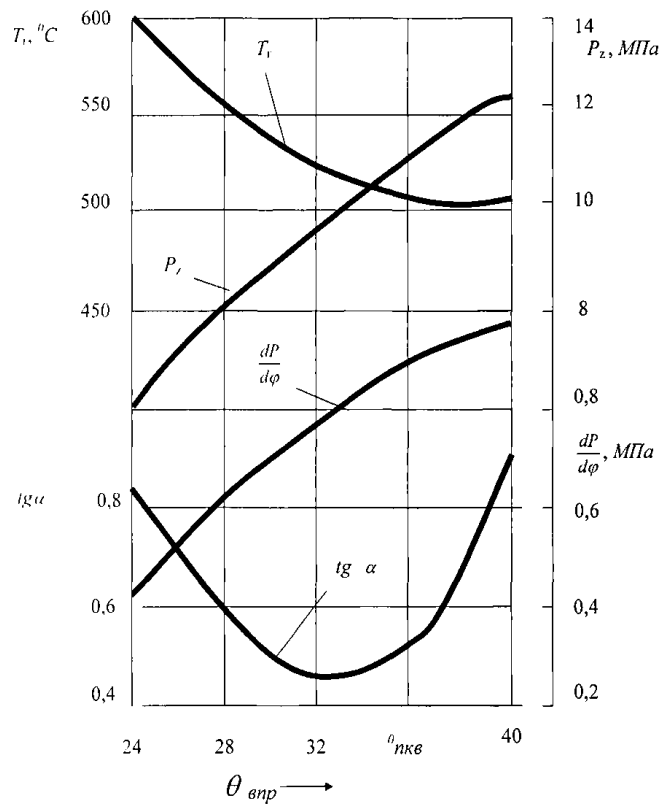
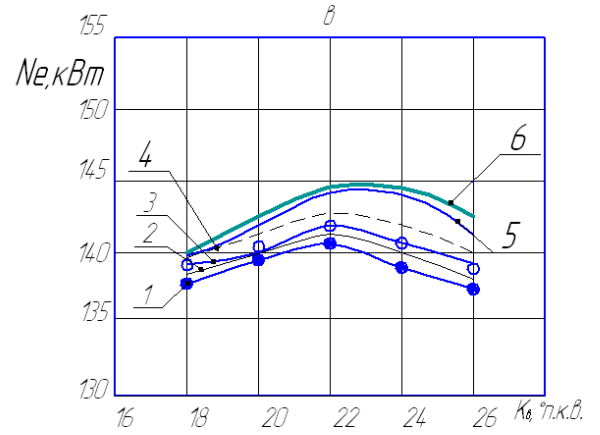
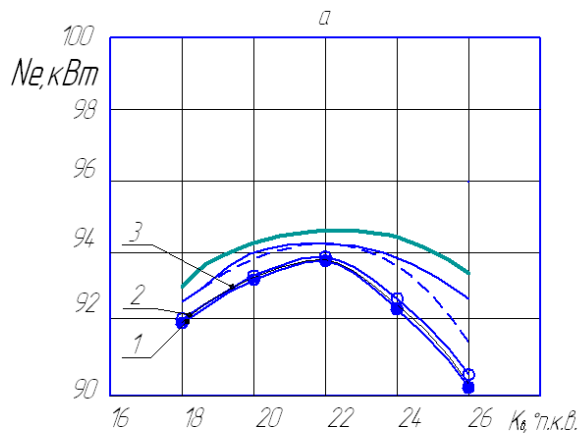


Рисунок 2.14. Зміна показників робочого процесу і швидкості зносу залежно від кута випередження уприскування палива (дизель 84 В/14, $P_e=0,53$ МПа, $n=1600$ хв⁻¹)

У свою чергу, унаслідок значущої чутливості до противотиску, що створюється в циліндрі дизеля, дійсний кут випередження уприскування палива залежить від стану деталей кривошипно-шатунного механізму [10].

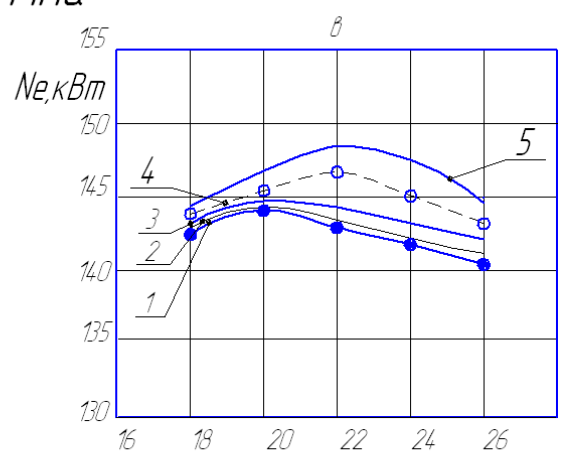
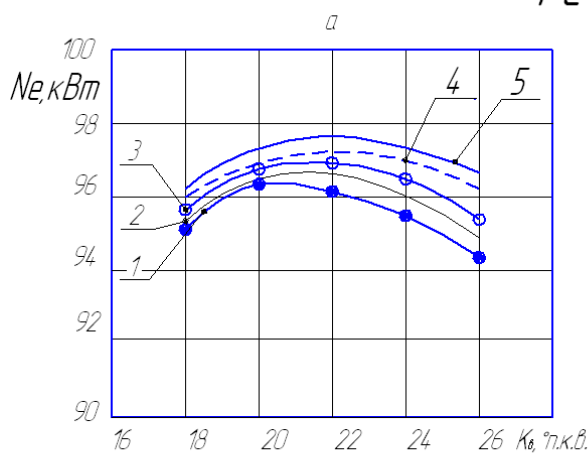
Для дизеля ЯМЗ-236 з $P_c=3,2-3,3$ МПа при збільшенні кута випередження уприскування палива (рис.2.14) на 6 °п.к.в. і збільшенні тиску початку підйому голки форсунки на 4 МПа ефективна потужність дизеля на режимі повних навантажень зростає на 2,5%, на режимі максимального моменту, що крутить, - на 2,3%. Подальше збільшення тиску початку підйому голки форсунки не робить скільки-небудь помітного впливу на зростання ефективної потужності. При установці кута випередження уприскування палива понад 24 п.к.в. спостерігається зниження ефективної потужності. При установці кута випередження уприскування палива понад 24 п.к.в. спостерігається зниження ефективної потужності.

$P_c=3,2-3,3 \text{ МПа}$



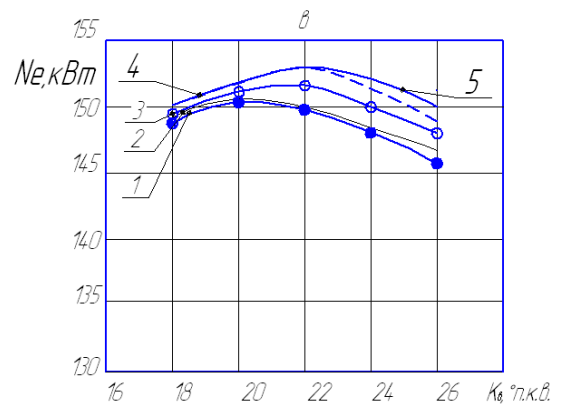
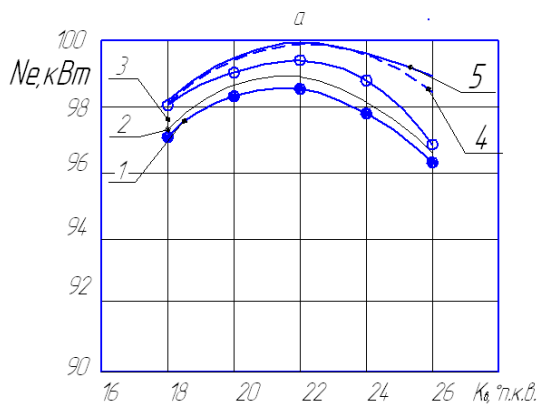
- 1 - $P_{\phi} = 19,5 \text{ МПа}$ 2 - $P_{\phi} = 20,5 \text{ МПа}$
 3 - $P_{\phi} = 21,5 \text{ МПа}$ 4 - $P_{\phi} = 22,5 \text{ МПа}$
 5 - $P_{\phi} = 23,5 \text{ МПа}$ 6 - $P_{\phi} = 24,5 \text{ МПа}$

$P_c=3,4-3,5 \text{ МПа}$



- 1 - $P_{\phi} = 19,5 \text{ МПа}$ 2 - $P_{\phi} = 20,5 \text{ МПа}$
 3 - $P_{\phi} = 21,5 \text{ МПа}$ 4 - $P_{\phi} = 22,5 \text{ МПа}$
 5 - $P_{\phi} = 23,5 \text{ МПа}$

$P_c=3,6-3,7 \text{ МПа}$



- 1 - $P_{\phi} = 19,5 \text{ МПа}$ 2 - $P_{\phi} = 20,5 \text{ МПа}$
 3 - $P_{\phi} = 21,5 \text{ МПа}$ 4 - $P_{\phi} = 22,5 \text{ МПа}$
 5 - $P_{\phi} = 23,5 \text{ МПа}$

Рисунок 2.14. Регулювальні характеристики дизельного двигуна ЯМЗ з обертами $a=1600 \text{ хв}$ $b=2600 \text{ хв}$ $P_y=100\%$ по куту випередження уприскування палива при зміні тиску початку підйому голки форсунки

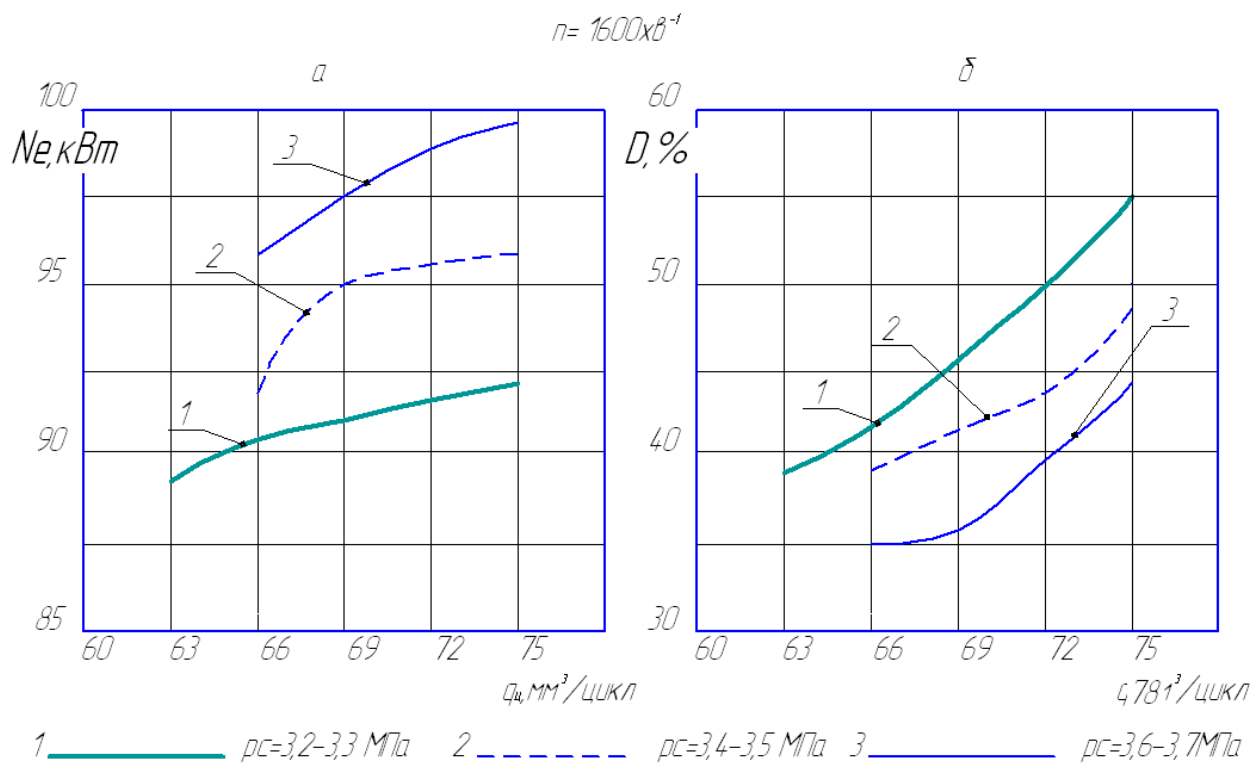


Рисунок 2.15. Вплив величини номінальної циклової подачі а) на ефективну потужність і б) на димність ВГ дизеля (дизель ЯМЗ-236, $P_e=100\%$, $n = 1600 \text{ хв}^{-1}$)

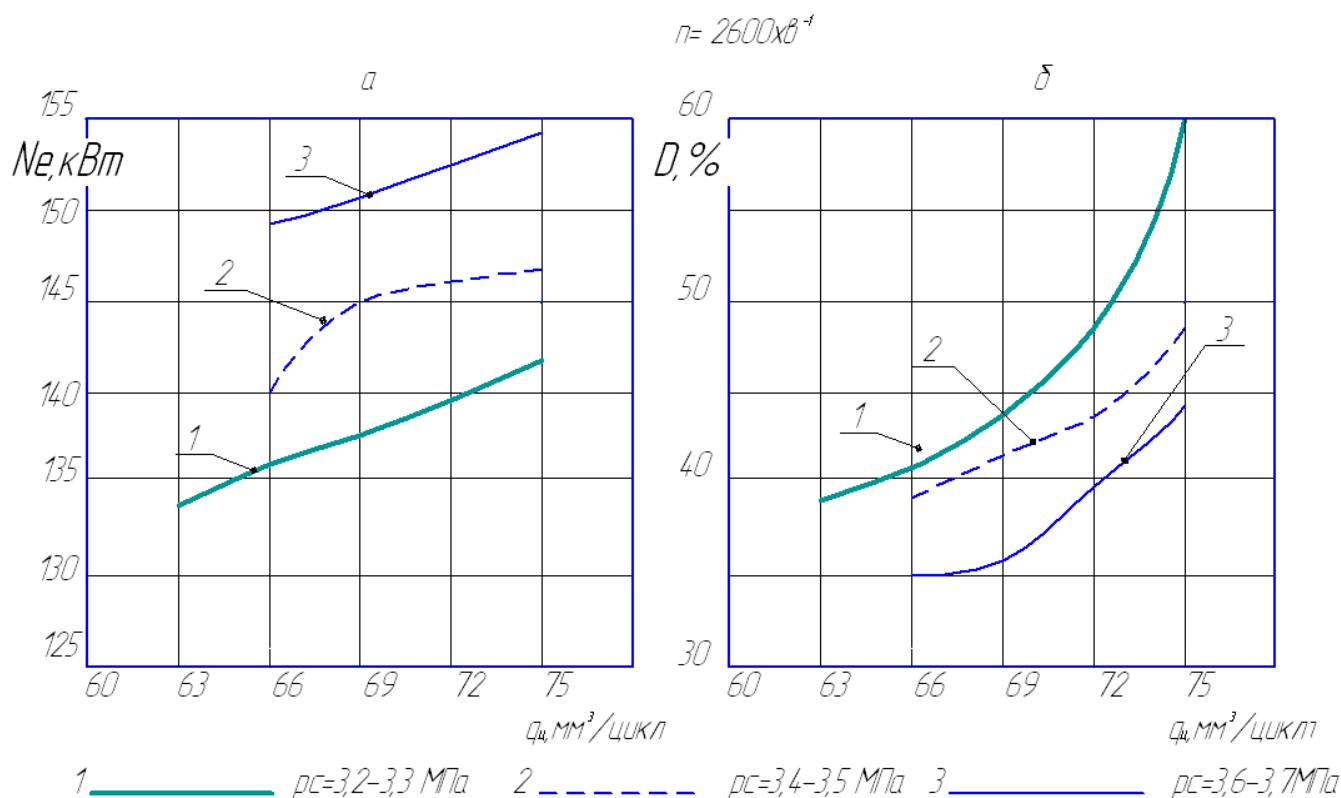


Рисунок 2.16. Вплив величини номінальної циклової подачі а) на ефективну потужність і б) на димність ВГ дизеля (дизель ЯМЗ-236, $P_e=100\%$, $n = 2600 \text{ хв}^{-1}$)

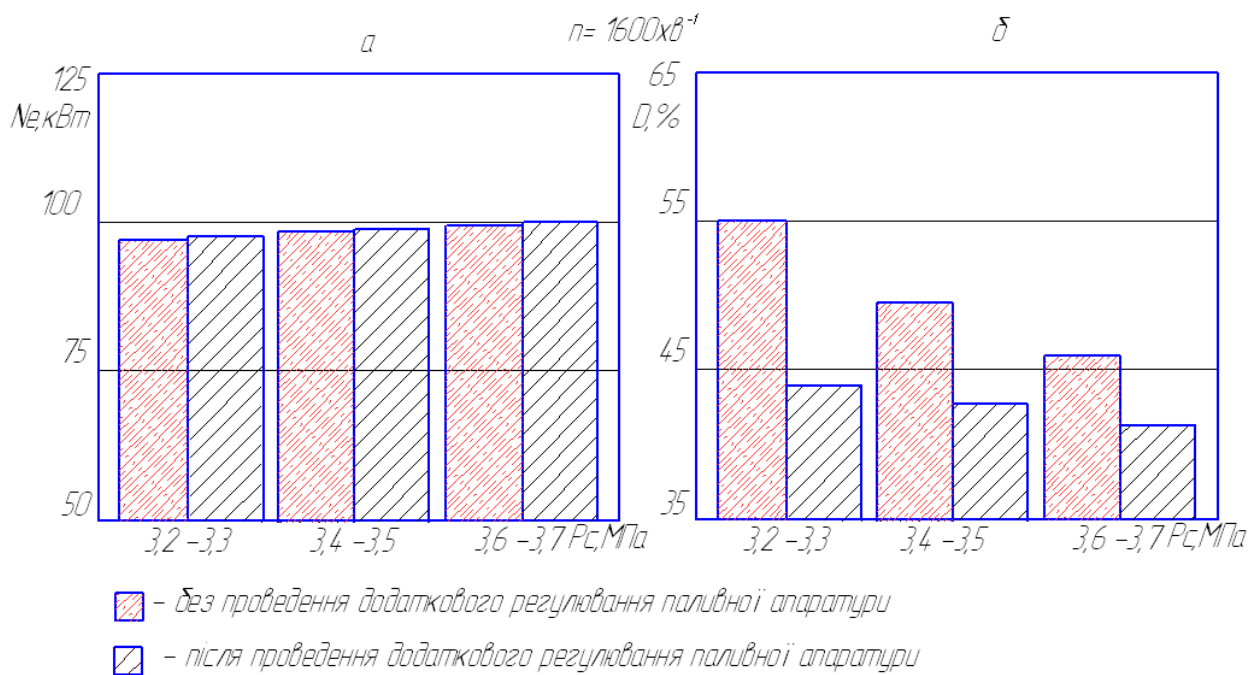


Рисунок 2.17. Вплив додаткового регулювання паливної апаратури а) на ефективну потужність і б) на димність відпрацьованих газів дизеля (дизель ЯМЗ-236, $P_B=100\%$, $n=1600 \text{ хв}^{-1}$)

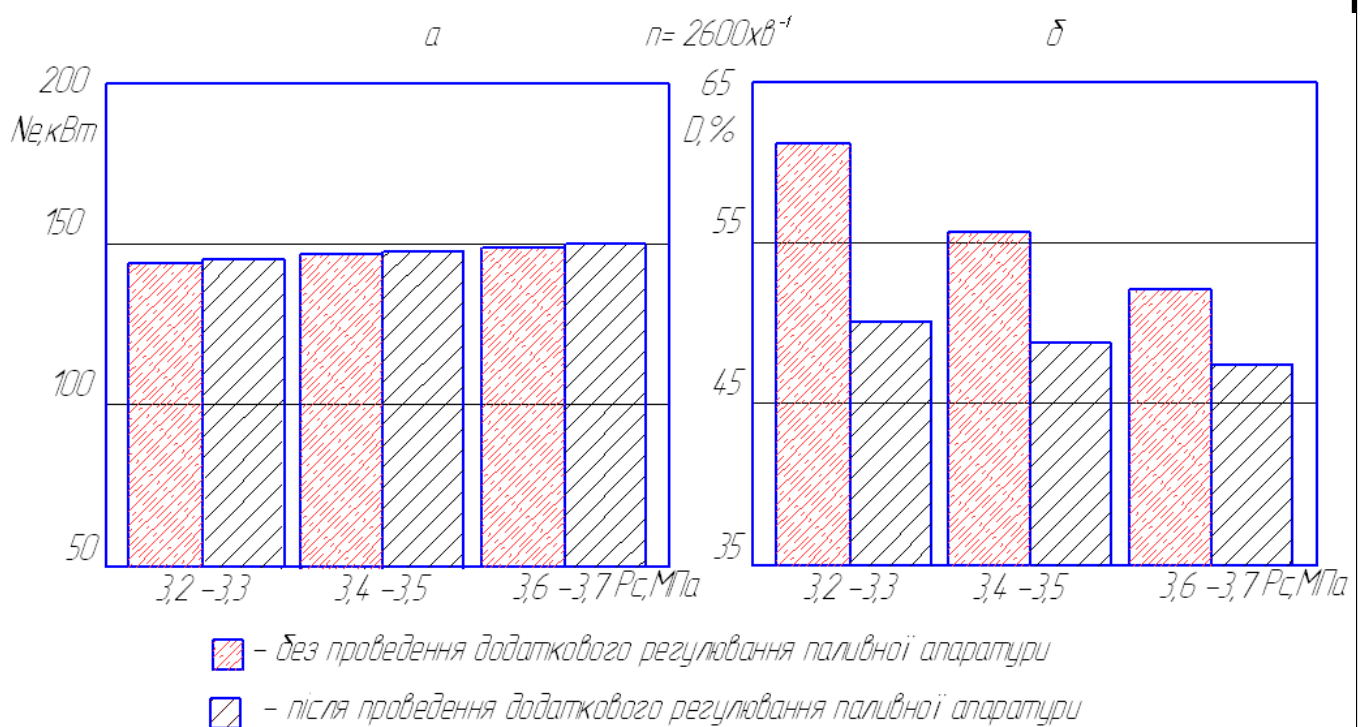


Рисунок 2.18. Вплив додаткового регулювання паливної апаратури а) на ефективну потужність і б) на димність відпрацьованих газів дизеля (дизель ЯМЗ-236, $P_B=100\%$, $n=2600 \text{ хв}^{-1}$)

Визначення регулювальних параметрів з використанням номограми

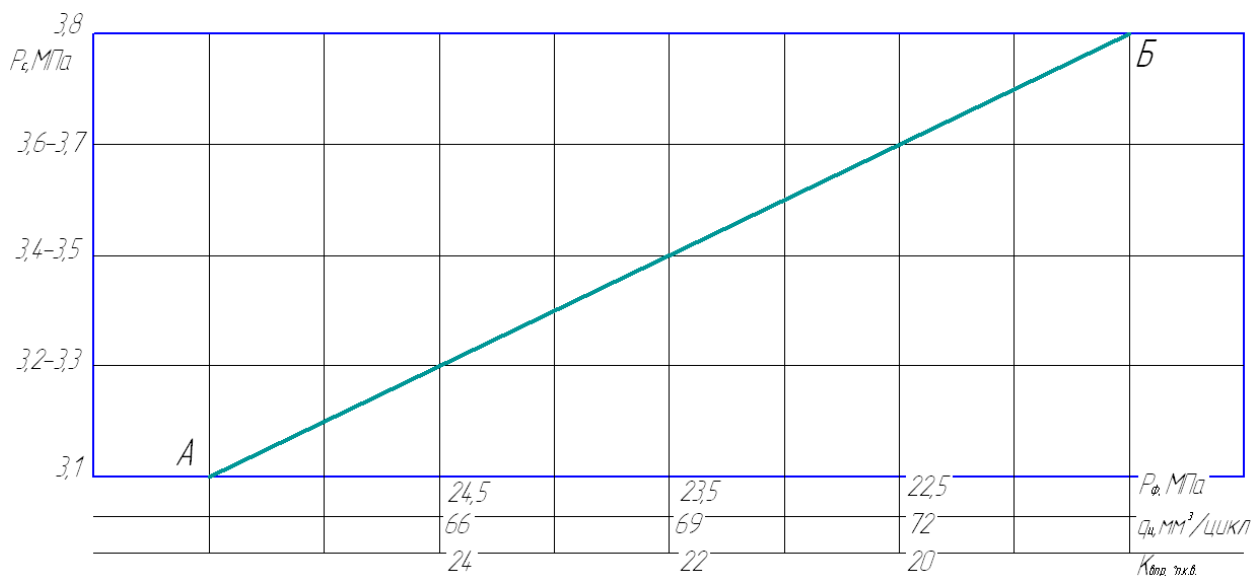


Рисунок 2.19. Схема для визначення регулювальних параметрів паливної апаратури дизеля ЯМЗ-236

Визначення регулювальних параметрів з використанням номограми здійснюється таким чином. Зміряний тиск кінця такту стиснення відкладається по осі P_c номограми. З отриманої крапки паралельно осі абсцис проводиться лінія до перетину з лінією AB . З отриманої крапки паралельно осі ординат проводиться лінія до перетину з осями абсцис. Точки перетину указують регулювальні параметри.

Таблиця 2.1. Регулювальні характеристики по куту випередження уприскування палива (Дизель ЯМЗ-236, тиск кінця стиснення 3,2-3,3 МПа, навантаження 100%)

Тиск початку підйому	Настановний кут випередження	Ефективна потужність, кВт ($n=2600 \text{ хв}^{-1}$)	Ефективна потужність, кВт ($n=1600 \text{ хв}^{-1}$)
19,5	18	138,2	91,89
	20	139,1	92,64
	22	139,7	93
	24	139,02	91,6
	26	138	90
20,5	18	138,4	92
	20	139,36	92,8
	22	140	93,2
	24	139,26	91,8
	26	138,3	90,2
21,5	18	138,5	92,1
	20	139,4	92,95
	22	140,1	93,3
	24	139,68	92

	26	138,7	90,4
22,5	18	139,1	92,1
	20	140,1	93,1
	22	141	93,7
	24	140,7	92,6
	26	139,8	91,1
23,5	18	139,4	92,1
	20	140,3	93,1
	22	141,1	93,8
	24	141,5	93,6
	26	140,77	92,42
24,5	18	139,6	92,2
	20	140,5	93,2
	22	141,3	94
	24	141,7	94
	26	141,2	93,2
25,5	18	139,71	92,3
	20	140,56	93,35
	22	141,3	94
	24	141,7	94
	26	141,4	93,51

Таблиця 2.2. Регульовальні характеристики по куту випередження уприскування палива (Дизель ЯМЗ-236, тиск кінця стиснення 3,4-3,5 МПа, навантаження 100%)

Тиск початку підйому голки	Настановний кут випередження уприскування палива ° п.к.в.	Ефективна потужність, кВт (n=2600 хв ⁻¹)	Ефективна потужність, кВт (n=1600х
19,5	18	142,49	95,62
	20	144,3	96,5
	22	144	96,49
	24	142,5	95,86
	26	140,65	94,99
20,5	18	142,8	95,83
	20	144,5	96,7
	22	144,26	96,8
	24	142,77	96,23
	26	141	95,43
21,5	18	143,1	96,03
	20	144,9	96,9
	22	144,82	97,01
	24	143,47	96,46
	26	142	95,8
22,5	18	143,4	96,17

	20	145,5	97
	22	145,9	97,3
	24	145	96,9
	26	143	96,35
	18	143,8	96,32
23,5	20	145,8	97,3
	22	146,6	97,6
	24	145,7	97,23
	26	144	96,71
	18	143,9	96,46
24,5	20	145,9	97,38
	22	146,6	97,6
	24	145,75	97,31
	26	144,42	96,8
	18	143,9	96,46

Таблиця 2.3. Регулювальні характеристики по куту випередження уприскування палива (Дизель ЯМЗ-236, тиск кінця стиснення 3,6-3,7 МПа, навантаження 100%)

Тиск початку підйому голки	Настановний кут випередження уприскування	Ефективна потужність, кВт (n=2600 хв ⁻¹)	Ефективна потужність, кВт (n=1600хв ⁻¹)
19,5	16	148	97,87
	18	150,16	99
	20	150,25	99,2
	22	148,63	98,6
	24	146,03	96,73
20,5	16	148,35	98,03
	18	150,4	99,17
	20	150,99	99,51
	22	149,37	98,95
	24	146,64	97,13
21,5	16	148,72	98,29
	18	151,2	99,46
	20	151,9	99,9
	22	150,85	99,2
	24	148,17	97,42
22,5	16	149,3	98,42
	18	151,6	99,88
	20	152,9	100,4
	22	152	99,83
	24	149,88	98,64
23,5	16	149,56	98,53
	18	151,7	99,9
	20	152,9	100,4
	22	152,2	100
	24	150,58	99

Таблиця 2.4. Вплив номінальної циклової подачі палива $q_{ц}$, мм /цикл на величину ефективної потужності N_e , кВт і димності відпрацьованих газів %

Тиск кінця стиснення P_c , МПа	$q_{ц}$ мм ³ /цикл	$n = 1600 \text{ хв}^{-1}$		$n = 2600 \text{ хв}^{-1}$	
		N_e	D , %	N_e , %	D , %
3,6-3,7	75	100	45	152,	48
	72	100	41	152,	41
	69	99	36	151,	38
	66	98	35	149,	37
3,4-3,5	75	97,	49	146,	50
	72	97	45	145,	46
	69	96,	42	144	42
	66	94	40	140	40
3,2-3,3	75	94	55	141,	60
	72	93,	51	141	50,9
	69	93	47	140	47
	66	92,	43	139	44
	63	91	39	136	40

Примітка: Приведені в таблицях результати отримані на підставі п'ятикратного повторення експериментів.

2.4. Висновки з дослідницького розділу

В результаті аналізу статистичних даних і проведених досліджень встановлено, що близько 80% колінчастих валів, що поступають на відновлення, мають зміни просторової геометрії. При цьому відомі в даний час засоби контролю кутового розташування шатунових шийок складні і не забезпечують достатньої точності вимірювань.

Встановлено, що при зміні відносного зносу шатунових шийок до 0,5 мм, погрішність у вимірюваннях зсуву шатунових шийок по параметру скрученості складає 0,25 мм; при зміні що значиться вигину колінчастого валу до 0,2 мм погрішність у вимірюваннях досягає 0,15 мм; погрішність базування колінчастого валу при дефектації склала не більше 0,05 мм, що трохи вплинуло на вимірювання шатунових шийок - 0,04 мм

3. Значний вплив на показники роботи і димність відпрацьованих газів дизеля надає зміна регульовальних параметрів паливної апаратури: кута випередження уприскування палива і тиску початку підйому голки форсунок, що виникли в результаті зміни просторового положення колінчастого валу, котрі викликають зміни радіуса кривошипу. Результати експериментів показали, що при комплексній дії регулювань паливної апаратури показники роботи дизеля можуть бути

значно покращувані при зниженні димності відпрацьованих газів.

Спочатку визначені значення тиску початку підйому голки форсунки і кути випередження уприскування палива, при яких досягається максимально можлива ефективна потужність, потім визначалася величина зниження номінальної циклової подачі палива на режимах максимального моменту, що крутить, і номінальної потужності для збільшення a до нормальних значень, тобто до моменту початку зниження ефективної потужності. Проведення регулювання забезпечує зниження димності відпрацьованих газів в середньому на 38-40% при зменшенні негативного впливу відхилень просторового положення колінчастого вала на показники роботи дизеля. Так, ефективна потужність дизеля зростає, а питома витрата палива знижується в середньому на 2,53%.

					МР.ТС.21.01.20.00.00.00.ПЗ	Арк.
						68
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		

ІІІ. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

3.1. Технологічний процес дефектації деталі, що відновлюється

В технологічному процесі відновлення деталі, процес дефектування займає важливе місце. Від якості і правильності дефектовки, вміло підібраних пристосувань і інструментів залежить не тільки правильність вибору маршрутів та способів відновлення деталі, але й економічна ефективність технологічних процесів, які розробляються в процесі роботи.

Дефектування деталі необхідно проводити згідно технологічних карт дефектації, в яких вказуються найменування та ймовірність виникнення дефектів, розміри поверхонь, які контролюються (номінальні, допустимі в sprzęженні з деталями, які були в експлуатації та новими), граничні розміри. На основі цих показників робиться висновок про загальний стан деталі. Контролю в процесі дефектації підлягають тільки ті поверхні деталі, які в процесі експлуатації піддаються пошкодженням або зношуванню і в подальшому підлягають відновленню.

За наслідками дефектування деталей складається загальна відомість дефектів, яка є основним документом для подальшого проведення ремонтних дій, операцій по відновлюванню деталей, атакож надає змогу визначити потребу в запасних частинах та розрахувати необхідну кількість ремонтних матеріалів згідно загальної програми ремонту. В процесі дефектування слід дотримуватись послідовності технологічного процесу дефектування, котрий вказано в типових технологічних картах процесу. При цьому спочатку приводяться дефекти, які найбільш часто зустрічаються. Дякуючи цьому зменшується трудомісткість процесу завдяки визначенню коефіцієнта частоти дефектів та визначенню конкретних технологічних методів відновлення деталі в залежності від конструкторських параметрів та експлуатаційних вимог та умов роботи.

					МР.ТС.21.01.30.00.00.00.ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Григоренко			Технологічний розділ			
Перевір.		Маркович						
Н.контр.		Красота						
Затвер.		Магопєць						
						Літ.	Аркуш	Аркушів
							67	31
						ЦНТУ		
						гр. АІ(ТС)-20МЗ		

Таблиця 3.1. Технологічний процес дефектації колінчастого вала двигуна

Найменування операції	Спосіб дефектовки	Розмір в мм		Висновок
		Номінальний діаметр	Допустимий без ремонту	
1	2	3	4	5
Виявлення обломів, тріщин	Огляд, дефектоскопія	—	—	Бракувати
Перевірка на радіальне биття шийки під маточину шків	Пристосування для контролю, штатив для вимірювання ГОСТ 10197-70	Радіальне биття відносно I та IV корінних шийок не більше 0,03...0,005 мм на відстані від передньої корінної шийки		Бракувати
Перевірка спрацювання шийки під шестерню	Скоба 50 ГОСТ 2015-79	50 ^{+0,05} _{+0,035}	49,96	Відновлювати
Перевірка спрацювання шийки під передню противагу	Скоба 71 ГОСТ 2015-79	71 ^{+0,065} _{+0,045}	70,96	Відновлювати
Перевірка спрацювання шийки під шків	Скоба 50 ГОСТ 2015-79	50 ^{+0,035} _{+0,018}	49,96	Відновлювати
Перевірка спрацювання шпоночних пазів	Калібр 11 ГОСТ 7951-69	11 ^{-0,015} _{-0,065}	11,1	Відновлювати
Перевірка довжини шатунних шийок	Калібр 50,32 ГОСТ 2015-69	50 ^{+0,100}	50,3	Бракувати
Перевірка збільшення довжини III-ї корінної шийки, задири або риски на упорній поверхні	Калібр 56,24 ГОСТ 2334-67, штангенциркуль НШ -1 -125-01 ГОСТ 166-73	56 ^{+0,08}	56,24	Ремонтувати

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5
Прогин валу	Пристосування для контролю колінчастих валів	Радіальне биття середніх корінних шийок відносно I та IV шийок не більше 0,03		Правити
Перевірка спрацювання корінних шийок відповідно від НІ до РЗ ремонтного розміру	Мікрометр МК 75-100 ГОСТ 6507-80	75,25 _{-0,023} і далі через 0,25	75,23	Ремонтувати
Перевірка зміни радіусу кривошипа	Пристосування	70 ^{-0,08}	69,5	Ремонтувати
Перевірка спрацювання шатунних шийок від НІ до РЗ ремонтного розміру	Мікрометр важільний МРН 50-75 ГОСТ 4381-78	68,25 _{-0,023} і далі через 0,25	68,23	Ремонтувати
Перевірка спрацювання отворів під болти кріплення маховика: I – ремонтний розмір II – ремонтний розмір	Калібр-пробка ГОСТ 2015-79	14,06 14,31	14 ^{+0,035} 14,25 ^{+0,035}	Ремонтувати
Перевірка на биття отворів поверхні фланця	Пристосування для контролю: розмір “а” 12,2-0,63	Вимоги відносно I та IV корінних шийок не більше 0,05		Ремонтувати
Перевірка на радіальне биття отвору під підшипник ведучого вала коробки передач	Пристосування для контролю	0,06	0,07	Ремонтувати

3.2. Характеристика дефектів, складання технологічних маршрутів відновлення деталі

Для вибору технологічного способу відновлення деталі виходять із величини і характеру спрацювання деталі, експлуатаційних умов роботи, а також виробничо - технічних можливостей ремонтного підприємства, виробничої програми, типу ремонтного виробництва та економічної доцільності відновлення деталей. При цьому враховують конструкторські розміри, конфігурацію, матеріал та термічну обробку деталі, яка відновлюється.

По межі витривалості та технічним ресурсам можна оцінити експлуатаційну надійність вибраного способу.

При цьому коли показники економічної доцільності відновлення конкретної деталі складають більше одиниці, спосіб відновлення деталі, який прийнятий, можливий лише при умові, що міжремонтний технічний ресурс даної деталі, при відновленні даним технологічним методом, більше або дорівнює міжремонтному ресурсу нової деталі.

Групи дефектів розподіляємо по маршрутам тому, що, що можливі дефекти колінчастого вала всі одночасно не виникають.

В залежності від стану дефектів вибираємо різні технології відновлення деталей. Сполучення і перетворення тих чи інших сполучень дефектів однойменних деталей залежить від умов експлуатації. При розбірці маршрутної технології враховується вплив стану дефектів на спосіб відновлення.

При відновленні колінчастого валу двигуна ЯМЗ-236 прийнята маршрутна технологія, як застосовується в серійному типі ремонтного виробництва.

- Маршрут №1
1. Спрацювання шатунних пазів.
 2. Збільшення довжини шатунних шийок.
 3. Погнутість валу.

- Маршрут №2
1. Радіальне биття шийки під маточину шківів і шестерню.
 2. Спрацювання шийки під маточину шківів і шестерню.
 3. Збільшення довжини корінної шийки, задири або риски на упорній поверхні.
 4. Спрацювання фланця вала по діаметру.

- Маршрут №3
1. Спрацювання шатунних шийок.
 2. Спрацювання корінних шийок.
 3. Овальність (конусність) шийок колінчастого вала.
 4. Ремонт шпоночних пазів і різьби.
- Маршрут №4
1. Збільшення шийки під сальник по діаметру.
 2. Радіальне биття отвору під підшипник напрямного кінця ведучого вала коробки передач.
 3. Спрацювання фланця по діаметру.
- Маршрут №5
1. Зміна радіусів кривошипа.
 2. Спрацювання фланця вала по діаметру.
 3. Спрацювання шийки під сальник, риски, задири.

Найбільш частіше зустрічаються дефекти колінчастих валів двигунів представлені в маршруті №3, на цей маршрут ми розробляємо технологічний процес.

3.3. Технологічні умови на відновлення деталі

Технологічним умовами на відновлення деталей регламентується вибір способу відновлення, а також механічної обробки, шорсткості поверхні і надання необхідних фізико-механічних властивостей.

Дотримання даних умов забезпечить визначну працездатність, довговічність і експлуатаційну придатність відновлення деталі.

До колінчастих валів двигунів ЯМЗ 236, що відновлені, пред'являються наступні технічні вимоги:

1. Для забезпечення необхідних параметрів вала при правці величина прогину повинна бути у 10...15 разів більш усуненого дефекту.
2. В процесі відновлення твердість поверхні корінних і шатунних шийок повинна знаходитися у межах 52...57 HRC.
3. Механічна обробка колінчастих валів по другому класу точності.
4. Шорсткість поверхні корінних і шатунних шийок – 0,4 після остаточної обробки.

5. Щоб уникнути запилення масляних каналів під час електродугового наплення їх необхідно закрити гумовими стержнями. Виступання стержнів над поверхнею 1,5-2 мм.

6. Конусність і овальність шийок колінчастих валів не більше 0,015 мм.

7. Поверхні отворів під підшипники і штифти повинні відповідати сьомому класу.

8. Зміщення вісі шпоночної канавки після відновлення до вісі вілу допускається не більше 0,1 мм.

3.4. Обґрунтування вибору раціонального способу відновлення колінчастого вала

При визначенні раціонального технологічного методу відновлення колінчастого валу двигунів ЯМЗ-236 користувалися наступними критеріями застосовності:

Технологічний критерій враховує конструкторські розміри і геометричну форму деталі, що піддається відновленню, матеріал, з якого вона виготовлена, фізико - хімічні властивості самої деталі і її поверхневих шарів (для елементів, що труться), умови експлуатаційної роботи деталі (розмір і характер навантаження, рід і вигляд тертя, характер зносу, розмір міжремонтного і граничного зносу). Нарешті, цей критерій враховує і можливу програму відновлення деталей, оскільки при серійному відновленні може бути застосований один спосіб, а при масовому - інший, звичайно економічніший. На жаль критерій не дає кількісної характеристики способів відновлення, які застосовуються. Тому він являється попереднім і дозволяє встановити тільки можливі (декілька, але не один) остаточні способи відновлення зношеної деталі. Даний критерій детально розглянуто в загальному розділі роботи.

Критерій довговічності характеризується порівнянням тривалості роботи відновлених і нових деталей до їх граничного стану, тобто необхідністю у відновленні або вибракуванні. Цей критерій характеризує технічну сторону питання поставленого завдання по вибору способу відновлення деталей.

Економічний критерій - це вартість відновленої деталі.

На підставі обліку всіх цих критеріїв приходять до остаточного вибору

					МР.ТС.21.01.30.00.00.00.ПЗ	Арк.
						72
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		

способу відновлення деталей.

Абсолютно очевидно, що доцільно відновлювати деталі в тому випадку, якщо коефіцієнт A , обчислений за формулою:

$$A = \frac{C_n \cdot B_v}{B_n \cdot C_v} \geq 1$$

де A - показник економічної доцільності відновлення деталей; C_n - вартість нової деталі; C_v - вартість відновленої деталі; B_n - ресурс нової деталі; B_v - ресурс відновленої деталі.

Якщо A більше 1, то відновлення деталі доцільно за умови, що B_v не менше за B_n .

Техніко-економічний критерій зв'язує собівартість відновлення деталі з її довговічністю після ремонту.

Згідно часної методики визначення коефіцієнту довговічності виражений функціональною залежністю [11]

$$K_d = f(K_{ст}; K_v; K_{зч})$$

де $K_{ст}$, K_v , $K_{зч}$ – відповідно коефіцієнт стійкості, витривалості та зчеплення.

Їх значення визначено в дослідницькому розділі

По даним [7] наплавлення дротом Св-0,8 під флюсом довговічність при відновленні колінчастих валів приймаємо $K_d=0,62$.

Для правильного визначення техніко-економічного ефекту необхідно порівняння різних способів відновлення деталі.

Продуктивність відновлення з достатньою для виробництва точністю можна оцінити та порівняти при допомозі коефіцієнту продуктивності (K_n)

$$K_n = \frac{t_{p.н.}}{t_i} = \frac{30}{27,6} = 1,08,$$

де $t_{p.н.}$, t_i – час відновлення умов деталі ручним наплавленням та вибраним способом (електродугове напилення різнорідними дротами).

По продуктивності різних способів відновлення визначаємо техніко-економічний ефект

					МР.ТС.21.01.30.00.00.00.ПЗ	Арк.
						73
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		

$$K_{\text{т.еф.}} = K_{\text{п}} \frac{E_{\text{сер}\%}}{100},$$

де $E_{\text{сер}}$ – середня економія від відновлення деталей різними способами у порівнянні з їх виробництвом приведені у таблиці.

$$E_{\text{сер}} = 32,8\%$$

Тоді
$$K_{\text{т.еф.}} = 1,08 \frac{32,8}{100} = 0,354$$

Як бачимо із отриманих даних, вибраний спосіб відновлення доцільний (прийнятний). Щоб відновити деталь по даному маршруту доцільно використати електродугове напилення корінних та шатунних шийок колінчастого вала, використовуючи для цього нові прогресивнідротові матеріали та передові технологічні методи.

В умовах підприємства для відновлення колінчастих валів використовують електродугове напилення порошковими дротами ПП-АН- 305. Застосування для відновлення валів нанесення зносостійких покриттів електродуговим напиленням різнорідних дротів в комбінації Св-08 та ПП-АН- 307 дозволяє підвищити зносостійкість шатунних шийок в 1,9 раза, а корінних в 2,2 раза. При цьому досягається економія коштів за рахунок більш низької вартості низьколегованого суцільно-тягнутого дроту в порівнянні з порошковим.

3.5. Розробка структурної послідовності технологічного процесу відновлення зношеної деталі

Маршрут №3 вибраний для відновлення деталі, що містить у собі сполучення дефектів колінчастого вала які найчастіше зустрічаються:

1. Спрацювання шатунних шийок колінчастого валу.
2. Спрацювання корінних шийок колінчастого валу.

Таким чином, структурна послідовність та перелік операції для процесу, що проектується, декілька відрізняється від базового. Структурна послідовність операцій існуючого технологічного процесу відновлення колінчастого валу представлена в таблиці 2.2.

Таблиця 3.2. Існуючий технологічний процес відновлення колінчастого валу по 3-му маршруту

					МР.ТС.21.01.30.00.00.00.ПЗ	Арк.
						74
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		

№ опер.	№ пер.	Зміст операції або переходу
1	2	3
005	Шліфувальна Перехід 1 Перехід 2	Шліфувати (занизити) корінні шийки вала в розмір $\varnothing 73 \pm 0,1 \text{ мм}$ Шліфувати шатунні шийки із заниженням діаметра шийки в розмір $\varnothing 66 \pm 0,1 \text{ мм}$
010	Очисна дробо-струменева	Увімкнути пістолет, направити його на корінні і шатунні шийки по черзі та провести обробку кожної із шийок
015	Напилення корінних шийок Перехід 1 Перехід 2	Захистити щоби вала мильно-графітною пастою. Провести напилення корінних шийок, пошарово до $\varnothing 76^{+0.2} \text{ мм}$, . Припуск на механічну обробку 1,0 – 1,2 мм на діаметр
020	Напилення шатунних шийок Перехід 1 Перехід 2	Змістити центрозміщувач на величину радіуса кривошипа. Провести напилення шатунних шийок, пошарово до $\varnothing 67^{+0.2} \text{ мм}$. Припуск на механічну обробку 1,0 – 1,2 мм на діаметр
025	Свердління	Просвердлити в напиленому шарі масляні канали корінних і шатунних шийок
030	Шліфувальна Перехід 1 Перехід 2	Шліфувати шатунні шийки в розмір $\varnothing 68,25_{-0.015} \text{ мм}$ Шліфувати корінні шийки в розмір $\varnothing 75,25_{-0.015} \text{ мм}$
035	Слюсарна	Продути стисненим повітрям масляні канали Заглушити масляні канали різьбовими пробками

Таблиця 3.3. Запропонований технологічний процес відновлення колінчастого вала

№ опер.	№ пер.	Зміст операції або переходу
---------	--------	-----------------------------

					МР.ТС.21.01.30.00.00.00.ПЗ	Арк. 75
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		

Продовження таблиці 3.3.

1	2	3
005	Шліфувальна Перехід 1 Перехід 2	Шліфувати (занизити) корінні шийки вала в розмір $\varnothing 73,25 \pm 0,1 \text{ мм}$ Шліфувати шатунні шийки із заниженням діаметра шийки в розмір $\varnothing 66,25 \pm 0,1 \text{ мм}$
010	Електроерозійна	Увімкнути пристрій, підвести його до корінних, а потім до шатунних шийок по черзі і провести обробку
015	Напилення ко- рінних шийок Перехід 1 Перехід 2	Захистити щоки вала мильно-графітною пастою. Провести напилення корінних шийок, пошарово до $\varnothing 76^{+0,2} \text{ мм}$, . Припуск на механічну обробку 1,0 – 1,2 мм на діаметр
020	Напилення ша- тунних шийок Перехід 1 Перехід 2	Змістити центрозміщувач на величину радіуса криво- шипа. Провести напилення шатунних шийок, пошарово до $\varnothing 69^{+0,2} \text{ мм}$. Припуск на механічну обробку 1,0 – 1,2 мм на діаметр
020	Свердлувальна	Просвердлити в напиленому шарі масляні канали ко- рінних і шатунних шийок
025	Шліфувальна Перехід 1 Перехід 2	Шліфувати шатунні шийки в розмір $\varnothing 75,25_{-0,015} \text{ мм}$ Шліфувати корінні шийки в розмір $\varnothing 68,25_{-0,015} \text{ мм}$
030	Слюсарна	Продути стисненим повітрям масляні канали Заглушити масляні канали різьбовими пробками

3.6. Вибір баз при виконанні технологічних операцій

Складність конструктивної форми колінчастого валу, його недостатня жорсткість і високі вимоги до точності поверхонь, що обробляються, пред'являють високі вимоги до точності поверхонь, що обробляються, підвищені

вимоги до вибору обладнання і способу базування, послідовності операцій механічної обробки. Послідовність виконання технологічних операцій залежить від багатьох умов: типу колінчастих валів, способів відновлення їх шийок, програми випуску, забезпечення ремонтних підприємств необхідним обладнанням, оснасткою та ін. Однак незалежно від факторів, що перелічені, головним при розробці технологічних операцій є вибір технологічних баз.

Основними базами колінчастого валу є опорні поверхні корінних шийок. Але ж на всіх операціях обробки можна використовувати їх у якості технологічних.

На багатьох операціях у якості технологічних баз вибирають поверхні центрових фасок в отворах на кінцях валу, а поверхні корінних шийок, з огляду недостатньої жорсткості вала, часто використовують у якості додаткових технологічних баз, встановлюючи їх в люнети. Окрім цього, при шліфуванні шатунних шийок після напилення слід контролювати точність їх кутового розташування, а також паралельність їх утворюючих по відношенню до поверхонь корінних. Відхилення вказаних параметрів від допустимих приводить до підвищеної вібрації і зносу деталей шатунно-поршневої групи. От чому після ремонту слід контролювати не тільки лінійні, але і кутові параметри колінчастих валів.

3.7. Обґрунтування вибору технологічного обладнання, різального, вимірювального і контрольного інструментів

Основними критеріями при виборі технологічного обладнання служать технологічна застосовність і економічна доцільність.

В умовах ремонтних підприємств при порівняно невеликих програмах, доцільно використовувати універсальне обладнання, яке дозволяє виконувати достатньо великий перелік операцій, але для таких складних у конструктивному і технологічному планах деталей як колінчастий вал, раціонально використовувати спеціальні верстати і інструмент.

Основні принципи вибору обладнання

1. Відповідність основних розмірів обладнання розмірам деталі, що відновлюється.

2. Відповідність продуктивності обладнання річній програмі деталей, що відновлюються.
3. Мінімальні витрати часу на обробку.
4. Необхідність використання обладнання, яке є у наявності.

При виборі різального інструменту керуються принципами досягнення оптимальних технологічних вимог (класів точності і чистоти обробки) і найбільшою продуктивністю праці, при високій стійкості інструменту і забезпеченні максимальної економічності.

В ремонтному виробництві застосовується вимірювальні інструменти загального призначення, тобто такі, за допомогою яких можна контролювати та перевіряти ремонтні розміри.

В окремому випадку, для вимірювання отворів у фланці кріплення маховика нами вибрана калібр-пробка ГОСТ 2015-69.

Для контролю спрацювання шийки під маточину шківів і шестерню застосуємо мікрометр МК 75-1 ГОСТ 6507-78.

Для вимірювання спрацювання шийки під сальник по діаметру калібр 56 мм ГОСТ 2507-69, для вимірювання спрацювання шпоночних пазів – калібр 8 мм, 10 мм МН 41416276. Для вимірювання спрацювання корінних шийок – мікрометр МК 100-1 ГОСТ 6507-78, для вимірювання спрацювання отворів під підшипник прямого кільця ведучого вала КПП – нутромір Ø40 мм. Використання різноманітних калібрів, пробок, мікрометрів, стендів для контролю розмірів різьби, стендів для динамічного балансування колінчастого вала, дозволяє значно скоротити час виконання контрольних операцій. Виходячи із приведених принципів здійснюємо підбір обладнання, різального, вимірювального і контрольного інструментів для технологічного процесу відновлення колінчастого вала по вибраному маршруту.

Таблиця 3.4. Перелік обладнання, матеріалів та інструменту для виконання технологічного процесу відновлення вала

№ опер	Найменування об- ладнання	Найменуван- ня пристосу- вання	Ріжучий і допоміж - ний інструмент	Вимірювальний інструмент
005 - 025	Верстат для переш- тіфування колінчас- тих валів 3Д4230	Центрозмі- щу-вач трьох кулачковий ФП-013	Круг ПП 900×33×305 24А 40СМК 35м/с ГОСТ 2424-83 Стійка С-IV	Мікрометр МК 75-1 ГОСТ 6507- 90 Індикатор ИЧ- 02 кл.0 ГОСТ 577-68
010	Установка дробост- руменева	Верстак слю- сарний	Сталь лист. 22- 712×512 ЕЖК В-III ГОСТ 13345-85. Дріб чавунний ко- лотий ДЧК-1,4 ГОСТ 11964-81Е	Еталон Лупа-7 ^х ГОСТ 25706-83
010 *	Установа для елек- троерозій- ної обробки	Пристосуван- ня власного виробництва	Електроди із ніке- лю Н0 ГОСТ 849-97	Еталон Лупа-7 ^х ГОСТ 25706-83
015	Установка мета- лізаційна	Окуляри за- хисні ГОСТ 12.4.013-85 Світлофільтр С-9ОСТ 21- 6-87	Дріт порошковий ФМІ-2 Джерело споживан- няВДУ-506	Штангенцикуль ШЦ-1-125-0,05 ГОСТ 166-89
020	Верстат вертика- льно- свердлильний мод.2Д112Л		Свердло із пласти- ною твердого спла- ву Ø8 ВК6 ОСТ 37.002.1059-84	Штангенцикуль ШЦ-1-125-0,05 ГОСТ 166-89

030	Верстак слюсарний	Призма П – 3 ТУ2-034-812-88	Ключ 7812-037 40ХФА Н12Х1 ГОСТ 11737-74	
-----	-------------------	--------------------------------	---	--

3.8. Розрахунок і вибір режимів різання та нормування операцій базового і запропонованого технологічних процесів відновлення деталі

3.8.1 Базовий технологічний процес

Операція 005 „Шліфувальна”

А. Встановити колінчастий вал в центра

1. Шліфувати поверхню до Ø73,25 мм

Б. Переустановити деталь

2. Шліфувати поверхню до Ø 866,25мм

С. Зняти деталь з верстату

Перехід 1

Визначаємо припуск на обробку

$$h = \frac{D - d}{2} = \frac{103,75 - 103,25}{2} = 0,5 \text{ мм}$$

Шліфування виконуємо при поздовжній подачі шліфувальної бабки.

Поперечна подача

$$S_{\text{non}} = 0,25 \text{ мм/об}$$

Приймаємо поздовжню подачу шліфувального круга

$$S_{\text{поз}} = B_{\kappa} \cdot \beta,$$

де B_{κ} - ширина круга, мм;

β - поздовжня подача в долях круга.

$$S_{\text{поз}} = 33 \cdot 0,3 = 9,9 \text{ мм/об}$$

Вибираємо швидкість різання по таблиці 87 [17]

$$V = 10 \text{ м/об}$$

Визначаємо число обертів деталі

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 10}{3,14 \cdot 62,5} = 50,96 \text{ мм / об}$$

					МР.ТС.21.01.30.00.00.00.ПЗ	Арк.
						80
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		

Приймаємо найближчі по паспортним даним верстата оберти

$$n_d = 100 \text{ об/хв}$$

Визначаємо дійсну швидкість різання

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot d \cdot n_d}{1000} = \frac{3,14 \cdot 62,5 \cdot 100}{1000} = 19,63 \text{ м/хв.}$$

Визначаємо основний час на шліфування

$$T_{o1} = \frac{L \cdot i}{n \cdot S_{noz}} \cdot n_3,$$

де $L = 38 \cdot 5 = 190$ мм – довжина поверхні, що обробляється;

i – число проходів;

$k_3 = 1,2 \dots 1,7$ – коефіцієнт запасних ходів

$$T_{o1} = \frac{190 \cdot 1}{100 \cdot 10} \cdot 1,7 = 0,323 \text{ хв.}$$

Допоміжний час на операцію складається із часу встановлення і знімання деталі $T_{d1} = 0,4$ хв (табл. 90 []) і допоміжного часу, який пов'язаний з проходом $T_{d2} = 1,1$ хв (табл. 91 [16]).

Перехід 2

Визначаємо припуск на обробку

$$h = \frac{D - d}{2} = \frac{56,5 - 56}{2} = 0,25 \text{ мм}$$

Шліфування виконуємо при поздовжній подачі шліфувальної бабки.

Поперечна подача $S_{noz} = 0,25$ мм/об

Приймаємо поздовжню подачу шліфувального круга

$$S_{noz} = B_k \cdot \beta,$$

де B_k - ширина круга, мм;

β - поздовжня подача в долях круга.

$$S_{noz} = 33 \cdot 0,3 = 9,9 \text{ мм/об}$$

Вибираємо швидкість різання по таблиці 87 [17]

$$V = 10 \text{ м/об}$$

					МР.ТС.21.01.30.00.00.00.ПЗ	Арк. 81
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		

Визначаємо число обертів деталі

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 10}{3.14 \cdot 56.5} = 56.37 \text{ мм / об}$$

Приймаємо найближчі по паспортним даним верстата оберти

$$n_d = 100 \text{ об/хв}$$

Визначаємо дійсну швидкість різання

$$V_o = \frac{\pi \cdot d \cdot n_d}{1000} = \frac{3.14 \cdot 56.5 \cdot 100}{1000} = 17.74 \text{ м/хв.}$$

Визначаємо основний час на шліфування

$$T_{o2} = \frac{L \cdot i}{n \cdot S_{noz}} \cdot n_3,$$

де $L=38 \cdot 4=152$ мм – довжина поверхні, що обробляється;

i – число проходів;

$k_3 = 1,2 \dots 1,7$ – коефіцієнт запасних ходів

$$T_{o2} = \frac{152 \cdot 1}{100 \cdot 10} \cdot 1.7 = 0.26 \text{ хв}$$

Допоміжний час на операцію складається із часу встановлення і знімання деталі $T_{д3}=0,4$ хв (табл. 90 []) і допоміжного часу, який пов'язаний з проходом $T_{д4}=1,1$ хв (табл. 91 [19]).

Знаходимо основний час виконання операції

$$T_o = T_{o1} + T_{o2} = 0,323 + 0,26 = 0,58 \text{ хв}$$

загальний допоміжний час складає

$$T_d = T_{д1} + T_{д2} + T_{д3} + T_{д4} = 0,4 + 1,1 + 0,4 + 1,1 = 3,0 \text{ хв}$$

Оперативний час

$$T_{оп} = T_o + T_d = 0,58 + 3,0 = 3,58 \text{ хв}$$

Додатковий час складає 9% від оперативного

$$T_{дод} = 0,09 \cdot T_{оп} = 0,09 \cdot 3,58 = 0,32 \text{ хв}$$

Підготовчо-заклучний час складає $T_{пз}=7$ хв

Визначаємо норму часу на виконання операції

					МР.ТС.21.01.30.00.00.00.ПЗ	Арк.
						82
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		

$$T_H = T_{оп} + T_{дод} + T_{пз}/n = 3,58 + 0,32 + 7/120 = 3,96 \text{ хв}$$

Операція 010 „Дробо-струменева обробка”

Основний час для центрування деталі вибираємо по таблиці 42 [17]

$$T_o = 2 \cdot 0,68 = 1,36 \text{ хв.}$$

Допоміжний час на операцію складається із часу встановлення і знімання деталі $T_{д1} = 2 \cdot 0,55 = 1,1 \text{ хв.}$ (табл. 43 [19]) і допоміжного часу, який пов'язаний з проходом $T_{д2} = 9 \cdot 0,25 = 2,25 \text{ хв}$ (табл. 44 [19]).

Загальний допоміжний час складає

$$T_d = T_{д1} + T_{д2} = 1,1 + 2,25 = 3,35 \text{ хв.}$$

Оперативний час

$$T_{оп} = T_o + T_d = 1,36 + 3,35 = 4,71 \text{ хв.}$$

Додатковий час складає 8% від оперативного

$$T_{дод} = 0,08 \cdot T_{оп} = 0,08 \cdot 4,71 = 0,38 \text{ хв.}$$

Підготовчо-заклучний час за таблицею 45 [19] складає $T_{пз} = 7 \text{ хв.}$

Норма часу на операцію складає

$$T_H = T_{оп} + T_{дод} + T_{пз}/n = 4,71 + 0,38 + 7/6 = 6,25 \text{ хв.}$$

де n – кількість деталей в партії, шт.

Операція 015 „Напилення”

Напилення виконуємо на постійному струмі з наступними режимами:

- сила напилюючого струму – 110 А;
- напруга – 24...36 В;
- діаметр електродного дроту: цільного 1,2 мм;
- швидкість напилення - 3,5 м/хв.;
- крок напилення – 2,0 мм/об;
- швидкість подачі електродного дроту – 3,1 м/хв.;
- витрата повітря – 2,4 м³/год.

Перехід 1

Основний час виконання визначаємо по формулі:

$$T_{o1} = \frac{L_1 \cdot i}{n_1 \cdot S} = \frac{190 \cdot 1}{50 \cdot 1.5} = 2.53 \text{ хв.}$$

де L_1 - довжина поверхні яка напилюється, $L_1 = 38 \cdot 5 = 190$ мм;

i – число шарів напилення, $i=1$;

n_1 - частота обертання колінчастого вала, $n_1 = 50$ об/хв.

S - крок напилення – 1,5 мм/об;

Приймаємо допоміжний час пов'язаний з процесом напилення [19]

$T_{д1} = 1,2$ хв

Перехід 2

Основний час виконання визначаємо по формулі:

$$T_{o2} = \frac{L_1 \cdot i}{n_1 \cdot S} = \frac{152 \cdot 1}{50 \cdot 1.5} = 2.03 \text{ хв.}$$

де L_1 - довжина поверхні яка напилюється, $L_1 = 38 \cdot 4 = 152$ мм;

i – число шарів напилення, $i=1$;

n_1 - частота обертання колінчастого вала, $n_1 = 50$ об/хв.

S - крок напилення – 1,5 мм/об;

Приймаємо допоміжний час пов'язаний з процесом напилення [19]

$T_{д2} = 1,2$ хв

$T_{д3} = 1,5$ хв – допоміжний час для зняття деталі

Знаходимо основний час виконання операції

$T_0 = T_{o1} + T_{o2} = 2,53 + 2,03 = 4,56$ хв

Визначаємо допоміжний час виконання операції

$T_d = T_{д1} + T_{д2} + T_{д3} = 1,2 + 1,2 + 1,5 = 3,9$ хв

Розраховуємо оперативний час виконання операції

$T_{оп} = T_0 + T_d = 4,56 + 3,9 = 8,46$ хв

Визначаємо додатковий час виконання операції

$T_{дод} = T_{оп} \cdot K / 100 = 8,46 \cdot 15 / 100 = 1,27$ хв

де $K = 15\%$ []

Приймаємо підготовчо-заклучний час [19]

$$T_{пз}=15 \text{ хв}$$

Визначаємо норму часу виконання операції

$$T_H = T_0 + T_d + T_{дод} + T_{пз}/120 = 4,56 + 3,9 + 1,27 + 15/120 = 9,86 \text{ хв}$$

020 Свердлувальна

Свердлимо на обертах 100-150 об/хв. свердлом із пластиною твердого сплаву Ø 8 ВК6 ОСТ 37.002.1059-84

Розраховуємо основний час виконання операції по формулі:

$$T_o = \frac{L_1}{n \cdot S} = \frac{4}{100 \cdot 0,22} = 0,18 \text{ хв.}$$

де L – глибина обробки з врахуванням врізання і виходу інструменту, L=4 мм;

n – кількість обертів інструменту за хвилину, n=100 об/хв.;

S – подача на один оберт, S=0,22 мм/об.

Кількість отворів які необхідно розсвердлимо складає 8 отв.,

тому $T_0 = 0,18 \cdot 8 = 1,45 \text{ хв}$

Допоміжний час складає $T_d = 1,5 \text{ хв}$

Знаходимо оперативний час виконання операції

$$T_{оп} = T_0 + T_d = 1,45 + 1,5 = 2,95 \text{ хв}$$

Визначаємо додатковий час виконання операції

$$T_{дод} = T_{оп} \cdot K/100 = 2,95 \cdot 7/100 = 0,21 \text{ хв}$$

де K=7%

Приймаємо підготовчо-заклучний час [19]

$$T_{пз}=12 \text{ хв}$$

Визначаємо норму часу виконання операції

$$T_H = T_0 + T_d + T_{дод} + T_{пз}/n = 1,45 + 1,5 + 0,21 + 12/120 = 3,26 \text{ хв}$$

Шліфувальна 025

Перехід 1

Визначаємо припуск на обробку

$$h = \frac{D - d}{2} = \frac{65 - 64}{2} = 0,5 \text{ мм}$$

					МР.ТС.21.01.30.00.00.00.ПЗ	Арк.
						85
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		

Шліфування виконуємо при поздовжній подачі шліфувальної бабки.

Поперечна подача $S_{\text{поз}} = 0.25 \text{ мм/об}$

Приймаємо поздовжню подачу шліфувального круга

$$S_{\text{поз}} = B_{\text{к}} \cdot \beta,$$

де $B_{\text{к}}$ - ширина круга, мм;

β - поздовжня подача в долях круга.

$$S_{\text{поз}} = 33 \cdot 0,3 = 9,9 \text{ мм/об}$$

Вибираємо швидкість різання по таблиці 87 [19]

$$V = 10 \text{ м/об}$$

Визначаємо число обертів деталі

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 10}{3,14 \cdot 65} = 48,9 \text{ мм / об}$$

Приймаємо найближчі по паспортним даним верстата оберти

$$n_{\text{д}} = 100 \text{ об/хв}$$

Визначаємо дійсну швидкість різання

$$V_{\text{д}} = \frac{\pi \cdot d \cdot n_{\text{д}}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 65 \cdot 100}{1000} = 21,41 \text{ м/хв.}$$

Визначаємо основний час на шліфування

$$T_{\text{о1}} = \frac{L \cdot i}{n \cdot S_{\text{поз}}} \cdot n_{\text{з}},$$

де $L = 38 \cdot 5 = 190$ мм – довжина поверхні, що обробляється;

i – число проходів, $i = 2$

$k_{\text{з}} = 1,2 \dots 1,7$ – коефіцієнт запасних ходів

$$T_{\text{о1}} = \frac{190 \cdot 2}{100 \cdot 10} \cdot 1,7 = 0,65 \text{ хв.}$$

Допоміжний час на операцію складається із часу встановлення і знімання деталі $T_{\text{д1}} = 0,4$ хв (табл. 90 [19]) і допоміжного часу, який пов'язаний з проходом $T_{\text{д2}} = 1,1$ хв (табл. 91 [9]).

Перехід 2

Визначаємо припуск на обробку

					МР.ТС.21.01.30.00.00.00.ПЗ	Арк.
						86
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		

$$h = \frac{D - d}{2} = \frac{59 - 58}{2} = 0.5 \text{ мм}$$

Шліфування виконуємо при поздовжній подачі шліфувальної бабки.

Поперечна подача $S_{\text{поп}} = 0.25 \text{ мм/об}$

Приймаємо поздовжню подачу шліфувального круга

$$S_{\text{поз}} = B_{\kappa} \cdot \beta,$$

де B_{κ} - ширина круга, мм;

β - поздовжня подача в долях круга.

$$S_{\text{поз}} = 33 \cdot 0.3 = 9.9 \text{ мм/об}$$

Вибираємо швидкість різання по таблиці 87 [19]

$$V = 10 \text{ м/об}$$

Визначаємо число обертів деталі

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 10}{3.14 \cdot 59} = 54 \text{ мм / об}$$

Приймаємо найближчі по паспортним даним верстата оберти

$$n_{\text{д}} = 100 \text{ об/хв}$$

Визначаємо дійсну швидкість різання

$$V_{\text{д}} = \frac{\pi \cdot d \cdot n_{\text{д}}}{1000} = \frac{3.14 \cdot 59 \cdot 100}{1000} = 18.53 \text{ м/хв.}$$

Визначаємо основний час на шліфування

$$T_{\text{о2}} = \frac{L \cdot i}{n \cdot S_{\text{поз}}} \cdot n_3,$$

де $L = 38 \cdot 4 = 152 \text{ мм}$ – довжина поверхні, що обробляється;

i – число проходів, $i = 2$;

$k_3 = 1.2 \dots 1.7$ – коефіцієнт запасних ходів

$$T_{\text{о2}} = \frac{152 \cdot 2}{100 \cdot 10} \cdot 1.7 = 0.52 \text{ хв}$$

Допоміжний час на операцію складається із часу встановлення і знімання деталі $T_{\text{д3}} = 0.4 \text{ хв}$ (табл. 90 [16]) і допоміжного часу, який пов'язаний з проходом $T_{\text{д4}} = 1.1 \text{ хв}$ (табл. 91 []).

					МР.ТС.21.01.30.00.00.00.ПЗ	Арк.
						87
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		

Знаходимо основний час виконання операції

$$T_0 = T_{01} + T_{02} = 0,65 + 0,52 = 1,17 \text{ хв}$$

загальний допоміжний час складає

$$T_d = T_{d1} + T_{d2} + T_{d3} + T_{d4} = 0,4 + 1,1 + 0,4 + 1,1 = 3,0 \text{ хв}$$

Оперативний час

$$T_{оп} = T_0 + T_d = 1,17 + 3,0 = 4,17 \text{ хв}$$

Додатковий час складає 9% від оперативного

$$T_{дод} = 0,09 \cdot T_{оп} = 0,09 \cdot 4,17 = 0,38 \text{ хв}$$

Підготовчо-заклучний час складає $T_{пз} = 7 \text{ хв}$

Визначаємо норму часу на виконання операції

$$T_H = T_{оп} + T_{дод} + T_{пз} / n = 4,17 + 0,38 + 7 / 120 = 4,61 \text{ хв}$$

030 Слюсарна

Норма часу на виконання слюсарних робіт розраховується по формулі

$$T_H = T_o + T_d + T_{дод} + T_{пз}, \text{ хв.}$$

де T_o - основний час, $T_o = 3,5 \text{ хв}$

T_d - допоміжний час, $T_d = 0,7 \text{ хв}$

$T_{дод}$ - додатковий час. $T_{дод} = 8\% \cdot T_d = 0,08 \cdot 0,7 = 0,06 \text{ хв}$

$T_{пз}$ - підготовчо-заклучний час, $T_{пз} = 4 \text{ хв}$, так як ступінь складності є простим.

$$T_H = 3,5 + 0,7 + 0,06 + 4 = 8,26 \text{ хв.}$$

3.8.2 Запропонований технологічний процес

Операція 005 „Шліфувальна”

А. Встановити колінчастий вал в центра

1. Шліфувати поверхню з $\varnothing 62,5 \text{ мм}$ до $\varnothing 62 \text{ мм}$

Б. Переустановити деталь

2. Шліфувати поверхню з $\varnothing 56,5 \text{ мм}$ до $\varnothing 56 \text{ мм}$

С. Зняти деталь з верстату

Перехід 1

Визначаємо припуск на обробку

					МР.ТС.21.01.30.00.00.00.ПЗ	Арк.
						88
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		

$$h = \frac{D - d}{2} = \frac{62.5 - 62}{2} = 0.25 \text{ мм}$$

Шліфування виконуємо при поздовжній подачі шліфувальної бабки.

Поперечна подача $S_{\text{поз}} = 0.25 \text{ мм/об}$

Приймаємо поздовжню подачу шліфувального круга

$$S_{\text{поз}} = B_{\kappa} \cdot \beta,$$

де B_{κ} - ширина круга, мм;

β - поздовжня подача в долях круга.

$$S_{\text{поз}} = 33 \cdot 0.3 = 9.9 \text{ мм/об}$$

Вибираємо швидкість різання по таблиці 87 [19]

$$V = 10 \text{ м/об}$$

Визначаємо число обертів деталі

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 10}{3.14 \cdot 62.5} = 50.96 \text{ мм / об}$$

Приймаємо найближчі по паспортним даним верстата оберти

$$n_{\text{д}} = 100 \text{ об/хв}$$

Визначаємо дійсну швидкість різання

$$V_{\text{д}} = \frac{\pi \cdot d \cdot n_{\text{д}}}{1000} = \frac{3.14 \cdot 62.5 \cdot 100}{1000} = 19.63 \text{ м/хв.}$$

Визначаємо основний час на шліфування

$$T_{\text{ол}} = \frac{L \cdot i}{n \cdot S_{\text{поз}}} \cdot n_3,$$

де $L = 38 \cdot 5 = 190$ мм – довжина поверхні, що обробляється;

i – число проходів;

$\kappa_3 = 1, 2 \dots 1, 7$ – коефіцієнт запасних ходів

$$T_{\text{ол}} = \frac{190 \cdot 1}{100 \cdot 10} \cdot 1.7 = 0.323 \text{ хв.}$$

Допоміжний час на операцію складається із часу встановлення і знімання деталі $T_{\text{д1}} = 0.4$ хв (табл. 90 [17]) і допоміжного часу, який пов'язаний з проходом $T_{\text{д2}} = 1.1$ хв (табл. 91 [17]).

Перехід 2

					МР.ТС.21.01.30.00.00.00.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		89

Визначаємо припуск на обробку

$$h = \frac{D - d}{2} = \frac{56.5 - 56}{2} = 0.25 \text{ мм}$$

Шліфування виконуємо при поздовжній подачі шліфувальної бабки.

Поперечна подача $S_{\text{поз}} = 0.25 \text{ мм/об}$

Приймаємо поздовжню подачу шліфувального круга

$$S_{\text{поз}} = B_{\kappa} \cdot \beta,$$

де B_{κ} - ширина круга, мм;

β - поздовжня подача в долях круга.

$$S_{\text{поз}} = 33 \cdot 0.3 = 9.9 \text{ мм/об}$$

Вибираємо швидкість різання по таблиці 87 [19]

$$V = 10 \text{ м/об}$$

Визначаємо число обертів деталі

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 10}{3.14 \cdot 56.5} = 56.37 \text{ мм / об}$$

Приймаємо найближчі по паспортним даним верстата оберти

$$n_{\text{д}} = 100 \text{ об/хв}$$

Визначаємо дійсну швидкість різання

$$V_{\text{д}} = \frac{\pi \cdot d \cdot n_{\text{д}}}{1000} = \frac{3.14 \cdot 56.5 \cdot 100}{1000} = 17.74 \text{ м/хв.}$$

Визначаємо основний час на шліфування

$$T_{\text{о2}} = \frac{L \cdot i}{n \cdot S_{\text{поз}}} \cdot n_3,$$

де $L = 38 \cdot 4 = 152$ мм – довжина поверхні, що обробляється;

i – число проходів;

$k_3 = 1, 2 \dots 1, 7$ – коефіцієнт запасних ходів

$$T_{\text{о2}} = \frac{152 \cdot 1}{100 \cdot 10} \cdot 1.7 = 0.26 \text{ хв}$$

Допоміжний час на операцію складається із часу встановлення і знімання деталі $T_{\text{дз}} = 0.4$ хв (табл. 90 [9]) і допоміжного часу, який пов'язаний з проходом

$T_{\text{д4}} = 1.1$ хв (табл. 91 [19]).

					МР.ТС.21.01.30.00.00.00.ПЗ	Арк.
						90
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		

Знаходимо основний час виконання операції

$$T_0 = T_{01} + T_{02} = 0,323 + 0,26 = 0,58 \text{ хв}$$

загальний допоміжний час складає

$$T_d = T_{d1} + T_{d2} + T_{d3} + T_{d4} = 0,4 + 1,1 + 0,4 + 1,1 = 3,0 \text{ хв}$$

Оперативний час

$$T_{оп} = T_0 + T_d = 0,58 + 3,0 = 3,58 \text{ хв}$$

Додатковий час складає 9% від оперативного

$$T_{дод} = 0,09 \cdot T_{оп} = 0,09 \cdot 3,58 = 0,32 \text{ хв}$$

Підготовчо-заклучний час складає $T_{пз} = 7 \text{ хв}$

Визначаємо норму часу на виконання операції

$$T_H = T_{оп} + T_{дод} + T_{пз} / n = 3,58 + 0,32 + 7 / 120 = 3,96 \text{ хв}$$

Операція 010 „Електроерозійна”

Основний час для центрування деталі вибираємо по табл. 42 [19]

$$T_o = 2 \cdot 0,68 = 1,36 \text{ хв.}$$

Допоміжний час на операцію складається із часу встановлення і знімання деталі $T_{д1} = 2 \cdot 0,55 = 1,1 \text{ хв.}$ (табл. 43 [9]) і допоміжного часу, який пов'язаний з проходом $T_{д2} = 2 \cdot 0,25 = 0,5 \text{ хв}$ (табл. 44 [9]).

Загальний допоміжний час складає

$$T_d = T_{д1} + T_{д2} = 1,1 + 0,5 = 1,6 \text{ хв.}$$

Оперативний час

$$T_{оп} = T_o + T_d = 1,36 + 1,6 = 2,96 \text{ хв.}$$

Додатковий ас складає 8% від оперативного

$$T_{дод} = 0,08 \cdot T_{оп} = 0,08 \cdot 2,96 = 0,24 \text{ хв.}$$

Підготовчо-заклучний час за таблицею 45 [9] складає $T_{пз} = 7 \text{ хв.}$

Норма часу на операцію складає

$$T_H = T_{оп} + T_{дод} + T_{пз} / n = 2,96 + 0,24 + 7 / 6 = 4,37 \text{ хв.}$$

де n – кількість деталей в партії, шт.

Операція 015 „Напилення”

					МР.ТС.21.01.30.00.00.00.ПЗ	Арк.
						91
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		

Напилення виконуємо на постійному струмі з наступними режимами:

- сила напилюючого струму – 110 А;
- напруга – 24...36 В;
- діаметр електродного дроту: цільного 1,6 мм, із порошковим наповнювачем – 3,2 мм;
- швидкість напилення - 3,5 м/хв.;
- крок напилення – 2,5 мм/об;
- швидкість подачі електродного дроту – 3,1м/хв.;
- витрата повітря – 2,4 м³/год.

Перехід 1

Основний час виконання визначаємо по формулі:

$$T_{o1} = \frac{L_1 \cdot i}{n_1 \cdot S} = \frac{190 \cdot 1}{50 \cdot 2.5} = 1.52 \text{ хв.}$$

де L_1 - довжина поверхні яка напилюється, $L_1 = 38 \cdot 5 = 190$ мм;

i – число шарів напилення, $i=1$;

n_1 - частота обертання колінчастого вала, $n_1 = 50$ об/хв.

S - крок напилення – 2,5 мм/об;

Приймаємо допоміжний час пов'язаний з процесом напилення [19]

$$T_{d1} = 0.9 \text{ хв}$$

Перехід 2

Основний час виконання визначаємо по формулі:

$$T_{o2} = \frac{L_1 \cdot i}{n_1 \cdot S} = \frac{152 \cdot 1}{50 \cdot 2.5} = 1.22 \text{ хв.}$$

де L_1 - довжина поверхні яка напилюється, $L_1 = 38 \cdot 4 = 152$ мм;

i – число шарів напилення, $i=1$;

n_1 - частота обертання колінчастого вала, $n_1 = 50$ об/хв.

S - крок напилення – 2,5 мм/об;

Приймаємо допоміжний час пов'язаний з процесом напилення [19]

$$T_{d2} = 0.9 \text{ хв}$$

$T_{d3} = 1,5$ хв – допоміжний час для зняття деталі

Знаходимо основний час виконання операції

$$T_0 = T_{01} + T_{02} = 1,52 + 1,22 = 2,74 \text{ хв}$$

Визначаємо допоміжний час виконання операції

$$T_d = T_{d1} + T_{d2} + T_{d3} = 0,9 + 0,9 + 1,5 = 3,3 \text{ хв}$$

Розраховуємо оперативний час виконання операції

$$T_{оп} = T_0 + T_d = 2,74 + 3,3 = 6,04 \text{ хв}$$

Визначаємо додатковий час виконання операції

$$T_{дод} = T_{оп} \cdot K / 100 = 6,04 \cdot 15 / 100 = 0,91 \text{ хв}$$

де $K = 15\%$ []

Приймаємо підготовчо-заклучний час [9]

$$T_{пз} = 15 \text{ хв}$$

Визначаємо норму часу виконання операції

$$T_H = T_0 + T_d + T_{дод} + T_{пз} / 120 = 2,74 + 3,3 + 0,91 + 15 / 120 = 7,06 \text{ хв}$$

020 Свердлувальна

Свердлити на обертах 100-150 об/хв. свердлом із пластиною твердого сплаву Ø 8 ВК6 ОСТ 37.002.1059-84

Розраховуємо основний час виконання операції по формулі:

$$T_0 = \frac{L_1}{n \cdot S} = \frac{4}{100 \cdot 0,22} = 0,18 \text{ хв.}$$

де L – глибина обробки з врахуванням врізання і виходу інструменту,
 $L = 4$ мм;

n – кількість обертів інструменту за хвилину, $n = 100$ об/хв.;

S – подача на один оберт, $S = 0,22$ мм/об.

Кількість отворів які необхідно розсвердлити складає 8 отв.,

$$\text{тому } T_0 = 0,18 \cdot 8 = 1,45 \text{ хв}$$

Допоміжний час складає $T_d = 1,5$ хв

Знаходимо оперативний час виконання операції

$$T_{оп} = T_0 + T_d = 1,45 + 1,5 = 2,95 \text{ хв}$$

Визначаємо додатковий час виконання операції

					МР.ТС.21.01.30.00.00.00.ПЗ	Арк.
						93
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		

$$T_{\text{дод}} = T_{\text{оп}} \cdot K / 100 = 2,95 \cdot 7 / 100 = 0,21 \text{ хв}$$

де $K=7\%$

Приймаємо підготовчо-заклучний час [19]

$$T_{\text{пз}} = 12 \text{ хв}$$

Визначаємо норму часу виконання операції

$$T_{\text{н}} = T_0 + T_{\text{д}} + T_{\text{дод}} + T_{\text{пз}} / n = 1,45 + 1,5 + 0,21 + 12 / 120 = 3,26 \text{ хв}$$

Шліфувальна 025

Перехід 1

Визначаємо припуск на обробку

$$h = \frac{D - d}{2} = \frac{65 - 64}{2} = 0,5 \text{ мм}$$

Шліфування виконуємо при поздовжній подачі шліфувальної бабки.

Поперечна подача $S_{\text{поз}} = 0,25 \text{ мм/об}$

Приймаємо поздовжню подачу шліфувального круга

$$S_{\text{поз}} = B_{\text{к}} \cdot \beta,$$

де $B_{\text{к}}$ - ширина круга, мм;

β - поздовжня подача в долях круга.

$$S_{\text{поз}} = 33 \cdot 0,3 = 9,9 \text{ мм/об}$$

Вибираємо швидкість різання по таблиці 87 [9]

$$V = 10 \text{ м/об}$$

Визначаємо число обертів деталі

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 10}{3,14 \cdot 65} = 48,9 \text{ мм / об}$$

Приймаємо найближчі по паспортним даним верстата оберти

$$n_{\text{д}} = 100 \text{ об/хв}$$

Визначаємо дійсну швидкість різання

$$V_{\text{д}} = \frac{\pi \cdot d \cdot n_{\text{д}}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 65 \cdot 100}{1000} = 21,41 \text{ м/хв.}$$

Визначаємо основний час на шліфування

$$T_{\text{ол}} = \frac{L \cdot i}{n \cdot S_{\text{поз}}} \cdot n_3,$$

де $L=38 \cdot 5=190$ мм – довжина поверхні, що обробляється;

i – число проходів, $i=2$

$k_s = 1,2 \dots 1,7$ – коефіцієнт запасних ходів

$$T_{01} = \frac{190 \cdot 2}{100 \cdot 10} \cdot 1,7 = 0,65 \text{ хв.}$$

Допоміжний час на операцію складається із часу встановлення і знімання деталі $T_{д1}=0,4$ хв (табл. 90 [19]) і допоміжного часу, який пов'язаний з проходом $T_{д2}=1,1$ хв (табл. 91 [19]).

Перехід 2

Визначаємо припуск на обробку

$$h = \frac{D - d}{2} = \frac{59 - 58}{2} = 0,5 \text{ мм}$$

Шліфування виконуємо при поздовжній подачі шліфувальної бабки.

Поперечна подача $S_{\text{поз}}=0,25$ мм/об

Приймаємо поздовжню подачу шліфувального круга

$$S_{\text{поз}} = B_k \cdot \beta,$$

де B_k - ширина круга, мм;

β - поздовжня подача в долях круга.

$$S_{\text{поз}} = 33 \cdot 0,3 = 9,9 \text{ мм/об}$$

Вибираємо швидкість різання по таблиці 87 [19]

$$V = 10 \text{ м/об}$$

Визначаємо число обертів деталі

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 10}{3,14 \cdot 59} = 54 \text{ мм / об}$$

Приймаємо найближчі по паспортним даним верстата оберти

$$n_d = 100 \text{ об/хв}$$

Визначаємо дійсну швидкість різання

$$V_d = \frac{\pi \cdot d \cdot n_d}{1000} = \frac{3,14 \cdot 59 \cdot 100}{1000} = 18,53 \text{ м/хв.}$$

Визначаємо основний час на шліфування

					МР.ТС.21.01.30.00.00.00.ПЗ	Арк.
						95
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		

$$T_{o2} = \frac{L \cdot i}{n \cdot S_{noz}} \cdot n_3,$$

де $L=38 \cdot 4=152$ мм – довжина поверхні, що обробляється;

i – число проходів, $i=2$;

$k_3 = 1,2 \dots 1,7$ – коефіцієнт запасних ходів

$$T_{o2} = \frac{152 \cdot 2}{100 \cdot 10} \cdot 1,7 = 0,52 \text{ хв}$$

Допоміжний час на операцію складається із часу встановлення і знімання деталі $T_{д3}=0,4$ хв (табл. 90 [19]) і допоміжного часу, який пов'язаний з проходом $T_{д4}=1,1$ хв (табл. 91 [9]).

Знаходимо основний час виконання операції

$$T_0 = T_{o1} + T_{o2} = 0,65 + 0,52 = 1,17 \text{ хв}$$

загальний допоміжний час складає

$$T_d = T_{д1} + T_{д2} + T_{д3} + T_{д4} = 0,4 + 1,1 + 0,4 + 1,1 = 3,0 \text{ хв}$$

Оперативний час

$$T_{оп} = T_0 + T_d = 1,17 + 3,0 = 4,17 \text{ хв}$$

Додатковий час складає 9% від оперативного

$$T_{дод} = 0,09 \cdot T_{оп} = 0,09 \cdot 4,17 = 0,38 \text{ хв}$$

Підготовчо-заклучний час складає $T_{пз}=7$ хв

Визначаємо норму часу на виконання операції

$$T_H = T_{оп} + T_{дод} + T_{пз} / n = 4,17 + 0,38 + 7 / 120 = 4,61 \text{ хв}$$

030 Слюсарна

Норма часу на виконання слюсарних робіт розраховується по формулі

$$T_H = T_o + T_d + T_{дод} + T_{пз}, \text{ хв.}$$

де T_o - основний час, $T_o=3,5$ хв

T_d - допоміжний час, $T_d=0,7$ хв

$T_{дод}$ - додатковий час. $T_{дод}=8\% \cdot T_d=0,08 \cdot 0,7=0,06$ хв

$T_{пз}$ - підготовчо-заклучний час, $T_{пз}=4$ хв, так як ступінь складності є простим.

					МР.ТС.21.01.30.00.00.00.ПЗ	Арк.
						96
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		

$$T_H = 3,5 + 0,7 + 0,06 + 4 = 8,26 \text{ хв}$$

Отримані дані заносимо в таблицю 3.5.

Таблиця 3.5.

Базовий технологічний процес			Пропонований технологічний процес	
№	Найменування операції	Норма часу, хв	Найменування операції	Норма часу, хв
1	Дефектувальна	22,8	Дефектувальна	22,8
2	Шліфувальна	89,3	Шліфувальна	89,3
3	Слюсарна обробка	38,5	Слюсарна обробка	38,5
4	Знежирення	22,4	Знежирення	22,4
5	Наплавлювальна	115,7	Дробо-струменева	48,8
6	Термічна (Нормалізація)	60,34	Ізоляція щок вала	12,4
7	Правка	53,2	Напилення	95,4
8	Свердлильна	17,26	Свердлильна	17,26
9	Шліфувальна	89,3	Шліфувальна	89,3
10	Контроль	22,3	Контроль	22,3
11	Слюсарна обробка	39,7	Слюсарна обробка	39,7
12	Насичення	19,4	Насичення	19,4
13	Консервація.	22,3	Консервація.	22,3
	Разом	612,5		539,86

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата

МР.ТС.21.01.30.00.00.00.ПЗ

Арк.

97

ІV. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

4.1. Опис пристрою для електродугового напилення різнорідними дротами.

В базовому технологічному процесі використовується металізатор марки ЭМ-14 Барнаульського агрегатного заводу, технічні параметри якого не дають змогу виконати необхідні технічні умови по розпиленню різнорідних дротів.

Для вирішення технологічних завдань, що поставлені в попередньому розділі: підвищення продуктивності апарата електродугового розпилення та забезпечення можливості розпилювання дротів з різною швидкістю плавлення, необхідно сконструювати пристрій котрий би відповідав слідуючим вимогам:

являв би собою стаціонарний дводрововий апарат з центральним соплом;
конструкція приводу та розпилюючої головки повинна забезпечувати можливість розпилення дротів різного діаметра та різної щільності;

конструкція катушок для дротів повинна забезпечити надійну подачу без закручування, зминання та інерційного розкручування дровових електродів

Для забезпечення цих вимог пропонується застосувати пристрій, що являє собою корпус в якому розташовується черв'ячний редуктор з незалежними валами для встановлення двох пар змінних зубчастих шестерень, які й забезпечують незалежний механізм подачі на кожен подаючий ролик, що дозволяє регулювати швидкість подача кожного дроту. Катушки для дроту пропонується закріпити на корпус металізатора під кутом відносно осі, що відповідає куту сходження електродів, для суттєвого зменшення протидії дротів руху подачі. Привід пропонується забезпечити за допомогою електродвигуна змінного струму, через ремінну передачу.

					МР.ТС.20.01.40.00.00.00.ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Григоренко				Конструкторський розділ		Літ.	Аркуш
Перевір.	Маркович							98
							ЦНТУ	
Н.контр.	Красота						гр. АІ(ТС)-20МЗ	
Затвер.	Магопечь							

4.2. Обґрунтування та розробка конструкції пристосування, принцип та механізм його роботи

При розробці конструкції пристрою була поставлена мета – збільшити кількість подачі розплавленого металу на поверхню деталі, застосовуючи порошковий дріт більшого діаметру (до 4 мм.) , а також забезпечити можливість незалежної зміни швидкості подачі електродних дротів.

Конструктивно це втілено в розробці редуктора приводу подаючих роликів електродугового розпилювача, який надає можливість застосовувати при напilenні покриттів дротів діаметром до 3,5 мм., а також змінювати швидкість подачі дротів незалежно один від одного за допомогою комплекту змінних шестерень

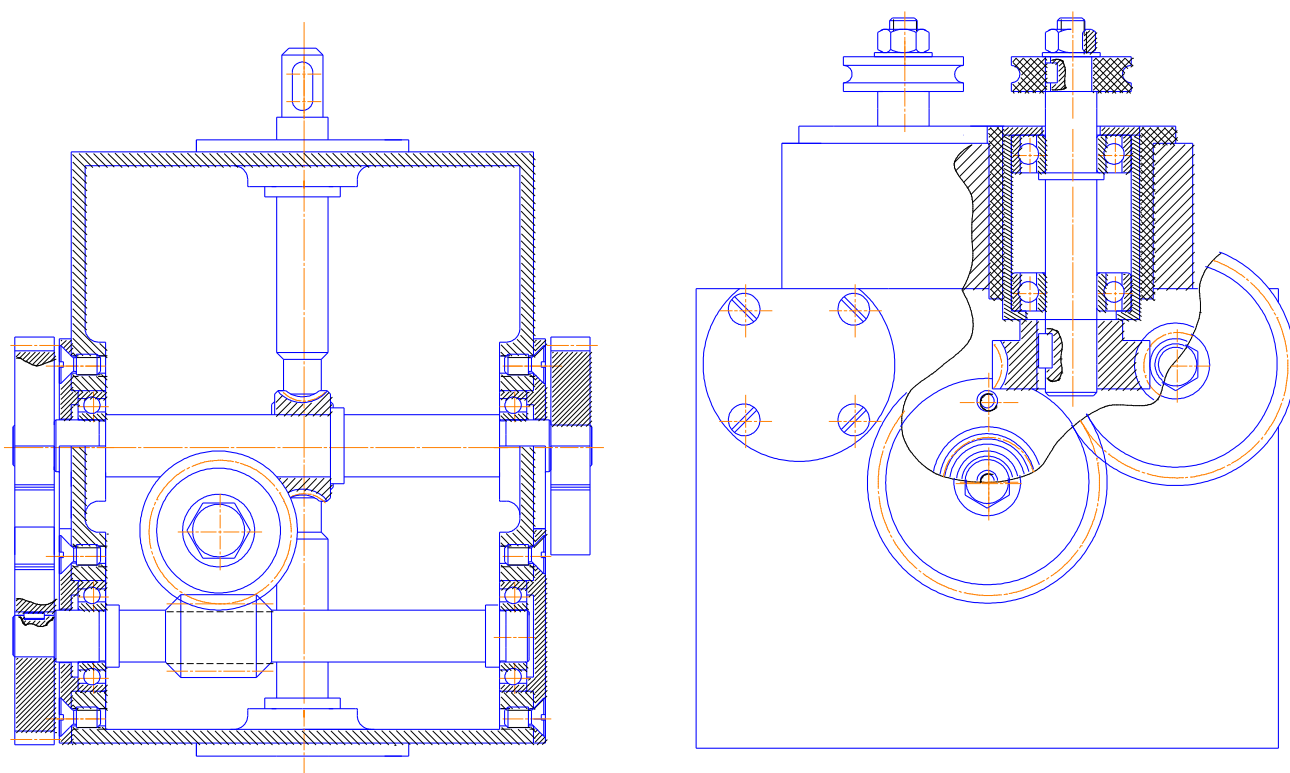


Рисунок 4.1 Схема редуктора приводу подаючих роликів електродугового розпилювача.

Пристрій встановлюється на установці електродугового напilenня і приводиться в дію електродвигуном, через клиноподібний пас передаються оберти на швидкохідний вал першої черв'ячної передачі. Дріт подається завдяки парі прижимних роликів, які приводяться в обертальний рух завдяки другій парі черв'ячних передач. Ролики покриті спеціальним матеріалом для збільшення шорсткості, що забезпечує достатнє зчеплення і подачу дроту. Зусилля притискання

валиків регулюється гвинтами і до них підведений струм. Тому валики ізольовані між собою ізолюючим матеріалом.

Робота пристрою полягає в тому, що розплавлення двох дротів відбувається під дією електричної дуги. Збудження дуги проходить тому, що при включенні подачі дроту в точці їх доторкання виникає висока температура внаслідок високого опору в зоні контакту дроту. Це викликає розплавлення і часткове випаровування металу, в наслідок чого відбувається іонізація дугового проміжку, що дає змогу запалення дуги. Струменем стисненого повітря дуга дещо витягується, що перешкоджає приварювання дротів між собою при правильному регулюванню дротів, напруги і струму дуги; крім того відбувається відвід частини тепла.

Все це досягається завдяки правильному розрахунку приводу дроту, при якому ми отримуємо оптимальний режим.

4.3. Основні розрахунки конструктивних елементів (вузлів) пристрою

4.3.1 Розрахунок приводу

Потужність на вихідному валу – 0,14 кВт;

Частота обертання вала – 32 об/хв.;

Строк служби – 14200 год.;

Перевантаження складає

$$T_{\text{MAX}}/T_{\text{НОМ}}=1,1.$$

Визначаємо коефіцієнт корисної дії (ККД) приводу

$$\eta = \eta_{\text{ПАС}} \cdot \eta_{\text{ЧЕР}} \cdot \eta_{\text{ВП}} \cdot \eta_{\text{ПК}} ,$$

де $\eta_{\text{ПАС}}$ - ККД клиноподібного паса $\eta_{\text{ПАС}}=0,97$;

$\eta_{\text{ЧЕР}}$ - ККД черв'ячної передачі $\eta_{\text{ЧЕР}}=0,85$;

$\eta_{\text{ВП}}$ - ККД відкритої передачі $\eta_{\text{ВП}}=0,95$;

$\eta_{\text{ПК}}$ - ККД однієї пари підшипників кочення $\eta_{\text{ПК}}=0,995$.

$$\eta = 0.97 \cdot 0.85^2 \cdot 0.95^2 \cdot 0.995^4 = 0.61 ,$$

Визначаємо розрахункову потужність вала двигуна

$$P_{ДВ}^{PO3P} = \frac{P_B}{\eta} = \frac{0,14}{0,61} = 0,25 \text{ кВт}$$

де P_B - потужність вихідного валу, кВт;

η - ККД приводу.

Визначаємо передаточне число приводу

$$U = \frac{n_{ДВ}}{n_B} = \frac{1500}{32} = 46,875$$

Приймаємо передаточне число черв'ячної передачі $U_{ЧЕР} = 7,5$, тоді передаточне число пасової передачі дорівнює

$$U_{ПАС} = \frac{U}{U_{ЧЕР} \cdot 2} = \frac{46,875}{15} = 3,125$$

Розраховуємо частоти обертання валів приводу

$$n_1 = n_{ДВ} = 1500 \text{ об/хв}$$

$$n_2 = n_1 / U_{ПАС} = 1500 / 3,125 = 480 \text{ об/хв}$$

$$n_3 = n_2 / U_{ЧЕР} = 480 / 7,5 = 64 \text{ об/хв}$$

$$n_4 = n_3 / 2 = 64 / 2 = 32 \text{ об/хв}$$

Розраховуємо потужність на валах приводу

$$P_1 = P_{ДВ}^{PO3P} = 0,25 \text{ кВт};$$

$$P_2 = P_1 \cdot \eta_{ПАС} \cdot \eta_{нід} = 0,25 \cdot 0,97 \cdot 0,995 = 0,24 \text{ кВт};$$

$$P_3 = P_2 \cdot \eta_{ЧЕР} \cdot \eta_{нід} = 0,24 \cdot 0,85 \cdot 0,995 = 0,20 \text{ кВт};$$

$$P_4 = P_3 \cdot \eta_{ЧЕР}^2 \cdot \eta_{нід}^2 = 0,20 \cdot 0,85^2 \cdot 0,995^2 = 0,14 \text{ кВт}.$$

Розраховуємо крутні моменти на валах приводу

$$T_1 = 9550 \cdot \frac{P_1}{n_1} = 9550 \cdot \frac{0,25}{1500} = 1,59 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$T_2 = 9550 \cdot \frac{P_2}{n_2} = 9550 \cdot \frac{0,24}{480} = 4,78 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$T_3 = 9550 \cdot \frac{P_3}{n_3} = 9550 \cdot \frac{0,20}{1500} = 29,84 H \cdot m;$$

$$T_4 = 9550 \cdot \frac{P_4}{n_4} = 9550 \cdot \frac{0,14}{1500} = 41,78 H \cdot m.$$

4.3.2 Розрахунок клиноподібної пасової передачі

Дано:

$$T_1 = 1,59 H \cdot m;$$

$$P_1 = 0,25 кВт;$$

$$n_1 = 1500 об / хв;$$

$$U = 3,125.$$

Вибираємо пас типу УО вузького перерізу по ТУ 38-40534-75

Діаметр меншого шківa у відповідності з рекомендаціями табл. 2.12 приймаємо $d_1 = 63 мм$.

Діаметр більшого шківa знаходимо по формулі:

$$d_2 = d_1 \cdot U \cdot (1 - \varepsilon) = 63 \cdot 3,125 \cdot (1 - 0,01) = 194 мм$$

Стандартний діаметр по ГОСТ 17383-73 приймаємо $d_2 = 200 мм$.

Розраховуємо швидкість пасу

$$V = \frac{\pi \cdot d_1 \cdot n_1}{60 \cdot 1000} = \frac{3,14 \cdot 63 \cdot 1500}{60 \cdot 1000} = 4,95 м / с$$

Розраховуємо міжосьову відстань

$$a = 2 \cdot (d_1 + d_2) = 2 \cdot (63 + 200) = 526 мм$$

Розраховуємо довжину пасу

$$L = 2 \cdot a + \frac{\pi}{2} \cdot (d_2 + d_1) + \frac{(d_2 + d_1)^2}{4 \cdot a} = 2 \cdot 526 + \frac{3,14}{2} \cdot (200 + 63) + \frac{(200 - 63)^2}{4 \cdot 526} = 1473,83 мм$$

Приймаємо $L = 1600 мм$.

Розраховуємо число пробігів

$$\nu = \frac{V}{L} = \frac{4,95}{1,475} = 3,35 \leq [\nu] = 5 с^{-1}$$

Розраховуємо кут обхвату меншого шківa

$$\alpha_1 = 180 - 60 \cdot \frac{d_2 - d_1}{a} = 180 - 60 \cdot \frac{200 - 63}{526} = 164^\circ \geq [\alpha] = 110^\circ$$

Вихідна довжина пасу (табл. 2.17)

$$L = 1600 \text{ мм}, \quad \frac{L}{L_0} = \frac{1475}{1600} = 0.92;$$

Коефіцієнт довжини (табл. 2.19) $C_L = 0.96$;

Вихідна потужність (табл. 2.17) $N_0 = 0.85 \text{ кВт}$;

Коефіцієнт кута обхвату (табл. 2.18) $C_\alpha = 0.97$;

Поправка до крутного моменту $\Delta T = 1.8 H \cdot \text{м}$;

Поправка до потужності

$$\Delta N = 0.0001 \cdot \Delta T \cdot n_B = 0.0001 \cdot 1.8 \cdot 1500 = 0.27 \text{ кВт};$$

Коефіцієнт режиму при вказаному навантаженні $C_p = 0.92$.

Розраховуємо допустиму потужність

$$[N] = (N_0 \cdot C_\alpha \cdot C_L + \Delta N) \cdot C_p = (0.85 \cdot 0.97 \cdot 0.96 + 0.27) \cdot 0.92 = 0.977 \text{ кВт}$$

Розраховуємо кількість пасів у передачі

$$Z = \frac{N}{[N]} = \frac{0.25}{0.977} = 0.25$$

Приймаємо $Z=1$ пас.

Розраховуємо силу початкового натягу

$$S_{0.1} = \frac{780 \cdot N}{V \cdot C_\alpha \cdot C_p \cdot Z_1} + q \cdot V^2 = \frac{780 \cdot 0.25}{4.95 \cdot 0.97 \cdot 0.92 \cdot 1} + 0.07 \cdot 4.95^2 = 45.86 \text{ Н}$$

Розраховуємо зусилля які діють на вали передачі

$$Q \approx 2 \cdot S_{0.1} \cdot Z \cdot \sin \frac{\alpha_1}{2} = 2 \cdot 45.86 \cdot 1 \cdot \sin \frac{164}{2} = 90.83 \text{ Н}$$

Розміри обода шківів вибираємо по табл. 2.21

$l_p = 8.5 \text{ мм}; \quad h = 10 \text{ мм}; \quad b = 2.5 \text{ мм}; \quad e = 12 \pm 0.3 \text{ мм}; \quad f = 8 \pm 1 \text{ мм}; \quad r = 0.5 \text{ мм};$

$h_{\text{MIN}} = 12 \text{ мм}.$

Ширина обода визначаємо по формулі:

$$M = (Z - 1) \cdot e + 2 \cdot f = (1 - 1) \cdot 12 + 2 \cdot 8 = 16 \text{ мм}.$$

4.3.3 Розрахунок черв'ячної передачі

Вихідні дані:

$$n_2 = 64 \text{ об / хв};$$

$$P_2 = 0,20 \text{ кВт};$$

$$T_2 = 4,78 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$n_3 = 64 \text{ об / хв};$$

$$P_3 = 0,20 \text{ кВт};$$

$$T_3 = 4,78 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$T_{\text{max}} / T_{\text{ном}} = 1,1;$$

$$L_n = 14200 \text{ год};$$

$$U = 7,5.$$

Вибираємо матеріал черв'яка та вінця черв'ячного колеса:

- для черв'яка – Сталь 40Х із гартуванням до твердості HRC 45 з наступним шліфуванням, $\sigma_B = 1000 \text{ МПа}$, $\sigma_T = 850 \text{ МПа}$;

- для вінця черв'ячного колеса приймаємо бронзу ОФ 10-1, $\sigma_B = 300 \text{ МПа}$, $\sigma_T = 200 \text{ МПа}$.

Коефіцієнт діаметра черв'яка $q = 10$.

Коефіцієнт навантаження $k = 1,1$.

Число витків черв'яка $Z_1 = 3$ та колеса

$$Z_2 = Z_1 \cdot U = 3 \cdot 7,5 = 22.$$

Розраховуємо міжосьову відстань

$$a_{\omega} = \left(\frac{Z_2}{q} + 1 \right) \cdot \sqrt[3]{\left(\frac{170}{\frac{Z_2}{q} \cdot [\sigma_H]} \right)^2 \cdot k \cdot T_3} = \left(\frac{22}{10} + 1 \right) \cdot \sqrt[3]{\left(\frac{170}{\frac{22}{10} \cdot 256} \right)^2 \cdot 1,1 \cdot 29780} = 46,07 \text{ мм}$$

По ГОСТ 2144-70 приймаємо $a_{\omega} = 45 \text{ мм}$.

Розраховуємо модуль по формулі

$$m = (1.5 \dots 1.7) \cdot \frac{a_{\varpi}}{Z_2} = (1.5 \dots 1.7) \cdot \frac{45}{22} = 3.07 \dots 3.48$$

По ГОСТ 19672-74 приймаємо $m = 3.15$ мм

Із умови жорсткості визначаємо коефіцієнт діаметра черв'яка

$$q \approx (0.212 \dots 0.25) \cdot Z_2 = 5.9$$

Отримане значення q заокруглити до стандартного ряду чисел $q=6.3$.

Розраховуємо коефіцієнт зміщення інструменту x :

$$x = \left(\frac{a_{\varpi}}{m} \right) - 0.5 \cdot (q + Z_2) = \left(\frac{45}{3.15} \right) - 0.5 \cdot (6.3 + 22) = -0.22$$

По умові не підрізання і не загострення зубців колеса значення x допускається до $-1 \leq x \leq +1$, як бачимо вимога виконується.

Визначаємо фактичне передаточне число U_{ϕ} і перевіряємо його відхилення ΔU від заданого U :

$$U_{\phi} = \frac{Z_2}{Z_1};$$

$$\Delta U = \frac{|U_{\phi} - U|}{U} \cdot 100\% \leq 4\%.$$

$$U_{\phi} = \frac{22}{3} = 7.33; \Delta U = \frac{|7.33 - 7.5|}{7.5} \cdot 100\% = 2.27\% \leq 4\%.$$

Як бачимо вимога виконується.

Визначаємо фактичне значення між осьової відстані a_{ϖ} , мм:

$$a_{\varpi} = 0.5 \cdot m \cdot (q + Z_2 + 2 \cdot x) = 0.5 \cdot 3.15 \cdot (6.3 + 23 + 2 \cdot (-0.22)) = 45.5 \text{ мм}$$

Визначаємо основні геометричні розміри передач, мм

При корегуванні розмірів черв'яка не змінюються; у черв'ячного колеса ділильний d_2 і початковий $d_{\omega 2}$ діаметри співпадають, але змінюються діаметри вершин d_{a2} і впадин d_{f2} .

Розраховуємо основні розміри черв'яка:

ділильний діаметр

$$d_1 = q \cdot m = 6.3 \cdot 3.15 = 19.85 \text{ мм};$$

початковий діаметр

$$d_{\omega 1} = m \cdot (q + 2 \cdot x) = 3.15 \cdot (6.3 + 2 \cdot (-0.22)) = 18.46 \text{ мм};$$

діаметр вершин витків

$$d_{a1} = d_1 + 2 \cdot m = 19.85 + 2 \cdot 3.15 = 26.15 \text{ мм};$$

діаметр впадин витків

$$d_{f1} = d_1 - 2.4 \cdot m = 19.85 - 2.4 \cdot 3.15 = 12.29 \text{ мм};$$

ділильний кут підйому ліній витків

$$\gamma = \arctg\left(\frac{Z_1}{q}\right) = \arctg 0.4762 = 25^{\circ} 45'$$

довжина частини черв'яка, яка нарізується

$$b_1 = (10 + 5.5 \cdot |x| + Z_1) \cdot m + C = (10 + 5.5 \cdot 0.22 + 3) \cdot 3.15 + 0 = 56.89 \text{ мм},$$

Основні розміри вінця черв'ячного колеса

ділильний діаметр

$$d_2 = d_{\omega} = m \cdot Z_2 = 72.45 \text{ мм};$$

діаметр вершин зубців

$$d_{a2} = d_2 + 2 \cdot m \cdot (1 + x) = 77.36 \text{ мм};$$

найбільший діаметр колеса

$$d_{am2} \leq d_{a2} + \frac{6 \cdot m}{(Z_1 + 2)} = 77.36 + \frac{6 \cdot 3.15}{(3 + 2)} = 81.14 \text{ мм};$$

діаметр впадин зубців

$$d_{f2} = d_2 - 2 \cdot m \cdot (1.2 - x) = 72.45 - 2 \cdot 3.15 \cdot (1.2 - (-0.22)) = 63.5 \text{ мм};$$

ширина вінця: при $Z = 3$

$$b_2 = 0,325 \cdot a_{\text{вн}} = 0,325 \cdot 45,5 = 14,79 \text{ мм};$$

радіуси заокруглень зубців:

$$R_a = 0,5 \cdot d_1 - m = 0,5 \cdot 19,85 - 3,15 = 6,68 \text{ мм};$$

$$R_a = 0,5 \cdot d_1 - 1,2 \cdot m = 0,5 \cdot 19,85 - 1,2 \cdot 3,15 = 11,91 \text{ мм};$$

умовний кут обхвату черв'яка вінцем колеса $2 \cdot \delta$:

$$\sin \delta = \frac{b_2}{d_{a1} - 0,5 \cdot m} = \frac{14,79}{26,15 - 0,5 \cdot 3,15} = 0,60$$

приймаємо кут рівний $90 \dots 120^\circ$.

Перевірка контактних напруг зубів колеса σ_H , Н/мм²:

$$\sigma_H = 340 \cdot \sqrt{\frac{F_{t2}}{d_1 \cdot d_2}} \cdot K \leq [\sigma]_H,$$

де $F_{t2} = 2 \cdot T_2 \cdot 10^3 / d_2$ - колова сила на колесі, Н;

K - коефіцієнт навантаження. Приймається в залежності від кутової швидкості колеса $K = 1$ при $V_2 \leq 3 \text{ м/с}$; $K = 1,1 \dots 1,3$ при $V_2 \geq 3 \text{ м/с}$;

$[\sigma]_H$ - допустиме контактне навантаження зубів колеса, Н/мм².

$$\sigma_H = 340 \cdot \sqrt{\frac{822,1}{19,85 \cdot 72,45}} \cdot 1 = 257,1 \text{ МПа} \leq [\sigma_H]$$

Перевантаження складає $\frac{257,1 - 256}{256} \cdot 100\% = 0,4\%$, що допустимо.

Перевірка напруження згину зубів колеса σ_F , Н/мм²:

$$\sigma_F = 0,7 \cdot Y_{F2} \cdot \frac{F_{t2}}{b_2 \cdot m} \cdot K \leq [\sigma]_F,$$

де Y_{F2} - коефіцієнт форми зуба колеса. Визначається по таблиці 4.10 в залежності від еквівалентного числа зубців колеса.

$$\sigma_F = 0.7 \cdot 1.77 \cdot \frac{822.1}{14.79 \cdot 3.15} \cdot 1 = 21.86 \text{ МПа} \leq 24,5 \text{ МПа}.$$

4.4. Техніка безпеки та промислова санітарія при виконанні робіт на спроектованому пристосуванні

Пристосування передбачає експлуатуватись в умовах виробничої майстерні або цеху, тому слід виконувати загальні вимоги по техніці безпеки на підприємстві і безпосередньо відповідні норми і правила для умов роботи даної виробничої ділянки.

При виконанні робіт на металізаторі з пристосуванням кожний робітник повинен при підготовці до роботи:

привести до ладу робочий одяг, перевірити справність інструментів, достатність освітлення, наявність інструкцій, технологічної документації, правильне і безпечне розміщення на робочому місці деталей;

виявлені порушення слід негайно усунути, а при не зможі самостійно їх усунути повідомити бригадира, майстра або інспектора по схороні праці;

оцінити свій психофізіологічний стан, та у випадку нездужання звернутися до лікаря або бригадира;

перед ввімкненням устаткування слід переконатися в тому, що пуск не буде становити нікому загрози;

перевірити надійність заземлення;

Після закінчення роботи:

вимкнути живлення установки;

привести в належний стан робоче місце;

перевірити стан установки.

До санітарно-технічних заходів слід віднести:

підтримання нормальних мете реологічних умов (температури, вологи тощо), нормативів освітлення, наявність шкідливих газів, пилу, шуму і вібрації;

виключення тісноти у виробничих приміщеннях.

4.5. Техніко - економічна оцінка спроектованого пристрою

4.5.1 Визначення вартості пристосування

$$C_{\text{пр}} = C_{\text{пр}} \cdot C_{\text{виг}} ;$$

де $C_{\text{пр}}$ - вартість проектування і виготовлення пристосування, грн.;

$C_{\text{виг}}$ - вартість виготовлення пристосування, грн.

Основна заробітна плата на проектування пристосування може бути полічена по формулі:

$$З_o = T_{\text{пр}} \cdot I_{\text{ік}} + T_{\text{оф}} \cdot I_{\text{к}} ;$$

де $T_{\text{пр}}$ - трудомісткість проектування пристосування, $T_{\text{пр}} = 40$ годин;

$I_{\text{ік}}$ - середньогодинна тарифна ставка інженера – конструктора

$I_{\text{ік}} = 47,71$ грн/год.;

$T_{\text{оф}}$ - трудомісткість оформлення конструкторської документації

$T_{\text{оф}} = 20$ год.;

$I_{\text{к}}$ - середня тарифна ставка кресляра $I_{\text{к}} = 33,29$ грн/год.

Тоді основна заробітна плата складе:

$$З_o = 47,71 \cdot 40 + 33,29 \cdot 20 = 2574,2 \text{ грн.}$$

З обліком 15% преміальних основна і додаткова заробітна плата складе:

$$З_{od} = З_o \cdot 1,15 = 2434,53 \cdot 1,15 = 2960,33 \text{ грн.}$$

З урахуванням відрахувань на соціальне страхування – 22 % від заробітної плати вартість проектування складе:

$$C_{\text{пр}} = З_{od} (1 + 0,22) = 2960,33 \cdot (1 + 0,22) = 3611,23 \text{ грн.}$$

Вартість виготовлення пристрою можна визначити по формулі

$$C_{\text{виг}} = C_{\text{м}} + C_{\text{п}} + З_{od} + O_{\text{від}} + K_{\text{цех}} ;$$

де $C_{\text{м}}$ - вартість основних і допоміжних матеріалів, використовуваних при виготовленні пристосування, грн.;

					МР.ТС.20.01.40.00.00.00.ПЗ	Арк.
						109
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		

C_{Π} - вартість покупних виробів;

$Z_{\text{од}}$ - основна і додаткова заробітна плата робочих зайнятих на виготовленні і складанні пристосування, грн.;

$O_{\text{від}}$ - відрахування на соціальне страхування, грн.;

$K_{\text{цех}}$ - цехові витрати, грн..

Розрахунок вартості матеріалів і покупних виробів, використовуваних при виготовленні пристосування представлені в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2. Розрахунок вартості матеріалів і покупних виробів, використаних при виготовленні пристосування

Найменування матеріалу	Кількість	Ціна в гривнях за тону	Розрахунок вартості матеріалів, грн.
1	2	3	4
Прокат листовий 6 мм. Прокат листовий 2 мм.	5 кг.	19437	92,18
Круг: d = 40 мм Сталь 45.	5 кг.	20045	100,22
d = 20 мм Сталь 5ХНМ.	20 кг.	19516	391,22
d = 100 мм Мідь М1.	0,5кг.	72000	46
			629,62
Вироби які купляють:			
Електропневмоклапан	1 шт.	120	120
Метизи.	2 кг.	26000	52
Клапана КЭП - 16У4	1шт	180	180
Електродвигун АО2(АОЛ2)-11-6	1шт	1320	1320
ВСЬОГО			1672

Основна і допоміжна заробітна плата основних робітників, які зайняті на виготовленні пристосування складе:

					МП.ТС.20.01.40.00.00.00.ПЗ	Арк.
						110
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		

$$Z_{\text{од}} = \frac{Z_{\text{годі}} \cdot t_{\text{ні}} \cdot K_{\text{ії}} \cdot K_{\text{yi}}}{60} \cdot \left(1 + \frac{K_{\text{від}}}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{K_{\text{невід}}}{100}\right);$$

де $Z_{\text{годі}}$ - годинна тарифна ставка відповідного розряду робіт і-тої операції;

$t_{\text{ні}}$ - калькуляційний час і-тої операції;

$K_{\text{ії}}$ - коефіцієнт доплат за інтенсивність роботи $K_{\text{ії}}=1,0$;

K_{yi} - коефіцієнт доплат за умови праці. В нашому випадку цей коефіцієнт коливається в межах $K_{\text{yi}}=1,0 \dots 1,14$;

$K_{\text{від}}$ - процент доплат за відпрацьований час $K_{\text{від}}=15\%$;

$K_{\text{невід}}$ - процент доплат за невідпрацьований час $K_{\text{невід}}=18\%$.

Розрахунок основної заробітної плати основних робітників, які зайняті при виготовленні пристосування приведені в таблиці 4.3.

Таблиця 4.2. Годинні тарифні ставки.

Тарифні розряди	I	II	III	IV	V	VI
Тарифні коефіцієнти	29,2	33,29	37,96	43,22	49,06	55,48

Таблиця 4.3. Розрахунок основної заробітної плати основних робітників, які зайняті при виготовленні

Вид робіт.	Норма часу, год.	Серед. розряд робітн.	Годинна тариф на ставка, грн/год.	Коеф. умов праці, K_{yi} .	Розцінки в грв. і-тої роботи.
1. Підготовча.	3.8	1	29,2	1,0	116,8
2. Токарна.	9	3	37,96	1,0	341,64
3. Фрезерна.	4	3	37,96	1,0	151,84
4. Свердлильна.	3,8	2	33,29	1,0	126,50
5. Стругальні.	0,8	2	33,29	1,0	26,63
6. Термічна.	1,2	2	33,29	1,06	42,34
7. Зварювальні.	2,4	4	43,22	1,12	116,18
8. Складальні.	2.5	3	37,96	1,0	94,92

111

					МР.ТС.20.01.40.00.00.00.ПЗ	Арк.
						111
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		

9. Регулювально-випробовувальні	2,7	2	33,29	1,1	89,88
ВСЬОГО.					1606,73

Тоді основна і допоміжна заробітна плата складе:

$$З_{од} = 1606,73 \cdot 1,15 \cdot 1,18 = 2180,33 \text{ грн.}$$

Відрахування на соціальне страхування складають 22 % від $З_{од}$:

$$O_{від} = 2180,33 \cdot 0,22 = 479,67 \text{ грн.}$$

Цехові (накладні) витрати складають 167 % від $З_{од}$:

$$K_{цех} = 2180,33 \cdot 1,67 = 3641,15 \text{ грн.}$$

Тоді собівартість виготовлення пристосування складе:

Вартість виготовлення пристрою можна визначити по формулі

$$C_{виг} = C_M + C_{п} + З_{од} + O_{від} + K_{цех};$$

C_M	вартість основних і допоміжних матеріалів, використовуваних при виготовленні пристосування, грн.;	629,62
$C_{п}$	вартість покупних виробів;	1672
$З_{од}$	основна і додаткова заробітна плата робочих зайнятих на виготовленні і складанні пристосування, грн.;	2180,33
$O_{від}$	відрахування на соціальне страхування, грн.	479,67
$K_{цех}$	цехові витрати, грн,	3641,15
$C_{виг}$	вартість виготовлення	8602,77

Тоді собівартість проектування і виготовлення пристосування складе:

$$C_{пр} = 3611,23 + 8602,77 = 12214 \text{ грн.}$$

4.5.2 Розрахунок річного економічного ефекту від впровадження пристрою

Розрахунок річного економічного ефекту від впровадження пристрою для електродугового розпилення різномірних дротів знаходимо як різницю в вартості спроектованого пристрою та пристрою, що застосовувався побазовій технології.

Вартість електродугового розпилювача ЕМ-14 з урахуванням транспортних затрат по даним Барнаульського агрегатного заводу становить 19964 грн.

Річний економічний ефект від заміни розпилювача складе:

$$E_p = \frac{C_{np} - C_b}{C_a} = \frac{12214 - 19964}{5} = 1550 \text{ грн.}$$

де C_a – срок амортизації пристрою

Розрахунок річного економічного ефекту від впровадження в виробництво даного пристрою та технології продовжимо в економічному розділі.

Термін за який окупиться сконструйований пристрій

$$T_{ок} = \frac{12214}{1550} = 7,8 \text{ р.}$$

V. ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ РОЗДІЛ

5.1. Визначення трудомісткості робіт, які виконуються на дільниці

Одним з основних параметрів, що необхідні для розрахунку дільниці – трудомісткість робіт, що виконуються на дільниці.

Розрахунок об'єму робіт проводять виходячи з переліку робіт, що виконуються на дільниці і їх трудомісткість. Перелік робіт, що виконуються на дільниці і їх трудомісткість наведені в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 Технологічний процес ремонту колінчастого вала

№	Найменування операції	Технічна норма часу на виконання операції, хв.
1	Дефектувальна	22,8
2	Шліфувальна	89,3
3	Слюсарна обробка	38,5
4	Знежирення	22,4
5	Дробо-струменева	48,8
6	Ізоляція щок вала	12,4
7	Напилення	95,4
8	Свердлильна	17,26
9	Шліфувальна	89,3
10	Контроль	22,3
11	Слюсарна обробка	39,7
12	Насичення	19,4
13	Консервація.	22,3
	Всього	539,86

					МР.ТС.21.01.50.00.00.00.ПЗ									
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Організаційний розділ					Літ.	Аркуш	Аркушів		
Розроб.	Григоренко													
Перевір.	Маркович											114	13	
										ЦНТУ				
Н.контр.	Красота									гр. АІ(ТС)-20МЗ				
Затвер.	Магопечь													

З табл. 5.1 бачимо, що трудомісткість ремонту складає $\tau = 539,86$ хв., або $\tau = 8,99$ год.

Тоді трудомісткість робіт, що виконуються на ділянці ремонту протягом року складе:

$$T = \tau \cdot N,$$

де τ - трудомісткість ремонту розподільчого вала, $\tau = 8,99$ год;

N - програма ремонту, $N = 1000$ валів за рік (див. розділ 1)

$$T = 8,99 \cdot 1000 = 8990 \text{ люд} \cdot \text{год.}$$

5.2 Режим роботи ділянки і розрахунок річних фондів часу працівника, обладнання і робочого місця

Режим роботи ділянки ремонту – однозмінний при п'ятиденному 41-годинному робочому тижні. Тривалість зміни 8.2 години. Кількість робочих днів за рік – 251.

Визначаємо номінальний річний фонд часу [11]:

$$\Phi_n = D_p \cdot t_{cm} - D_{пп} \cdot (t_c - t_n) = 252 \cdot 8,2 - 7 \cdot (8,2 - 7,2) = 2053 \text{ год,}$$

Де D_p – кількість робочих днів за рік, $D_p = 251$ днів;

t_c – тривалість зміни, $t_c = 8.2$ год;

$D_{пп}$ – кількість передсвяткових днів за рік, $D_{пп} = 7$ днів;

t_n – тривалість зміни в передсвяткові дні, $t_n = 7,2$ год.

Дійсний річний час працівників менше номінального річного фонду [11].

$$\Phi_d = \Phi_n - (d_o + d_y + d_d + d_T + d_n) \cdot t_c,$$

де d_o – кількість відпускних днів робітників;

$d_{o1} = 18$ днів для слюсарів;

$d_{o2} = 24$ днів для зварювальників;

d_y – кількість відпускних днів працівникам, що навчаються, $d_y = 15$ днів;

d_d – кількість днів декретної відпустки, в середньому 1.6 % від числа робочих днів, $d_d = 252 \cdot 0,016 \approx 4$ дні;

d_T – кількість днів невиходів на роботу, пов'язаних з виконанням державних і громадських обов'язків, складає 0,3% від числа робочих днів за рік, $d_T = 251 \cdot 0,003 = 0,7$ днів;

					МР.ТС.21.01.50.00.00.00.ПЗ	Арк.
						115
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		

d_n – кількість інших невиходів на роботу, складає 0,5% від числа робочих днів за рік, $d_n=251 \cdot 0,005=1,3$ днів.

Тоді маємо дійсний річний фонд часу для випробувачів:

$$\Phi_{др1}=2058-(24+15+4+0,7+1,3) \cdot 8,2=1717 \text{ год},$$

для стабільних працівників;

$$\Phi_{др2}=2058-(18+15+4+1,7+1,3) \cdot 8,2=1766 \text{ год}.$$

Далі визначаємо номінальний річний фонд часу робочого місяця:

$$\Phi_{рн}=\Phi_n \cdot n_p \cdot C,$$

Де n_p – число працівників одночасно працюючих на одному робочому місці, $n_p - 1, 2, 3 \dots$

C – змінність роботи, в нашому випадку $C=1$;

$$\Phi_{рм1.1}=2086 \cdot 1,1=2086 \text{ год};$$

$$\Phi_{рм2.1}=2086 \cdot 2,1=4172 \text{ год};$$

$$\Phi_{рм3.1}=2086 \cdot 3,1=6258 \text{ год};$$

$$\Phi_{рм4.1}=2086 \cdot 4,1=8344 \text{ год};$$

Річні фонди часу обладнання, $\Phi_{он}$, і дійсний $\Phi_{од}$ визначаємо за формулами:

$$\Phi_{он}=\Phi_n \cdot C,$$

$$\Phi_{од}=\Phi_n \cdot C \cdot \eta,$$

де η - коефіцієнт, що характеризує використання обладнання за часом, $C=1$, $\eta=0,975$ [11].

$$\Phi_{он}=2086 \cdot 1=2086 \text{ год};$$

$$\Phi_{од}=2086 \cdot 1 \cdot 0,975=2034 \text{ год}.$$

5.3. Розрахунок штату ділянки

Дійсна кількість працюючих визначається за формулою

$$P_{яв} = \frac{T}{\Phi_n \cdot K} = \frac{8990}{2086 \cdot 1,05} = 4,2 \text{ люд.},$$

приймаємо $P_{яв} = 4$ люд.,

де T – трудомісткість робіт, що виконуються на ділянці, $T = 8990$ год;

Φ_n – номінальний фонд часу, $\Phi_n=2086$ год;

K – плануємий коефіцієнт перевиконання норм вироблення, $K=1,05$

Спискове число основних виробничих робітників

$$P_c = \frac{T}{\Phi_{др} \cdot K} = \frac{8990}{1766 \cdot 1,05} = 4,4 \text{ люд,}$$

приймаємо $P_c = 4$ люд,

де $\Phi_{др}$ – дійсний річний фонд часу робітників, $\Phi_{др}=1766$ год.

Далі визначаємо кількість допоміжних працівників, ІТР, рахувально-конторський (РКП) і молодший обслуговуючий персонал (МОП) [11]%

$$P_{всп} = 0,1 \cdot P_{осн} = 0,1 \cdot 4 = 0,4$$

Обов'язки по виконанню допоміжних робіт покладаємо на основних робітників

Обов'язки ІТР покладаємо на змінного майстра дільниці ТО

Далі визначаємо явочну і спискову кількість основних працівників за спеціальностями. Результати розрахунків зводимо в табл. 5.2

Таблиця 5.2 Штатна відомість робітників і службовців дільниці ремонту

Найменування професії.	Кількість.	Кількість робітників по розрядам.			
		III	IV	V	VI
Слюсар	2	1	1		
Оператор електродугового напилення	1		1		
Шліфовщик	1			1	
Всього	4	1	2	1	

5.4. Розрахунок і вибір технологічного устаткування дільниці

Основним технологічним обладнанням дільниці є:

- шліфувальний верстат;
- установка електродугового напилення.

Число одиниць основного обладнання визначається за формулою:

$$n = \frac{T_n \cdot N}{\Phi_{\text{од}}},$$

де T_n – технічна норма часу операцій, що виконуються, год;

N – програма ремонту, $N=1000$ валів за рік;

$\Phi_{\text{од}}$ – дійсний річний фонд часу обладнання, $\Phi_{\text{од}}=2034$ год.

Кількість шліфувальних робіт при умові, що технічна норма часу по свердлильним робота складає $T_n=51,2$ хв.:

$$n_{\text{св}} = \frac{51,2 \cdot 1500}{60 \cdot 2034} = 0,62,$$

приймаємо 1 шліфувальний верстат.

Кількість робіт по електродуговому напиленні, при умові, що технічна норма часу по роботам складає $T_n=56,2$ хв.:

$$n_{\text{на}} = \frac{56,2 \cdot 1500}{60 \cdot 2034} = 0,67,$$

приймаємо 1 установку електродугового напилення

Кількість настільних свердлильних робіт при умові, що технічна норма часу по свердлильним робота складає $T_n=3,2+4,6$ хв.:

$$n_{\text{на}} = \frac{7,8 \cdot 1500}{60 \cdot 2034} = 0,09,$$

приймаємо 1 настільний свердлувальний станок.

Інше обладнання вибираємо виходячи з типових проектів, програми ремонту, чисельності робітників, робочих місць і виробничої необхідності.

Вибране обладнання вносимо до відомості технологічного обладнання дільниці ремонту колінчастого вала (див. табл. 4.3)

Таблиця 4.3 Відомість технологічного обладнання дільниці

Назва обладнання	Марка	Кількість	Габаритні розміри мм	Зайнята площа, м ²	Встановлена потужність	Вартість, т.грв
1	2	3	4	5	6	7

Вертикально свердлувальний верстат	2Н125	1	0,6×0,5	0,3	0,7	10,3
Ванна знежирення	ВШ-12,8	1	1.6×1,2	1,9	15	12,8
Токарно-гвинторізний верстат	16К20	1	2,5×1.45	3,6	7,3	25,75
Ванна насичення	ВН- 5,4	1	1,3×0,5	0,4	-	6,4
Гідравлічний прес	2153 ГА-РО	1	1.6×0.5	1,6	1,5	15,7
Дробоструменева установка	УДС-300	1	3×1	3	2,2	23,3
Обладнання металізаційне Електрометалізатор. Джерело живлення Обладнання аспіраційне	009-103 319.002 ВДУ-506 А-9000	1	2.5×2 1×0,5 1×1 2	8	15	44,30
Колошліфувальний верстат і розроблене пристосування	3132	1	3,5×2,3	8	7,0	58,9 4,6
Слюсарний верстат	2280	2	1,8×1	3,6	-	2,7
Стелаж секційний	2247	4	1.4×0.45	2,52	-	1,3
Кран-балка, вантаже-під'ємність 3т		1			2,7	7,2
Всього				27,2	51,4	213,7

5.5. Розрахунок виробничих площ

Компонувальні рішення технологічного планування ділянки.

Виробничим площам ділянок відносять площі, що займає основне технологічне обладнання, допоміжне обладнання, під'ємнотранспортні засоби, а також проходи між робочими місцями і робочою зоною обладнання.

Площу ділянки ремонту визначаємо за наступною формулою [11].

$$F_{уч} = f_0 \cdot K_z = 27.2 \cdot 4.5 = 122,4 \text{ м}^2,$$

					МР.ТС.21.01.50.00.00.00.ПЗ	Арк.
						119
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		

де f_0 – сумарна площа, що займає обладнання ділянки ремонту

K_3 – коефіцієнт робочої зони для ділянки ремонту, $K_3=3.5\dots4.5$, приймаємо $K_3=4.5$.

При визначенні компоновального рішення ділянки ремонту керуємося тим, щоб вантажопотік деталей були направлені в одну сторону згідно з технологічним ланцюгом.

Проектуємо технологічне планування ділянки виходячи з розрахункової площі виконуючи встановлені норми відстаней між обладнанням, враховуючи вимоги з техніки безпеки і промсанітарії.

4.6. Обґрунтування і вибір підйомно-транспортного обладнання

Враховуючи характер продукції ділянки ремонту, а також прийнятий порядок організації робіт на ділянці вибираємо наступні під'ємно-транспортні засоби.

Кран-балка вантажопід'ємністю 3,2 тони 1 шт.

4.7 Розрахунок силової електроенергії

Для розрахунку середньорічної витрати силової електроенергії ділянки ремонту масляного насоса за відомістю технологічного обладнання (табл. 3.5) визначаємо встановлену потужність електроприймачів $P_{уст}$, а потім з врахуванням коефіцієнта попиту η_c – визначаємо активну потужність за формулою [11].

$$P_a = \sum_{i=1}^n \eta_{ci} \cdot P_{ості},$$

де η_c – коефіцієнт попиту, що враховує недозавантаження по потужності і неодноразовість роботи електроприймача, втрати в мережі і електродвигуні; коефіцієнт попиту η_c – залежить від того, де встановлений електродвигун (див. табл. 109 [11]). Дані заносимо в таблицю 4.4

Тоді річна витрата електроенергії на ділянці ремонту складе [11].

$$W_c = P_a \cdot \Phi_{од} \cdot \eta_z,$$

де P_a – активна потужність електроустановок ділянки, $P_a=8,01$ кВт;

$\Phi_{од}$ – річний дійсний фонд часу обладнання, $\Phi_{од}=2034$ год;

					МР.ТС.21.01.50.00.00.00.ПЗ	Арк.
						120
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		

η_3 – коефіцієнт завантаження обладнання, $\eta_3=0.5\dots0.75$, приймаємо $\eta_3=0.7$,
тоді

$$W_c=8,01 \cdot 2034 = 16\,292,34 \text{ кВт. за год.}$$

Таблиця 4.4. Встановлена і активна потужність струмоспоживачів

Назва обладнання	Марка	Кількість	Встановлена потужність, кВт	Коефіцієнт по питу η_c	Коефіцієнт завантаження η_3	Активна потужність, кВт
1	2	3	4	5	6	7
Вертикально – свердлувальний верстат	2Н125	1	0,7	0,15	0,7	0,074
Ванна знежирення	УДГ-501	1	15	0,25	0,7	2,63
Токарно-гвинторізний верстат	16К20	1	7,3	0,15	0,7	0,76
Гідравлічний прес	2153	1	1,5	0,1	0,7	0,11
Дробоструменева установка	УДС-300	1	2,2	0,25	0,7	0,39
Обладнання металізаційне Електрометалізатор Дже- рело живлення Обладнання аспіраційне	009-103 319.002 ВДУ-506 А-9000	1	15	0,25	0,7	2,63
Колошліфувальний верстат і розроблене пристосування	3132	1	7,0	0,25	0,7	1,23
Кран-балка, вантаже- під'ємність 3т		1	2,7	0,1	0,7	0,19
Всього			51,4			8,01

Тоді річна витрата електроенергії на дільниці ремонту складе [11].

$$W_c=P_a \cdot \Phi_{од} \cdot \eta_3,$$

де P_a – активна потужність електроустановок дільниці, $P_a=8,01$ кВт;

$\Phi_{од}$ – річний дійсний фонд часу обладнання, $\Phi_{од}=2034$ год;

$$W_c = 8,01 \cdot 2034 = 16292,34 \text{ кВт. за год.}$$

Середня річна витрата електроенергії на освітлення визначається за формулою [11]:

$$W_{oc} = \frac{T_{oc} \cdot F_{уч} \cdot S_0}{1000},$$

де T_{oc} – річне число годин використання штучного освітлення, $T_{oc}=2500$ год;

$F_{уч}$ – площа ділянки ремонту, $F_{уч}=122.4 \text{ м}^2$;

S_0 – питома потужність освітлювального навантаження, $S_0=18 \text{ Вт/м}^2$.

$$\text{Тоді } W_{oc} = \frac{2500 \cdot 122.4 \cdot 18}{1000} = 5508 \text{ кВт·год.}$$

5.8. Розрахунок середньорічної витрати тепла на опалення приміщення ділянки

Річна витрата пару на опалення визначаємо за формулою [12]:

$$Q_{п} = \frac{q_{т} \cdot T_{от} \cdot V_{уч}}{1000 \cdot i},$$

де $q_{т}$ – витрата палива на 1 м^3 будівлі, $q_{т}=18 \text{ ккал/год} \times \text{м}$;

$T_{от}$ – число годин опалювального сезону в даному поясі. Для нашої зони $T_{от}=180$ днів, або $T_{от}=180 \cdot 14=4320$ годин.

$V_{уч}$ – об'єм ділянки, $V_{уч}=771.1 \text{ м}^3$, при врахуванні h – висоти будівлі, $h=6.3$ м, та площі ділянки;

i – тепломісткість пари, $i=540 \text{ ккал/кг}$.

$$Q_{п} = \frac{18 \cdot 4320 \cdot 771.1}{1000 \cdot 540} = 111 \text{ т пари.}$$

Річна витрата палива для опалення приміщення ділянки визначаємо за формулою:

$$Q_{п} = \frac{q_{т} \cdot T_{от} \cdot V_{уч}}{1000 \cdot n \cdot \eta_{н}},$$

де n – теплоутворююча властивість умовного палива, $n=7000 \text{ ккал/кг}$;

$\eta_{н}$ – коефіцієнт корисної дії котельної установки, $\eta_{н}=0.75$

$$Q_{п} = \frac{18 \cdot 4320 \cdot 771.1}{1000 \cdot 7000 \cdot 0.75} = 11.42 \text{ тони.}$$

					МР.ТС.21.01.50.00.00.00.ПЗ	Арк.
						122
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		

4.9 Розрахунок освітлення дільниці

4.9.1 Розрахунок природнього освітлення

При розрахунку природнього освітлення дільниці підбираються відповідні віконні пройоми. Площа засклення, що забезпечує нормальне освітлення визначається при комбінованому освітленні через світлові фонарі на даху і через вікна. Визначається за формулою [12]

$$S_{oc} = \frac{F_{уч} \cdot l_{cp} \cdot \eta_o}{100 \cdot \tau_o \cdot r_3 \cdot K},$$

де $F_{уч}$ – площа дільниці, $F_{уч}=122.4 \text{ м}^2$

l_{cp} – нормоване середнє освітлення при боковому освітленні $l_{cp}=5$ для дільниці по ремонту вузлів.

η_o – світлова характеристика вікна, $\eta_o=9$.

τ_o – загальний коефіцієнт світло пропускання, $\tau_o=0.35$.

r_3 – коефіцієнт, що враховує вплив відбитого світла, при комбінованому освітленні, $r_3=2.4$.

K - коефіцієнт, що враховує затемнення вікон навпроти стоячими будівлями, $K=1.7$

$$S_{oc} = \frac{122.4 \cdot 5 \cdot 9}{100 \cdot 0.35 \cdot 2.4 \cdot 1.7} = 38.6 \text{ м}^2,$$

таким чином, площа засклення складає 38.6 м^2 .

5.9.2 Розрахунок штучного освітлення

Кількість ламп, що необхідні для освітлення визначаємо за формулою

$$n = \frac{E_{cp} \cdot F_{уч} \cdot K}{F_o \cdot \eta},$$

де E_{cp} – середня освітленість на дільниці ремонту, $E_{cp}=75$ люкс.

K – коефіцієнт запаса освітленості, $K=1.7$.

F_o – світловий потік кожної лампи, $F_o=1500$ люмен при потужності 80 Вт – лампа люмінісцентна.

η - коефіцієнт використання світлового потоку, $\eta=0.45$, тоді

$$n = \frac{75 \times 122.4 \times 1.7}{1500 \times 0.45} = 23.12, \text{ приймаємо } n=24 \text{ лампи.}$$

Щоб уникнути стробоскопічного ефекту лампи об'єднують в пари. Тому на дільниці передбачено 12 світильників по дві лампи в кожному.

5.10 Розрахунок річної потреби дільниці в стиснутому повітрі

Розрахунок річної необхідності дільниці в стиснутому повітрі визначають за формулою [12]

$$Q_{\text{воз}} = K_c \cdot K_n \cdot K_e \cdot \sum Q_{\text{ср}} \cdot \Phi_d \cdot C,$$

де K_c – коефіцієнт попиту за повітрям користувачів, $K_c=0.5$

K_n – коефіцієнт, що враховує втрати повітря в мережі і в інструменті, $K_n=1.5$

K_e – коефіцієнт що враховує умови експлуатації пневмоприймаїв, $K_e=1.3$

$\sum Q_{\text{ср}}$ – сумарна середня витрата при безперервній роботі пневмоприймаїв.

На обдувку деталей витрата повітря – $30 \text{ м}^3/\text{год.}$ при $K_c=0.1$, а також пневмоприймаїв на дільниці – 2.

C – число змін роботи дільниці ремонту, $C=1$.

Φ_d – дійсний річний фонд часу роботи обладнання, $\Phi_d=2034 \text{ год}$

$$Q_{\text{воз}} = 1.5 \cdot 1.3 \cdot (0.5 \cdot 4 \cdot 6 + 0.1 \cdot 30 \cdot 2) \cdot 2034 = 71393 \text{ м}^3$$

5.11. Розрахунок потреб в воді

Вода на дільниці електродугового напилення витрачається на виробничі та побутові потреби.

На виробничі потреби вода використовується для охолодження у процесі наплав очних робіт. Річна витрата води для виготовлення охолоджуючої рідини визначається по кількості обладнання та його завантаження по формулі []

$$Q_{\text{об}} = \frac{q_v \cdot N_{\text{ст}} \cdot \Phi_{\text{д.об}} \cdot \eta_z}{1000} = \frac{90 \cdot 3 \cdot 1662,6 \cdot 0,70}{1000} = 314,23 \text{ м}^3,$$

де q_v - погодинна витрата охолоджуючої рідини на одиницю обладнання, л/год.

$N_{\text{ст}}$ - кількість обладнання;

$\Phi_{\text{д.об}}$ - дійсний фонд часу обладнання, год;

					MP.TC.21.01.50.00.00.00.ПЗ	Арк.
						124
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		

η_3 - коефіцієнт завантаження обладнання.

У відповідності із діючими санітарними нормами, на побутові потреби на одного робітника за одну зміну витрата води складає – 25 літрів. Річна витрата води складає

$$Q_{BH} = n_D \cdot q \cdot n \cdot n_P = 255 \cdot 25 \cdot 1 \cdot 4 = 25105 \text{ л} = 25,1 \text{ м}^3,$$

де n_D - кількість робочих днів у році;

q - норма витрати води, л;

n - кількість змін;

n_P - кількість робітників на ділянці.

Річна витрата води на ділянці дорівнює

$$Q = Q_{IA} + Q_{BH} = 314,23 + 25,01 = 369,24 \text{ м}^3$$

5.12 Вибір та розрахунок вентиляції

Вентиляція виробничих приміщень призначена для зменшення запиленості, задимленості і для очищення повітря від шкідливих викидів виробництва, а також підвищення збереження обладнання. Вентиляція служить одним із головних засобів оздоровлення умов праці, підвищення продуктивності й запобігання небезпеки професійних захворювань.

Розрахунок вентиляції виконуємо у наступній послідовності. Визначаємо вид вентиляції ділянки, загально обмінну вентиляцію з годинною кратністю обміну повітря, $k = 5$ [11].

Розраховуємо продуктивність вентилятора, виходячи із об'єму приміщення та кратності обміну повітря

$$W_A = V_O \cdot k = 771,1 \cdot 5 = 3855,5 \text{ м}^3/\text{год.}$$

де V_O - об'єм ділянки,

F – площа ділянки електродугового напилення, м^2 ;

k – годинна кратність обміну повітря, $k = 5$.

По розрахованому сумарному повітрообміну вибираємо вентилятор. В даному випадку підходить відцентровий вентилятор №2 серії ЕВР із наступною ха-

					МР.ТС.21.01.50.00.00.00.ПЗ	Арк.
						125
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		

рактистикою [11]:

- продуктивність вентилятора, $W_B = 1800$ м/год;
- напір вентилятора, $H_B = 70$ кгс/м²;
- коефіцієнт корисної дії, $\eta = 0,50$;
- число обертів вентилятора, $n = 3000$ об/хв.

Виконуємо розрахунок потужності електродвигуна привода вентилятора

$$N_E = \frac{W_B \cdot H_B \cdot \beta}{3600 \cdot 102 \cdot \mu_B} = \frac{1800 \cdot 700 \cdot 1.5}{3600 \cdot 102 \cdot 0.5} = 1.03 \text{ кВт}$$

де W_B - продуктивність вентилятора, м³/год;

H_B - напір вентилятора, $H_B = 70$ кгс/м²;

β – коефіцієнт, який враховує невраховані витрати напору повітряного потоку;

μ_B - коефіцієнт корисної дії вентилятора.

Для приводу вентилятора приймаємо електродвигун типу АО-31-2 потужністю 4,5 кВт і частотою обертання, $n = 1500$ об/хв..

					МР.ТС.21.01.50.00.00.00.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		126

VI. ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

6.1. Розрахунок фонду заробітної плати робітників дільниці по відновленню колінчастих валів

Планований фонд заробітної плати на рік, що розподіляється між працівниками дільниці визначається по формулі [13]:

$$\Phi_{3y} = \sum_{i=1}^n P_{cd} \cdot N + \sum_{i=1}^n \Pi + (1 + K_{np}) \cdot \sum_{i=1}^n R_e \cdot 3_{\text{чпс}} \cdot \Phi_{др}$$

де $P_{сді}$ - відрядна розцінка на відновлення деталей і – того найменування

$$P_{сд} = \frac{\sum_{j=1}^m 3_{гoдj} \cdot t_{nj} \cdot K_{nj} \cdot K_{yj}}{60}$$

де: $Z_{\text{год}j}$ - годинна тарифна ставка відрядників відповідного розряду робіт на j - тій операції; t_{nj} - час виконання j - тої операції, хв.; K_{nj} - коефіцієнт, що враховує доплати за інтенсивність праці, на перервно-потоккових лініях $K_n = 1,05$, у нашому випадку $K_n = 1,0$; K_{yj} - коефіцієнт враховуючий доплати за умови праці. На зварювальних, наплавочних, ковальських і малярських операціях $K_y = 1.13$, мийних $K_y = 1.1$.

Годинна тарифна ставка, грн/год, визначаємо згідно наказу Міністерства праці та соціальної політики України від 31 березня 1999 р. № 44 з розрахунку мінімальної заробітної плати в розмірі 5000 грн згідно Закону №3963 «Про внесення змін до Державного бюджету на 2021 рік» щодо збільшення розміру мінімальної заробітної плати. і зазначена в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1. Тарифні розряди та тарифні коефіцієнти для підприємств, де відсутні особливо складні та високотехнологічні і високоточні роботи

Тарифні розряди	I	II	III	IV	V	VI
Тарифні коефіцієнти	1,0	1,14	1,30	1,48	1,68	1,90

					МР.ТС.21.01.60.00.00.00.ПЗ									
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Економічний розділ					Літ.	Аркуш	Аркушів		
Розроб.		Григоренко												
Перевір.		Запірченко										127	9	
										ЦНТУ гр. АІ(ТС)-20МЗ				
Н.контр.		Красота												
Затвер.		Магопєць												

З 1 січня 2020 року мінімальна зарплата становила 5000 грн. Законом №822-IX з 1 вересня її підвищено до 6000 грн.

Звідси на підприємстві встановлена годинна тарифна ставка 1 розряду на жовтень місяць 2021 року складає 22,41 гривні. Тарифні ставки по розрядах зазначені в таблиці 6.2.

Таблиця 6.2. Годинні тарифні ставки.

Тарифні розряди	I	II	III	IV	V	VI
Тарифні коефіцієнти	29,2	33,29	37,96	43,22	49,06	55,48

Таблиця 6.2. Розрахунок відрядних розцінок за роботи виконані на ділянці.

№	Найменування операції	Розряд	Годинна тарифна ставка, грн./год	Норма часу, год	Коефіцієнт умов праці	Розцінка на операцію, грн
1	Дефектування	2	33,29	0,38	1,0	12,65
2	Шліфувальна	4	43,22	1,48	1,1	70,36
3	Слюсарна обробка	2	33,29	0,64	1,0	21,31
4	Знежирення	1	29,2	0,14	1,0	4,09
5	Дробо-струменева	1	29,2	0,81	1,0	23,65
6	Ізоляція щок вала	1	29,2	0,2	1,0	5,84
7	Напилення	3	33,29	1,59	1,13	59,81
8	Свердлильна	3	37,96	0,28	1,0	10,62
9	Шліфувальна	4	43,22	1,48	1,1	70,36
10	Контроль	1	29,2	0,37	1,0	10,80
11	Слюсарна обробка	2	33,29	0,66	1,0	21,97
12	Насичення	1	29,2	0,32	1,0	9,34
13	Консервація.	1	29,2	0,37	1,0	10,80
14	Разом			8,99		331,60

Таким чином $P_{сд} = 331,60$ грн.

N_p - програма ремонту , $N_p = 1000$ шт.

Тому:

					МР.ТС.21.01.60.00.00.00.ПЗ	Арк.
						106
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		

$$\sum P_{cd} N_p = 331,60 \cdot 1000 = 331600 \text{ грн.};$$

П - премія відрядникам за своєчасне виконання плану і за якість виконаних робіт:

$$П = 0,4 \cdot P_{cd} = 331600 \cdot 0,4 = 132640 \text{ грн.}$$

Тоді сумарна заробітна плата основних робітників складе:

$$P_{cd} = 331600 + 132640 = 464240 \text{ грн.};$$

Таким чином маємо:

$$\Phi_{zy} = 464240 \text{ грн.}$$

Середньомісячна заробітна платня робітників дільниці

$$Z_{mic} = \Phi_{zy} / R_{cn} \cdot 12 = 464240 / 4 \cdot 12 = 9672 \text{ грн}$$

Розмір єдиного соціального внеску (22%):

$$\Phi_{пен} = 0,22 \cdot 163025,49 = 102132,8 \text{ грн.}$$

6.2. Розрахунок капітальних вкладень при проектуванні дільниці

Розрахунок капітальних вкладень при проектуванні нової ремонтної дільниці методом прямого розрахунку окремих елементів:

$$K = K_{yc} + K_{буд} + K_{co} + K_{ocн} + K_{инв} + K_{пр},$$

де K_{yc} – капіталовкладення в устаткування;

$K_{буд}$ – капіталовкладення в будівлі;

K_{co} – капіталовкладення в споруди і обладнання;

$K_{ocн}$ – капіталовкладення в технологічне оснащення;

$K_{инв}$ – капіталовкладення в інвентар;

$K_{пр}$ – капіталовкладення в проектування цеху, або дільниці.

Розрахунок капіталовкладень в устаткування визначаються за формулою:

$$K_{yc} = K_{yt} + K_{ye} + K_{yнт};$$

де K_{yt} – капіталовкладення в технологічне устаткування;

K_{ye} – капіталовкладення в енергетичне устаткування;

$K_{yнт}$ – капіталовкладення в підйомно-транспортне устаткування;

Капіталовкладення в технологічне устаткування, згідно даних спеціального розділу складає $K_{yt} = 213700$ грн.

Капіталовкладення в енергетичне устаткування визначаємо в межах 5...20% вартості технологічного устаткування, залежно від виду та складності.

$$K_{ye} = 213700 \times 10\% = 21370 \text{ грн}$$

Капіталовкладення у підйомно-транспортне устаткування приймаємо в межах 7 ...10 % вартості технологічного устаткування.

$$K_{yn} = 213700 \times 10\% = 21370 \text{ грн.}$$

$$\text{Отже } K_{yc} = 213700 + 21370 + 21370 = 256440 \text{ грн.}$$

Капіталовкладення в будівлі дільниці:

$$K_{б\gamma\delta} = S_{цех} \cdot Ц_{б\gamma\delta},$$

де $S_{цех}$ – загальна площа цеху або дільниці, 162 м^2 ;

$Ц_{б\gamma\delta}$ – вартість 1 м^2 будівлі, грн = 518 грн.

$$K_{б\gamma\delta} = 162 \cdot 518 = 83916 \text{ грн}$$

Капітальні вкладення в цехові комунікації (внутрішньо цехові рейкові колії, повітропроводи, паропроводи та інші пристрої) приймаємо в межах 10...15% від вартості будівлі.

$$K_{cn} = 83916 \cdot 0,1 = 8391,6 \text{ грн}$$

Капітальні вкладення у технологічне оснащення приймаємо в межах 7...8% вартості технологічного устаткування:

$$K_{осн} = 213700 \cdot 0,07 = 14959 \text{ грн}$$

Капітальні вкладення у виробничий та господарський інвентар (стелажі, засіки, тумбочки, предмети протипожежного захисту) приймаємо в межах 1,2...2% вартості технологічного устаткування.

$$K_{инв} = 213700 \cdot 0,02 = 4274 \text{ грн}$$

Капітальні вкладення в проектування дільниці визначаємо за формулою:

$$K_{np} = K_{\delta} \cdot \left(\sum_{i=1}^n M_i \cdot \kappa_i \cdot O_i \right) = 1,1 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 5000 = 11000 \text{ грн}$$

					МР.ТС.21.01.60.00.00.00.ПЗ	Арк.
						108
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		

де n – кількість різних професій фахівців;

M_i – кількість місяців роботи над проектом;

k_i – кількість задіяних конструкторів, технологів та ін.;

O_i – посадовий оклад фахівця за місяць, грн ;

K_o – коефіцієнт, що враховує додаткові (непрямі) витрати проектного відділу.

Результати розрахунків капітальних вкладень зазначено в таб. 6.3.

Таблиця 6.3. Капітальні вкладення в дільницю

Групи основних фондів	Розмір капіталовкладень дільниці, грн	Норма амортизації, %	Сума Витрат на амортизацію, грн
Технологічне устаткування	213700	10	21370
Енергетичне устаткування	21370	10	2137
Підйомно-транспортне устаткування	21370	8	1709,6
Будівлі та споруди	83916	8	6713,28
Внутрішньо цехові комунікації	8391,6	8	671,33
Технологічне оснащення	14959	40	5984
Виробничий та господарський інвентар	4274	15	641,1
Капітальні вкладення в проектування	11000	20	2200
Всього:	378980,6		41426,31

6.3. Розрахунок собівартості проведення відновлення вала

Розрахунок затрат на утримання та поточний ремонт обладнання та устаткування

Вартість витрат на ремонт устаткування, транспорту, інструменту та оснащення, що дорого коштує V_u визначаємо в розмірі 10% від вартості даного устаткування.

$$V_u = (213700 + 21370 + 21370 + 8391,6 + 14959) \cdot 0,1 = 27979 \text{ грн}$$

Розрахунок затрати на матеріали

Розрахунок затрати на матеріали M

					МР.ТС.21.01.60.00.00.00.ПЗ	Арк.
						109
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		

Вартість основних та допоміжних матеріалів зазначено в таб. 6.4.

Таблиця 6.4. Визначення вартості матеріалів M на 1 деталь

№	Найменування матеріалів	Норма витрат, кг	Ціна , грн/кг	Вартість затрат , грн
1	Дріт суцільний Св-05	2,7	18,84	34,66
2	Дріт порошковий ПП-АН-307	2,4	42,20	101,28
3	Дріб чавунний колотий, ДЧК 1,4	0,28	8,2	2,29
4	Луг кальцинований	0,615	2,4	1,47
5	Тринатрійфосфат	0,93	4,46	4,14
6	Натрій їдкий	0,56	6,8	3,8
7	Скло натрієве рідке	0,10	1,8	0,18
	Всього			147,82

Визначивши вартість основних і допоміжних матеріалів на одиницю продукції визначимо цю вартість з обліком транспортних витрат:

$$C_{в.м} = 147,82 \cdot 1,1 = 162,60 \text{ грн.}$$

На всю програму ремонту:

$$C_{в.м} = 162,60 \cdot 1000 = 162600 \text{ грн.}$$

Розрахунок витрати на енерго та природні ресурси

Витрати на енергоресурси визначаються на підставі витрат по наступним видах:

- силова електроенергія;
- технологічна електроенергія;
- пара для технологічних потреб
- вода.

Розрахунок витрат на електроенергію, стиснуте повітря, пару та воду по дільниці відновлення приведений в організаційному розділі проекту:

- витрата електроенергії складає $W_e = 27308,34$ кВт година;
- витрата палива (вугілля) $Q_p = 11,42$ т.
- витрати води $Q_v = 369,24$ м³
- витрати стислого повітря $= 71397$ м³

Розрахунки вартості основних енергоресурсів представлені в табл. 6.5

Таблиця 6.5. Розрахунки вартості основних енергоресурсів.

Вид енергоресурсів.	Норма витрати на річну програму	Ціна одиниці, грн.	Ціна на одиницю продукції, грн.
1.Електроенергія силова і технологічна.	27308,34 кВт год	2,5555	69786,46
3. Паливо (вугілля)	11,42 т	5200	14275
4. Вода	369,24 м ³	21,25	58448
5. Стисле повітря	71397 м ³	0,08	5711,76
Всього			148221,20

У такий спосіб вартість енергоресурсів складе: $C_{en1} = 148221,20$ грн.

Розрахунок вартості накладних загальновиробничих витрат

Накладні витрати визначаємо у відсотковому відношенні від заробітної плати (167% згідно бази даних практики).

$$B_{нак} = 464240 \cdot 1,67 = 775280,80 \text{ грн}$$

Визначення цехової собівартості відновлення валів та економічних показників дільниці

Собівартість відновлення складе (згідно табл.):

$$C = C_z + C_e + C_a + C_{тр} + M + B_{нак}$$

Таблиця 6.6. Дані для визначення цехової собівартості

1	C_z - заробітна платня та єдиний соціальний внесок робітників, які задіяні на технологічних операціях , грн	464240
		102132,8
2	C_e - затрати на енергоносії , грн	148221,20
3	C_a - затрати на амортизацію обладнання та технологічного устаткування, грн	41426,31
4	$C_{тр}$ - затрати на утримання та ремонт обладнання та устаткування, грн	27979

5	M - затрати на матеріали, грн	162600
6	$B_{\text{нак}}$ - вартість накладних витрат, грн	775280,80
Всього		1721880

$C = 1721880$ грн

Тоді цехова собівартість відновлення складе:

$$C_{p1} = C_{np} \cdot N = 1721880 : 1000 = 1722 \text{ грн.}$$

Річний економічний ефект визначається по наступній залежності:

$$E_r = (Z_b - Z_n) \cdot N$$

де Z_b і Z_n - відповідно приведені витрати на відновлення по базовій і пропонуваній технології;

N - програма ремонту, $N = 1000$ валів рік.

Приведені витрати у свою чергу можуть бути визначені по формулі:

$$Z = C + E_n \cdot K_n;$$

де C - собівартість ремонту. За матеріалами науково-дослідної практики собівартість відновлення за базовою технологією складає $C_b = 1819,52$ грн., а по пропонуваній у проекті технології $C_n = 1722$ грн.;

E_n - нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень $E_n = 0.15$;

K_n - питомі капітальні вкладення, що можуть бути визначені по формулі:

$$K_{ni} = \frac{K_i}{N};$$

де K_i - капітальні витрати по i - тій технології.

За базовою технологією капітальні витрати складають $K_b = 369740,84$ грн., а по пропонуваній $K_n = 378980,6$ грн.

Тоді питомі капітальні вкладення складуть:

$$K_{nb} = \frac{369740,84}{1000} = 369,74 \text{ грн.};$$

$$K_{nn} = \frac{378980,6}{1000} = 378,1 \text{ грн}$$

Тоді приведені витрати по варіантах складуть:

					МР.ТС.21.01.60.00.00.00.ПЗ	Арк.
						112
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		

$$З_{\sigma} = C_{\sigma} + E_n \cdot K_{n\sigma} = 1819,52 + (369,74 \cdot 0,15) = 1874,98 \text{ грн.};$$

$$З_n = C_n + E_n \cdot K_{nn} = 1722 + (378,1 \cdot 0,15) = 1778,72 \text{ грн.}.$$

Річний економічний ефект складе:

$$E_e = (З_{\sigma} - З_n) \cdot N = (1874,98 - 1778,72 \text{ грн}) \cdot 1000 = 96261 \text{ грн.}$$

У таблиці 6.7 представлені техніко-економічні показники роботи дільниці

Таблиця 6.7. Техніко-економічні показники роботи дільниці

Показники.	Значення показників.
1. Кількість відновлених валів за рік.	1000 шт.
2. Річний об'єм робіт.	8990 люд-год.
3. Чисельність робітників	4 чол.
4. Фонд заробітної плати працівників дільниці.	464240 грн
5. Середньо місячна заробітна плата одного робітника.	9672 грн
6. Собівартість відновлення вала.	1722 грн
7. Затрати на основні та допоміжні матеріали.	162600 грн
8. Витрати на енерго та природні ресурси	148221,20 грн
9. Капітальні вкладення.	374096,6 грн
10. Річний економічний ефект	96261 грн

ВІІ. ОХОРОНА ПРАЦІ

7.1 Характеристика, аналіз небезпечностей та шкідливостей на дільниці де проводяться роботи електродугового наплення

На дільниці електродугового наплення існують слідуочі небезпечні чинники: електричний струм і розплавлений метал.

Шкідливі чинники: підвищена температура, шкідливі виділення, видиме ульт-рафіолетове і інфрачервоне випромінювання.

Небезпека поразки електричним струмом виникає при зміні дровових електродів під час холостого ходу, коли електрод знаходиться під напругою 50 - 70 В і від дотику до струмо подаючих дровів з пошкодженою ізоляцією і частин ус-таткування, що опинилися під напругою. [6]

В процесі наплення можливі опіки розплавленим металом. Крім того, елек-трична дуга і розплавлених метал при недотриманні правил пожежної безпеки мо-жуть викликати пожежу.

Середня температура електричної дуги досягає 4000°C і повітря в робочій зоні наплення при недостатньо ефективній вентиляції нагрівається на 6 - 10°C вище в порівнянні з повітрям поза зварювальним приміщенням, що може привести (при тривалій роботі в таких умовах) до перегріву організму зварювача. Яскравість світлових променів електричної дуги в 1000 разів перевищує допустиму норму для очей. Видимі промені діють на сітчасту і судинну оболонки очей, інфрачервоні промені надають шкідливу дію на кришталик і рогівку очей, викликають поверхне-ве запалення очей (електроофтальмію) і опік особи. Якщо дивитися незахищеними очима на світло дуги, то з'являється сильний біль в очах, спазми вік, слъозоточіння, світлобоязнь, запалення очей.

Склад шкідливих виділень при роботах електрозварювань залежить від типу електроду, присадного матеріалу і зварюваного металу. Найбільш шкідливими виділеннями є оксиди хрому, марганцю, окислу цинку, двоокислы кремнію,

					МР.ТС.21.01.70.00.00.00.ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Григоренко				Охорона праці			
Перевір.	Бевз							
Н.контр.	Красота							
Затвер.	Магопечь							
						Літ.	Аркуш	Аркушів
							114	13
						ЦНТУ		
						гр. АІ(ТС)-20МС		

фтористі з'єднання, окисел вуглецю, азоту. Оксиди азоту надають дратівливу дію на слизисті оболонки очей, носа, рота, змінюють склад крові. При отруєннях з'являється кашель, задишка, задуха, можливий набряк легенів. При хронічних отруєннях, крім того, з'являються болі в області серця і головні болі. Окисел вуглецю приводить до кисневого голодування. При отруєнні відбуваються порушення в центральній нервовій системі, погіршується пам'ять, увага, можливі крововиливу в сітківку очей, параліч і смерть. Оксиди хрому, марганцю і цинку є токсичними і можуть викликати отруєння. Пил, що утворюється від окислення пари металів, викликає захворювання легенів, верхніх відділів дихальних шляхів. Вона дратує слизисту оболонку носа, сприяє виникненню катора верхніх дихальних шляхів, ринитов, трахеитов і бронхітів. Проникаючи глибоко в дихальні шляхи, вона може привести до розвитку пневмоканиоза, при якому легенева тканина замінюється сполучною. При вдиханні пари цинку, магнію і інших металів може виникнути металургійна лихоманка. Крім того, висока запылена створює передумови для поразки електричним струмом, вибухів і пожеж.

Пожежна профілактика є найбільш важливою частиною протипожежного захисту. Основною причиною займання матеріалів і виникнення пожежі на ділянці є несправність електроустаткування і освітлення, недотримання правил техніки безпеки при зварці і наплавленні. Пожежна профілактика передбачає виключення причин виникнення і розповсюдження пожеж, забезпечення успішної евакуації людей і матеріальних цінностей, створення умов ефективного пожежогасіння.

Пожежна профілактика об'єднує заходи, здійснювані як в процесі проектування і будівництва, так і в період експлуатації підприємства.

Розбірно-складальні роботи зв'язані з небезпекою падіння окремих елементів, деформації деталей і порушення стійкості всього агрегату (приспосовування, стенду і так далі); деформовані частини (особливо металоконструкції) мають сильне забруднення, рвані отвори, гострі кінці, сколы і так далі, що приводить до виникнення травматизму і є одним з шкідливих чинників даного виробництва.

Випробування компресора на стенді моделі К-203, що має електропривод, пов'язано з можливістю поразки електричним струмом, також робота з пневматич-

					МР.ТС.21.01.70.00.00.00.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		115

ною системою зв'язана з перегином, спутуванням, перетином шлангів з устаткуванням, різними проводами, що є небезпечним виробничим чинником.

7.2. Рекомендації по зниженню впливу небезпечних і шкідливих виробничих чинників на працюючих.

Для запобігання поразці електричним струмом струмоведучі частини зварювального ланцюга повинні бути надійно ізолювані і захищені від механічних пошкоджень. Установки електрозварювань повинні включатися в електромережу тільки за допомогою пускових пристроїв. Живлення зварювальної дуги безпосередньо від силової або освітлювальної мережі не допускається. У установках електрозварювань передбачають надійні огорожі всіх елементів, що знаходяться під напругою [18]. Корпуса устаткування електрозварювання і напилення, зворотні дроти, повинні бути заземлені. Опір заземлення повинен бути не більше 4 Ом. Для приєднання заземляючого дроту на зварювальному і наплавлювальному устаткуванні передбачають болт діаметром 6-8 мм з написом "земля". Місця з'єднання зварювальних проводів повинні бути надійно ізолювані, гільзи із затисками поміщені в колоду з небиткого ізоляційного матеріалу. Опір ізоляції повинен бути не менше 0,5 мОм. Приєднувати дроти до електроутримувача і до зварюваного виробу слідє механічними затисками або зваркою.

Для захисту від випромінювання електрозварники повинні користуватися щитками типів ІН, ІНП, РН, РНП і УНСО зі світлофільтрами С-5, С-6 для ручної дугової зварки і С-5 для наплавлення в С02. Для оберігання від опіків зварку і наплавлення слідє в рукавицях і спецодягу. Брезентова куртка повинна бути без кишень і надіта навипуск, надійно закриваючи брюки. Виконувати роботи електрозварювань допускається тільки в сухому спецодягу.

При наплавленні під шаром флюсу метал плавиться, не роблячи шкідливого впливу на тих, що оточують. Проте бувають випадки прориву дуги через шар флюсу з розбризкуванням розплавленого металу і шлаку, тому для оберігання від опіків наплавщик повинен працювати в спецодягу і запобіжних окулярах типу 002, 02, ОД 1, ЗН5, ЗН8 зі світлофільтрами С-3, С-4. Наплавлювальна установка, розподільна шафа, електродвигун подаючого механізму, а також електродвигун генератора або

					МР.ТС.21.01.70.00.00.00.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		116

випрямляч повинні бути заземлені. Біля установки необхідно мати дерев'яні грати або гумовий килимок. Доторкатися до рубильників і вимикачів мокрими руками забороняється. Під час роботи на щиті повинна обов'язково горіти сигнальна лампа і повинен бути встановлений загальний рубильник для відключення всіх електричних частин установки.

Забороняється встановлювати і знімати деталі з верстата при включеному рубильнику. Для захисту від металевих бризок на супорті верстата повинен бути встановлений знімний або такий, що відкривається кожух.

Для видалення шкідливих виділень і пилу над місцями напилання необхідно встановлювати місцеві відсмоктування з установкою вентиляційних парасольок.

Компресори, що поступають на ділянку ремонту, бажано розташовувати на рівному, горизонтальному майданчику, на якому їх розбирають на вузли і деталі і складають дефектну відомість.

Розбирати і збирати компресор рекомендується в послідовності, при якій будуть виключені падіння окремих елементів, деформація деталей і порушення стійкості агрегату.

Враховуючи наявність деформованих частин, іноді сильного забруднення, рваних отворів і гострих кінців, необхідно розбирання обов'язково в спецодягу і рукавицях.

Всі зняті частини, вузли і деталі укладають на спеціальні стелажі і місця зберігання. Розкидати деталі і захаращувати ними проходи забороняється.

При розбиранні і збірці компресорів використовувати комплекти інструментів і пристосувань (знімачі, преси і так далі), які повинні знаходитися в справному стані.

Щоб уникнути нещасних випадків при підйомі і переміщенні частин компресорів, всі вантажопідйомні машини і деталі, вантажозахватні пристрої повинні відповідати вимогам правил Держміськтехнагляду.

7.3. Заходи по протипожежній профілактиці

Рівень пожежної безпеки відповідає ДНАОП 0.01-1.33-75.

					МР.ТС.21.01.70.00.00.00.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		117

При виконанні технологічного процесу відновлення, пожежі в більшості випадків можуть виникнути через несправності електричної частини обладнання і мереж, від розрядів статичної електрики, необачного поводження з електрообладнанням; попадання блискавок під час грозовиць; недотримання заходів техніки безпеки при проїеденні зварювально-наварювальних робіт.

Повинні проводиться організаційні заходи по пожежній безпеці у відповідності з ГОСТ 12.1.007-76.

Для захисту будинку від блискавок застосовується громовідвід по СНІП 305-87, який складається із трьох елементів: блискавкоприймача, струмопроводу і заземлювачей.

Для запобігання несправностей електропроводу мереж і обладнання, є графік профілактичних оглядів, доглядів і ремонтів електрообладнання.

Для сигналізації о пожежі є сповіщателі, за допомогою яких може бути подан сигнал о пожежі.

На підприємстві діє добровільна пожежна дружина і проводяться організаційні заходи по ГОСТ 12.4.009-83.

Дільниця обладнана основними видами пожежної техніки у відповідності з ГОСТ 12.4.009-83, пожежним щитом з обладнанням (відра, багор, сокира) і вогнегасниками, пожежними кранами і гідрантами.

Пожежна водопровідна мережа забезпечує необхідну кількість води і напору для своєчасного гасіння пожежі по ГОСТ 12.1.007-91.

7.4. Захист навколишнього середовища на підприємстві.

Захисту навколишнього середовища на спеціалізованих ремонтних підприємствах в останні роки приділяється велика увага і не є винятком на данному підприємстві.

Особлива увага цим заходам повинна приділятися по тій причині, що такі підприємства найчастіше розташовані у межах місця, недалеко від жилих масивів, як є у даному випадку.

					МР.ТС.21.01.70.00.00.00.ПЗ	Арк.
						118
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		

Аналіз факторів забруднення водного басейну шкідливими промисловими відкидами показав, що забруднення може відбуватися промисловими мийними розчинами і горючо-змащувальними рідинами, що відпрацьовані.

Особливу небезпеку при проведенні робіт становлять розчини електролітів, які можуть викликати отруєння і виникнення алергійних реакцій у людини та тварин, навіть в порівняно малих кількостях.

Роздратувальний і сенсibiliзуючий вплив можуть здійснювати також концентровані розчини мийних речовин, які містять пар і нафтопродукти.

З ціллю захисту водних басейнів моторемонтний цех і дільниці обладнані спеціально каналізацією для технічної води з грязеуловлювачами, вмикнутими в її систему. Система очистки стічних вод підприємства обладнана динамічними прямиоточними відстійками, які мають трубчаті і пластинчаті фільтруючі елементи.

На території передбачені спеціальні ємкості для зливу масел, які відпрацьовані.

Аналіз факторів забруднення повітряного басейну шкідливими промисловими викидами показав, що забруднення може відбуватися парами та аерозолями від випаровування мийних розчинів, нафтопродуктів та електролітів, пиловидними частинками при виконанні механічної обробці деталей, утворенням шкідливих газів при зварювальних та наварювальних роботах.

З ціллю захисту атмосфери від промислових викидів в системах вентиляції цехів і дільниць встановлені пилові камери і газоходи або газоуловлювачі типу «циклон», які очищують відхідні гази та пил з частинками більш 10мкм на 80-95%, для остаточної очистки після «циклонів» використовують електричні фільтри.

Адміністрація підприємства суворо слідкує за дотриманням заходів по захисту навколишнього середовища, контроль здійснюється головним інженером і інженером по техніці безпеки.

7.5. Розрахункова частина. Інженерні рішення по забезпеченню безпечно-го проведення робіт ділянці електродугового наплення.

7.5.1. Розрахунок вентиляції для дільниці відновлення колінвалів

					МР.ТС.21.01.70.00.00.00.ПЗ	Арк.
						119
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		

Для того, щоб зміст шкідливих виділень не перевищував гранично допустимої концентрації, необхідно забруднене повітря видаляти з приміщень і замість нього вводити свіже повітря засобами вентиляції.

Площа ділянки: $S_{\text{д.}} = 42 \text{ м}^2$;

Висота приміщення: $h = 5 \text{ м}$;

Об'єм повітря на ділянці: $V = S \times h = 42 \cdot 5 = 210 \text{ м}^3$ (7.1)

При загальнообмінній вентиляції необхідний повітрообмін визначається з умов розбавлення вредностей чистим повітрям до допустимих концентрацій, передбачених нормами:

А) при боротьбі з надмірним теплом:

$$L_1 = Q / (t_{\text{yд}} - t_{\text{np}}) \cdot c \cdot j \quad (7.2)$$

де Q - теплі надлишки у приміщенні $Q = 298960 \text{ Дж}$;

$t_{\text{оа}}$ - температура повітря, що видаляється з приміщення $^{\circ}\text{C}$;

$t_{\text{іо}}$ - температура припливного повітря $t_{\text{іо}} = 20^{\circ}\text{C}$;

$\tilde{n}$ - теплоємність повітря $\tilde{n} = 0.99 \text{ Дж}/^{\circ}\text{C}$;

j - щільність припливного повітря $j = 1.181 \text{ кг}/\text{м}^3$;

$$t_{\text{оа}} = t_{\text{д.с.}} + k \times (h - 2) \quad (7.3)$$

де $t_{\text{д.с.}}$ - температура повітря в робочій зона при роботі аерації;

k - коефіцієнт наростання температури повітря по висоті приміщення $k = 1$;

h - відстань від підлоги до центру витяжних фрамуг;

$$t_{\text{д.с.}} = t_{\text{іо}} + 3 = 20 + 3 = 23^{\circ}\text{C} \quad (7.4)$$

$$t_{\text{оа}} = 23 + 1 \times (9,8 - 2) = 31^{\circ}\text{C} \quad (7.5)$$

$$L_1 = 298960 / (31 - 20) \times 0.99 \times 1.181 = 23247 \text{ м}^3/\text{ч} \quad (7.6)$$

Б) при боротьбі з шкідливими газами:

$$L_2 = W_r / (K_1 - K_2) \quad (7.7)$$

де W_r - маса газів, що виділяється в приміщенні, $\text{мг}/\text{ч}$;

K_1 - допустима концентрація газів, $\text{мг}/\text{м}^3$;

K_2 - концентрація газів в зовнішньому повітрі, $\text{мг}/\text{м}^3$;

$$W_r = 80 \times 1000 \times 0.3 \times 0.5 = 1200 \text{ м}^3/\text{ч} \quad (7.8)$$

$$L_2 = 12000 / (10 - 0) = 1200 \text{ м}^3/\text{ч} \quad (7.9)$$

В) при боротьбі з надмірною вологістю:

$$L_3 = D / d_{\text{оа}} - d_i \quad (7.10)$$

де: D - маса водяної пари, що виділяється в приміщенні $D = 6000 \text{ г/год}$;

$d_{\text{оа}}$ - зміст вологи в повітрі, що видаляється з приміщення $d_{\text{оа}} = 10 \text{ г/кг}$ сухого повітря;

d_i - зміст вологи в зовнішньому повітрі $d_i = 7 \text{ г/кг}$ сухого повітря;

$$L_3 = 6000 / 10 - 7 = 2000 \text{ кг/год.}$$

Д) при боротьбі з пилом

$$L_4 = G_i / m_2 - m_1 \quad (7.11)$$

де: G_i - маса пилу, що виділяється $G_i = 537,102 \text{ мг/ч}$;

m_2 - допустима концентрація пилу $m_2 = 2 \text{ мг/м}^3$;

m_1 - концентрація пилу в зовнішньому повітрі $m_1 = 0,5 \text{ мг/м}^3$;

$$L_4 = 537.102 / 2 - 0.5 = 358 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Сумарно необхідний повітрообмін:

$$L = L_1 + L_2 + L_4 = 23247 + 1200 + 358 = 35605 \text{ м}^3/\text{год} \quad (7.12)$$

Вибираю відцентровий вентилятор мазкі ЦЧ-70 N7.

Споживана вентилятором потужність:

$$N = A \cdot H / 3600 \cdot 102 \cdot n_e \cdot n_n \quad (7.13)$$

д: A - продуктивність вентилятора $A = 35605 \text{ м}^3/\text{год}$

H - тиск, що створюється вентилятором $H = 70 \text{ Па}$ при 950 об/хв

n_a - ККД вентилятора $n_a = 0.8$

n_i - ККД передачі $n_i = 1$

$$N = 35605 \cdot 70 / 3600 \cdot 102 \cdot 0.8 \cdot 1 = 8.48 \text{ кВт}$$

Настановна потужність електродвигуна:

$$N_{\text{оно}} = a \times N,$$

де a - коефіцієнт запасу потужності $a = 1.1$;

$$N_{уст} = 1.1 \cdot 8.48 = 9.3 \text{ кВт.}$$

По настановній потужності і іншим характеристикам приймаю до установки електродвигун типу АОЛ 52-6 потужністю 10 кВт при 980 об/хв.

Схема вентиляції зображена на мал. 6.1.

Висновок. Система вентиляції, що складається з відцентрового вентилятора марки ЦЧ-70 N7 і електродвигуна типу АОЛ 52-6, забезпечить видалення забрудненого повітря з приміщення наплавлювальної ділянки і притоку свіжого. Тим самим зміст шкідливих виділень в повітрі не перевищуватиме гранично допустимих концентрацій.

7.5.2. Розрахунок освітлення ділянки електродугового напилення.

Для розрахунку освітлення ділянки скористаємося методом світлового потоку. Метод світлового потоку оперує формулою:

$$F_n = E \cdot S \cdot Z \cdot k / N \cdot h \cdot n \quad (7.14)$$

де: F_i -світловий потік лампи, лм;

E -задана мінімальна освітленість $E = 300 \text{ лк}$ [6];

S -площа освітлюваного приміщення $S = 42 \text{ м}^2$;

Z -коефіцієнт нерівномірності освітлення $Z = 1.2$ [7];

k -коефіцієнт запасу, що враховує зниження яскравості в процесі експлуатації, унаслідок забруднення і старіння джерел світла $k = 1.3$ [10];

N -число світильників $N = 4 \text{ шт}$;

h -число ламп в світильнику $h = 4 \text{ шт}$;

n -коефіцієнт використання освітлювальної установки $n = 0.4$;

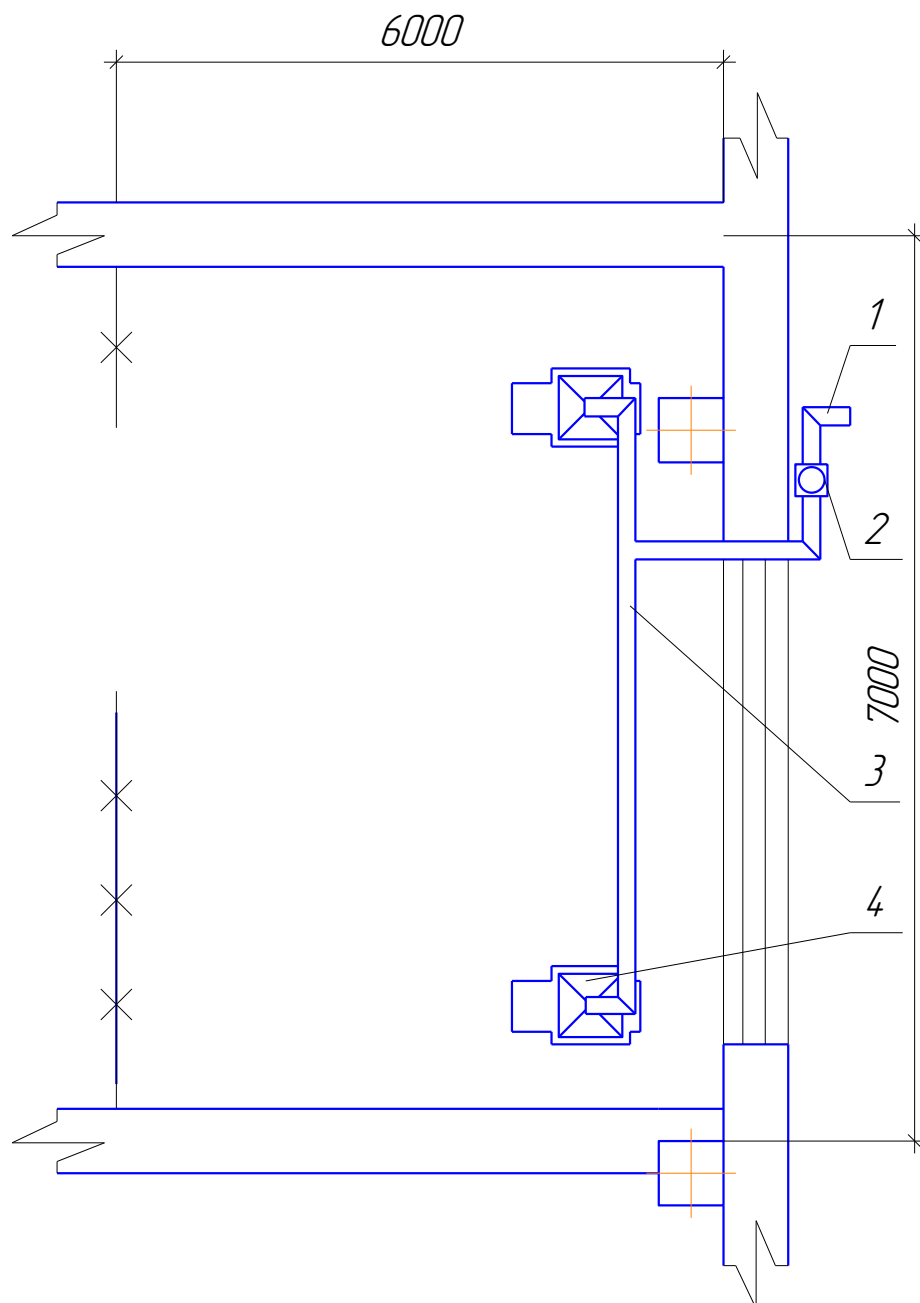


Рисунок 7.1. Схема вентиляції ділянки електродугового напilenня: 1 – Пристрій для відділення пилу; 2 – Центробіжний вентилятор; 4 – Повітропроводи; 4 - Витяжний зонт

$$F_n = 300 \cdot 42 \cdot 1.2 \cdot 1.3 / 4 \cdot 4 \cdot 0.4 = 3583 \text{ лм}$$

Такої величини потік світла необхідний для того, щоб ділянка була нормально освітлена. Для досягнення такого світлового потоку необхідне використання люмінесцентних ламп типу ЛДЦ 80-4.

Схема розташування ламп зображена на рис. 7.2..

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата

МР.ТС.21.01.70.00.00.00.ПЗ

Арк.
123

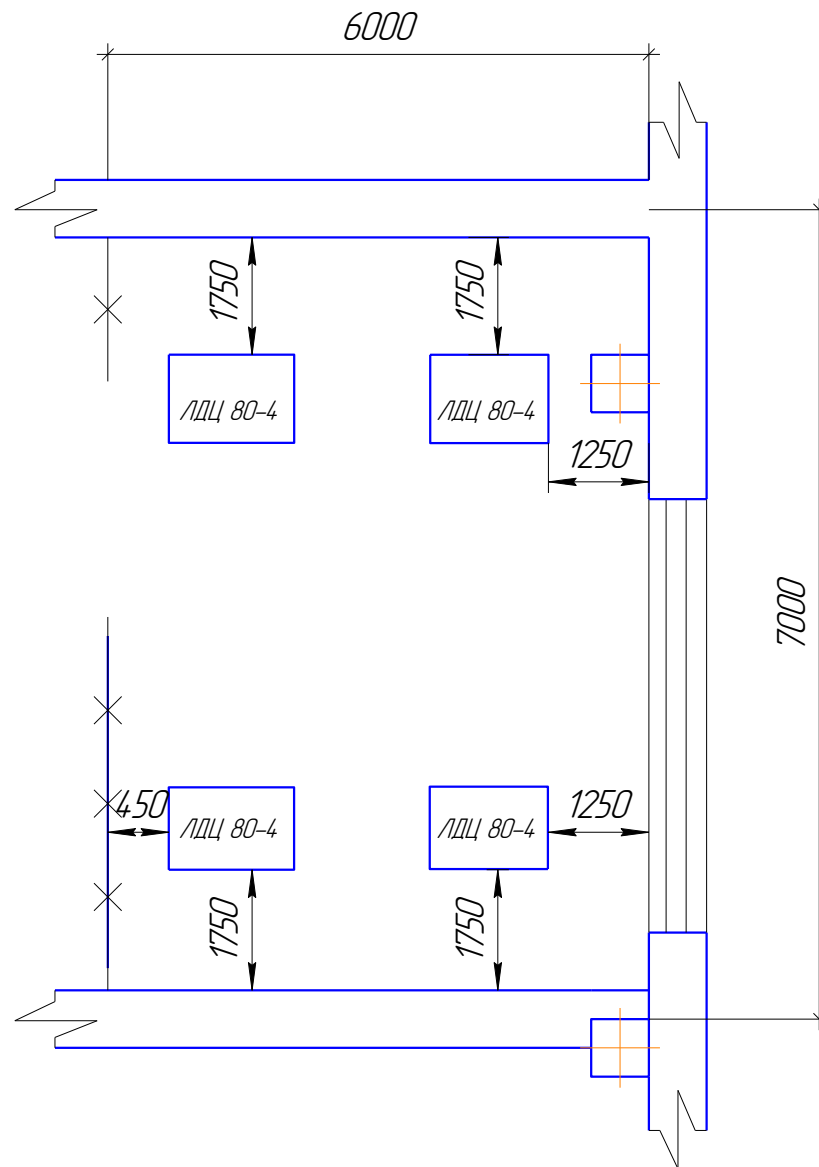


Рисунок 7.2. Схема розташування світильників на дільниці

7.5.3. Розрахунок захисного заземлення на дільниці.

Захисне заземлення - це навмисне електричне з'єднання із землею або її еквівалентом металевих нетоковедущих частин, які можуть опинитися під напругою. Захисне заземлення служить для усунення небезпеки поразки електричним струмом при дотику до корпусу і нетоковедущим металевим частинам електроустановки, що опинилися під напругою.

При пошкодженні ізоляції фази електроапарата корпус його, як сказано вище, виявляється по відношенню до землі під фазовою напругою і дотик до нього стає небезпечним. Якщо корпус електричної установки заземлений, то при пробі він опиниться по відношенню до землі під напругою.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата

МР.ТС.21.01.70.00.00.00.ПЗ

Арк.

124

Чим менше опір заземляючого пристрою, тим більша частка струму замикання на землю пройде через заземлення, тим менше буде струм що протікає через тіло людини.

При заземленні у разі пробією ізоляції його на корпус струм піде через людину, що випадково доторкнулася до двигуна, через заземлення в землю і унаслідок недосконалої ізоляції і наявності ємкості - до двох інших фазам. Безпека досягається тим, що струм піде по лінії найменшого опору, тоді як опір організму людини складає не менше 1000 Ом. [7]

Захисне заземлення виконують приєднанням частин установки до закладених в землі металевих електродів - заземлителям. Найвищий потенціал має заземлитель, на певній відстані (приблизно 15-20 м) потенціал робиться дуже малим.

Напруга між двома крапками ланцюга струму замикання на землю, яких одночасно стосується людина (напруга між двома руками або між рукою і ногою), називається напругою дотику. Різниця потенціалу між двома крапками, що знаходяться на відстані, рівному ширині людського кроку (0,8 м), називається кроковою напругою. Захисне заземлення слід виконати так, щоб напруга дотику і кроку не представляла небезпеки для життя людини.

Для розрахунку потрібні початкові дані:

Грунт - питомий опір 1×10^4 Ом $\times$ см.

Електрод з круглої сталі діаметром 12 мм, завдовжки 5 м і його забиваємо в грунт вертикально. Число заземленні визначається за розрахунком, знаючи загальний опір рівне по правилах 10 Ом при напрузі до 1000 В ($U = 380/220$ В). Електроди сполучають сталеві смугою перетин 12 - 4 мм, прокладеною в землі на глибині 0.7 – 0.8 м, і приєднуємо до корпусу установки.

Визначаючи опір розтіканню беремо дані з таблиці для електродів завдовжки 5м = 20 Ом, а для гідроізоляційних електродів завдовжки 15м=26,7 Ом.

Визначаємо провідність всього контура з урахуванням коефіцієнта використання 0,63.

$$q = \frac{1}{R} = 0.63 \times \left(\frac{4}{20} + \frac{1}{26.7} \right) = 0.15 \text{ Ом} \quad (7.15)$$

Визначаємо опір контура, рівний зворотній величині провідності:

					МР.ТС.21.01.70.00.00.00.ПЗ	Арк.
						125
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		

$$R = \frac{1}{0.15} = 6.7 \leq R_i = 10 \text{ Ом} \quad (7.16)$$

Метал і деталі в місцях, що підлягають наплавленню, повинні бути сухими, очищеними від грязі і фарби. Очищати зварні шви від шлаку слід в захисних окулярах за допомогою металевих щіток.

До електрозварювальних робіт допускаються особи не молодше 18 років, що пройшли відповідне навчання, інструктаж і перевірку знань, вимог безпеки і кваліфікаційні посвідчення, що мають.

Висновок. Проведені розрахунки і установка систем вентиляції, освітлення, і захисного заземлення дозволить згладити дію шкідливих чинників, а також уникнути небезпечних, проводячи напилювальні роботи на ділянці по ремонту колінчастих валів.

VIII. ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ

8.1 Оцінка інженерного захисту працівників підприємства

Інженерний захист працівників підприємства здійснюється захист з використанням наявних наданий час інженерних споруд, сховищ та протирадіаційних укриттів.

Результат досягається завчасним проведенням інженерних заходів по будівництву та оснащенню різноманітних захистних споруд з урахуванням умов розміщення підприємства, щодосліджується та вимог норм та правил по будівництву.

Оцінка інженерного захисту робітників і службовців на щодосліджується заключається у визначенні показників, що характеризують здатність захистних споруд забезпечити надійний захист людей, що можливо при виконанні слідуючих основних умов:

- загальна місткість захистних споруд на об'єкті дозволяє укрити всіх працівників підприємства;
- захистні властивості споруд відповідають вимогам (забезпечують захист людей від іонізуючих випромінень при радіоактивному зараженні);
- системи життє забезпечення захистних споруд забезпечують життєдіяльність людей на протязі визначеного часу постійного перебування їх в сховищі;
- розміщення захистних споруд відносно місць роботи дозволяє працюючим своєчасно зайняти місце в укритті.

Провівши відповідну оцінку, визначаються заходи по підвищенню надійності захисту персоналу. Оцінюється інженерний захист показником інженерного захисту, яким є коефіцієнт $K_{\text{інж.з}}$, що показує, яка частина виробничого персоналу робочої зміни зможе своєчасно укритися у захистних спорудах підприємства.

					МР.ТС.21.01.80.00.00.00.ПЗ								
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата									
Розроб.	Григоренко				Цивільний захист				Літ.	Аркуш	Аркушів		
Перевір.	Мезенцева										127	8	
									ЦНТУ				
Н.контр.	Красота								гр. АІ(ТС)-20МЗ				
Затвер.	Магопечь												

$$K_{інж.з} = \frac{N_{інж.з}}{N};$$

де: $N_{інж.з}$ – кількість працівників, котрі знаходяться в установлений термін в захистних спорудах з необхідними властивостями і системами життєзабезпечення;

N – чисельність зміни.

Якщо місткість захистних споруд, що є на досліджуваному підприємстві, не забезпечує укриття робочої зміни, то вивчається можливість будівництва швидкобудівних сховищ, а також виявляються всі підвальні приміщення та інші заглиблені споруди об'єкта, оцінюються їх захистні властивості і можливість пристосування під захистні споруди.

Оцінка інженерного захисту працівників підприємства проводиться в 4 етапи:

1. Проводиться оцінка захистних споруд за місткістю, яка визначається згідно з нормами плануючого рішення. Приміщення для сховища будується з розрахунку, щоб на 1 людину приходилося $0,5 \text{ м}^2$ площі, при двохярусних нарах висотою 2,15-2,9 м, та $0,4 \text{ м}^2$ при трьохярусних нарах 2,9-3,5 м. Внутрішній обсяг приміщень повинен бути $1,5 \text{ м}^3/\text{чол.}$, який визначається у зоні герметизації за винятком ДЕС, тамбурів, розширювальних камер. Площа допоміжних приміщень розраховується в залежності від чисельності укриваючих та встановленого у сховище інженерно-технічного устаткування – від $0,12 \text{ м}^2/\text{чол}$ до $0,4$.

2. На другому етапі визначаються захистні властивості сховищ і протирадіаційних укриттів (ПРУ). Тут розраховують необхідну ступінь послаблення радіації захистними спорудами. Огороджуючі конструкції (стіни, перекриття) сховищ і ПРУ повинні забезпечувати послаблення радіаційного впливу до допустимого рівня. Необхідний коефіцієнт послаблення радіації захистних споруд можна визначити по формулі:

$$K_{\text{посл.рз.вим}} = \frac{D_{\text{рз.мах}}}{50};$$

де: $D_{pz,max}$ – максимальна доза на відкритій місцевості за 4 доби з моменту зараження території;

3. На третьому етапі проводиться оцінка системи життєзабезпечення захистних споруд, яка включає системи повітрязабезпечення, водопостачання, електропостачання, зв'язку, санітарно-технічну систему.

При оцінці системи повітрестачання виявляються тип, склад та параметри системи яка повинна забезпечувати очищення повітря, необхідний обмін його та вилучення з приміщень тепловиділення і вологи.

Кількість повітря, що подається у сховище, приймається:

- по режиму I – 8,10,11,13 м³/чол.год. відповідно температурі повітря до 20°C. (I кімнатна зона); 20...25°C (II зона); 25...30°C (III зона); більше 30°C (IV зона);
- по режиму II – 2 м³/чол. на одного переховуючого, 5 м³/чол на одного працівника у пункті керування. У сховищах III і IV кліматичних зон потрібно передбачити охолоджувач, або збільшити кількість подаваючого повітря до 10 м³/чол.год.

Для повітрязабезпечення сховищ місткістю до 600 чоловік у I і II зонах, та місткістю 300-450 чоловік у III, IV зонах застосовуються фільтро-вентиляційні комплекти ФВК-1 і ФВК-2. ФВК-1 забезпечує I і II режим вентиляції, ФВК-2 всі три режими. Подача повітря одного ФВК складає в режимі I-1200 м³/год, у режимі II-300 м³/год.

При водопостачанні сховищ передбачається запас питної води у ємкостях з розрахунку 3 л. на добу на одну людину.

Каналізація сховищ здійснюється відводом стічних вод від санвузлів у зовнішню каналізацію самотливом чи шляхом перекачки.

Електропостачання сховищ передбачається від мережі підприємства (міста) чи від захистного джерела – ДЕС, який як правило, встановлюється для групи сховищ. Кабельні лінії від ДЕС прокладаються у траншеї глибиною не менше 0,7 м.

					МР.ТС.21.01.80.00.00.00.ПЗ	Арк.
						129
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		

4. На останньому етапі проводиться оцінка захистних споруд по своєчасному укриттю захистні споруди повинні розміщуватись у місцях найбільшого скупчення виробничого персоналу. Окремо побудовані сховища повинні будуватися тільки при неможливості їх розміщення у підвальних та цокольних будівель.

8.2. Розрахунок оцінки інженерного захисту працівників підприємства.

Вихідні дані:

1. Чисельність робочої зміни N (чол) – 145;

Водії – 74;

Робітники та службовці зони ТО і ТР :

Основні виробничі робітники – 40

Допоміжні робітники – 6

ІТП-15

Службовці -10

МОП-10

2. Характеристика захистних споруд – S_n (м²)

ПРУ – 60.

сховище - 300.

Висота захистних споруд (м) – 2,2.

Площа допоміжних приміщень (м²) – 25.

3. Відстань від місця роботи до найближчої захистної споруди (м):

КВ-ПРУ-100

Зона ТО і ТР – сховище - 110.

Цех відновлення деталей – сховище - 50.

Адміністративне приміщення – сховище - 50.

4. Час безаварійної зупинки підприємства (хв) – 5.

5. Час заповнення сховища (хв) – 3.

6. Швидкість руху людей до сховища – 8 км/год.

7. Час для переховування людей (хв) – 10.

8. Зараження території – РР.

9. Допустима доза опромінення Р (за 4 доби) – 50.

					МР.ТС.21.01.80.00.00.00.ПЗ	Арк.
						130
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		

10. Кліматична зона – II.

11. Система забезпечення повітрям – ФВК-1-3 компл.

12. Аварійний запас води – W_B (л) – 2200.

13. Час переховування людей (діб) – 2.

1. Визначаємо оцінку інженерного захисту працівників підприємства по вмісткості:

- розраховуємо кількість місць для розміщення людей M , якщо норма на одну людину $S_1=0,5 \text{ м}^2/\text{год}$.

$$M_{\text{пру}} = \frac{S_n}{S_1} = \frac{60}{0,5} = 120 \text{ чол.},$$

$$M_{\text{сх.є1}} = \frac{300}{0,5} = 600 \text{ чол.},$$

Перевіряємо відповідність обсягу приміщень

$$V_0 = (60 + 300) \cdot 2,2 = 792 \text{ м}^3.$$

Виходячи з цього обсяг приміщень на 1 людину $V_1 = \frac{792}{81} = 9,7 \text{ м}^3/\text{чол.}$

Таким чином місткість сховища відповідає розрахованій кількості місць. Таким чином обсяг приміщень перевищує норму ($1,5 \text{ м}^3/\text{чол.}$).

Розраховуємо фактичну місткість сховищ

$$M'_{\text{пру}} = \frac{60 \cdot 2,2}{1,5} = 88 \text{ чол.},$$

$$M'_{\text{сх.є1}} = \frac{300 \cdot 2,2}{1,5} = 440 \text{ чол.},$$

Висновок: таким чином підприємство має кількість місць в сховищах, що перевищує необхідну.

2. Перевіряємо відповідність площі допоміжних приміщень. Норма площі допоміжних приміщень $0,12 \text{ м}^2/\text{чол.}$, а ми маємо: $\frac{25}{81} = 0,3 \text{ м}^2/\text{чол.}$, то можна зробити висновок, що наявних допоміжних приміщень достатньо для розміщення 81 чол.

3. Розраховуємо необхідну кількість нар. Висота – 2,2 м дозволяє встановлення двохярусних нар. При довжині 180 см (на 5 чол. одні нари) необхідно встановити:

$$H_{\text{пру}} = \frac{60}{5} = 12 \text{ нар};$$

$$H_{\text{сх}} = \frac{300}{5} = 60 \text{ нар};$$

Загальна кількість нар $12+60=75$ нар.

4. Розраховуємо показник по укриттю, тобто коефіцієнт місткості:

$$\text{Загальний } K_{\text{м}} = \frac{528}{81} = 6,5$$

Тобто захистні споруди дозволяють укрити 100% працюючих робочої зміни об'єкту.

II етап. Визначаємо оцінку по захистним можливостям.

1. Розраховуємо захистні властивості по іонізуючим випроміненням, тобто визначаємо коефіцієнт послаблення радіації:

$$K_{\text{послрзвил}} = \frac{D_{\text{рз}}}{50},$$

$$K_{\text{послрзвил}} = \frac{50}{50} = 1.$$

III етап. Визначаємо оцінку систем життєзабезпечення.

1. Система повітрязабезпечення.

Розраховуємо можливості системи повітрязабезпечення ФВК – 1, подача одного комплекту у режимі II тобто зона радіоактивно заражена, складає 300 м³/ч, при наявності 3^х комплектів:

$$W_{\text{оII}} = 3 \cdot 300 = 900 \text{ м}^3/\text{ч}. W_{\text{II}} = 2 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

$$\text{Система може забезпечити } N_{\text{зпII}} = \frac{W_{\text{оII}}}{W_{\text{II}}} = \frac{900}{2} = 450 \text{ чол.}$$

Система здатна повністю забезпечити повітрям робочу зміну.

Схема водопостачання.

2. Аварійний запас води – 1100 л, норма на одного чоловіка 3 л, на добу, тривалість перебування 2 дні. $N_{\text{іаіа}} = \frac{1100}{2 \cdot 3} = 183$ чол.

$$K_{\text{жз}} = \frac{183}{81} = 2,3.$$

Система водопостачання значно перевищує нормативи. Це викликано тим, що на даний час значно зменшилась кількість працівників та автомобілів на підприємстві, а забезпечення залишилось по попереднім потребам.

IV етап. Оцінка захистних споруд по своєчасному укриттю.

1. Визначаємо час необхідний працівникам дійти до сховища і зайняти місце

- комерційний відділ: $t_3 = 5 + 3 + \frac{100}{80} = 9,25$ хв.
- зона ТО і ТР: $t_3 = 5 + 3 + \frac{110}{80} = 9,4$ хв.
- цех відновлення деталей: $t_3 = 5 + 3 + \frac{50}{80} = 8,6$ хв.
- адміністративне приміщення: $t_3 = 5 + 3 + \frac{10}{80} = 8,1$ хв.

Тобто, працівники зміни встигають своєчасно уникнути радіоактивного зараження.

Визначаємо показник інженерного захисту робітників і службовців

$$K_{\text{св}} = \frac{N_{\text{св}}}{N} = \frac{81}{81} = 1.$$

Розміщення сховищ дозволяє своєчасно вкрити всіх працюючих зміни – 100%.

Висновок

У ході розрахунків отримані такі показники, що характеризують інженерний захист працівників підприємства по місткості $K_{\text{м}}=6,5$, по життєзабезпеченню $K_{\text{жз}}=2,3$, по своєчасному укриттю $K_{\text{св}}=1,0$.

Можливості інженерного захисту працівників підприємства в цілому характеризуються показником:

$K_{ін.жз} = 1$ (100% чисельності робочої зміни забезпечуються захистом згідно вимог).

Наявні сховища дозволяють захистити крім робочої зміни ще 220 чол.

					МР.ТС.21.01.80.00.00.00.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		134

ВИСНОВОК

У даній магістерській роботі проведено дослідження зміни просторової геометрії колінчастих валів при експлуатації, шліфуванні та відновленні в ПрАТ КАТП «Агробудавтосервіс».

В загальному розділі роботи приведена історія та напрямки діяльності підприємства, дано загальну характеристику та особливості конструкції двигуна ЯМЗ -236, наведено аналіз причин зношування колінчастого вала, способи його відновлення, проаналізовано існуючий технологічний процес відновлення та обґрунтовано доцільність розробки теми магістерської роботи.

В дослідницькому розділі проведений літературний аналіз стану проблеми. Розроблена методика дослідження. Розроблено пристосування та методика дослідження рівня скрученості колінчастого вала. Дослідження зміни просторової геометрії колінчастих валів при експлуатації, перешліфовуванні та відновленні. Розроблено методику правки наклепом колінчастих валів при наявності згиную

В технологічному розділі розроблено технологічний процес відновлення колінчастих валів електродуговим напиленням з застосуванням різнорідних дротів, розраховано та підібрано режими виконання технологічних операцій та норми часу.

В конструкторському розділі розроблено пристрій для електродугового напилення дротів, котрий дозволяє розпилювати дроти з різною швидкістю плавлення. Проведено розрахунок вузлів пристрою. Розроблено вимоги що до правил експлуатації пристрою. Проаналізовано затрати на виготовлення та економічну доцільність застосування електродугового розпилювача в умовах технологічного процесу відновлення колінчастих валів.

В організаційному розділі спроектована дільниця по відновленню колінчастих валів.

У економічній частині зроблений розрахунок фонду заробітної платні, основних техніко-економічних показників роботи дільниці та впровадження даної технології.

У розділі охорона праці даний аналіз небезпек і шкідливостей на дільниці ремонту колінчастих валів і передбачені заходи щодо їхнього усунення.

У розділі цивільний захист дана оцінка інженерного захисту робітників і службовців на об'єкті.

					MP.TC.21.01.00.00.00.00.ПЗ	Арк.
						135
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Техническое обслуживание и ремонт машин в сельском хозяйстве: Учебное пособие. В.И. Черноиванов, В.В. Бледных, А.Э. Северный и др. / Под ред. В.И. Черноиванова. - М. - Челябинск: ГОСНИТИ, ЧГАУ, 2003. - 992 с.
2. Черноиванов В.И. Организация и технология восстановления деталей машин. - М.: Агропромиздат, 1989.
3. Чернышев Г.Д. и др. Рабочий процесс и теплонапряжённость автомобильных дизелей. -М.: Машиностроение, 1986. - 216 с.
4. Авдонькин, Ф. Н.Оптимизация изменения технического состояния автомобиля / Ф. Н. Авдонькин. - М. : Транспорт, 1993. - 349 с.
5. Надежность и ремонт машин /В.В.Курчаткин, Н.Ф.Тельнов, К.А.Ачкасов, и др.; под ред. В.В.Курчаткина. - М.: Колос, 2000. - 776с.
6. Маркович С.І., Ткаченко М.В., Кожушко П.В. Дослідження спрацювання шийок колінчастих валів двигуна Д-242 в залежності від неспіввісності корінних опор блокартера. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції "Підвищення надійності машин і обладнання. Increase of Machine and Equipment Reliability", 15-17 квітня 2020 р. – Кропивницький : ЦНТУ, 2020. – 273 с.
7. Маркович С.І, Дубовик В.О., Жулай О.Ю. Дослідження характеру, напрямків та закономірностей зміни геометричних розмірів та співвісності корінних опор блокартерів двигунів. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції "Підвищення надійності машин і обладнання. Increase of Machine and Equipment Reliability", 15-17 квітня 2020 р. – Кропивницький : ЦНТУ, 2020. – 273 с .
8. Черноиванов В.И. Организация и технология восстановления деталей машин: монография/ В.И. Черноиванов, В.П. Лялякин. - М.: ГОСНИТИ, 2003.-487 с.
9. Балланд А. Скрученность коленчатых валов / А.Балланд и др. // Автомобильный транспорт. - 1979. - №1. - с.36.

- 1 Авдонькин Ф.Н. Повышение срока службы автомобильных двигателей. -Саратов, 1969.-270 с.
- 2.Борц А.Д., Иванов Ю.В. Диагностика технического состояния автомобиля. -М.: Транспорт, 1979. - 160 с.

					МР.АТ.20.18.00.00.00.ПЗ	Арк.
Зм	Анк	№ докум	Піппи	Лата		210

3. Говорущенко Н.Я. Экономия топлива и снижение токсичности на автомобильном транспорте. - М.: Транспорт, 1990.-134 с.
4. Говорущенко Н.Я. Техническая эксплуатация автомобилей. - Киев: Вища школа, 1983. - 312 с.
5. Ждановский Н.С, Николаенко А.В. Надёжность и долговечность автотракторных двигателей. -Л.: Колос, 1981. -296 с.
6. Чернышев Г.Д. и др. Рабочий процесс и теплонапряжённость автомобильных дизелей. -М.: Машиностроение, 1986. - 216 с.
7. Горбаневский В.Е., Горбач Р.Н. Оборудование для испытания топливной аппаратуры дизелей. - М.: Машиностроение, 1969. - 1996 с.
8. Станиславский Л.В., Улановский З.А. и др. Влияние технического состояния цилиндропоршневой группы на показатели дизеля // Двигателестроение.- 1983.- № 11. - С.37-38.
9. Шестухин В. Особенности устройства и регулирования топливной аппаратуры двигателей КамАЗ // Автомобильный транспорт: Еже-мес. произв. журнал - М., 1979.- № 9. - С. 40-42с.
10. Kuman K., Gaur R.R., Carg R.D. A Fuel Difference Scheme for the simulation of Fuel injection system // SAE Techn.Pap.Sen.-1983.-№ 83137.-P.235-238.
11. Техническое диагностирование дизелей автомобильной техники. - М.: Воениздат, 1983.-119
- 12 Звонов В.А. Токсичность двигателей внутреннего сгорания. - М.: Машиностроение, 1981.- 157 с.
13. Колчин А.В., Дунаев А.В. Экологическая безопасность эксплуатации МТП.- М.: ГОСНИТИ, 1991. - С.48-60.
14. Крутов В.И. и др. Техническая диагностика топливной аппаратуры дизеля. - М.: НИИИНФОРМТЯЖМАШ, 1975. № 18 - 23 с.
15. Дробышевский Ч.Б., Боровиков В.Ф. и др. Оценка термодинамических параметров заряда дизеля на пусковых режимах и возможности пуска // Двигателестроение: Межотраслевой науч.-техн. и производ. журн. -СПб, 1989.-№11.-С.9-10.

Зм	Арк	№ докум	Піппи	Лата

МР.АТ.20.18.00.00.00.ПЗ

Арк.

210

16. Жмудяк Л.М. Общий подход к оптимизации дизеля на его математической модели // Двигателестроение: Межотраслевой науч.-техн. и производ. журн. - СПб, 1981.- №3. - С. 8-Ю.
17. Змановский В.А., Натарзан В.М. К вопросу об оптимизации регулируемых параметров тракторных двигателей в процессе эксплуатации // Тр. Сиб. филиала ВИМ- 1968.- С. 231-238.
18. Костенко СИ., Бобков Ю.К. и др. Техническая диагностика двигателей внутреннего сгорания по параметрам рабочих процессов. - М.: Машиностроение, 1975. - 110 с.
19. Крутов В.И. и др. Техническая диагностика топливной аппаратуры дизеля. - М.: НИИИНФОРМТЯЖМАШ, 1975. № 18 - 23 с.
20. Костин А.К. и др. Работа дизелей в условиях эксплуатации. - Л.: Машиностроение, 1989. - 284 с.
21. ГОСТ 18509-88. Дизели тракторные и комбайновые. Методы стендовых испытаний. - М.: Изд-во стандартов, 1988.-70 с.
22. ГОСТ 14846-81. Двигатели автомобильные. Методы стендовых испытаний. - М.: Изд-во стандартов, 1981. - 53 с.
23. Джонсон Н., Лион Ф. Статистика и планирование эксперимента в технике и науке. Методы обработки данных. - М.: Мир, 1980. - 436 с.
24. Дизели тракторные, комбайновые и автомобильные. Методы контроля мощности и топливной экономичности в условиях эксплуатации: МУ 10.16.0001.001-80.-М.: ГОСНИТИ, 1989.-24 с.
25. РТМ 10.16.0001.008-89. Предельные и допустимые параметры дизелей, их деталей и сопряжений. - М.: ГОСНИТИ, 1989. - 100 с.
26. Лышевский А.С. Системы питания дизелей. - М.: Машиностроение, 1981.-216с.
27. Петриченко Р.М. Рабочие процессы поршневых двигателей. - Л.: Машиностроение, 1972. - 245 с.

					МР.АТ.20.18.00.00.00.ПЗ	Арк.
						210
Зм	Арк	№ докум	Піппи	Латя		

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.
				Документація		
A1			MP.TC.21.01.41.00.00.00.3B	Складальне креслення	2	
				Складальні одиниці		
БК		1	MP.TC.21.01.41.01.00.00	Корпус камери в зборі	1	
БК		2	MP.TC.21.01.41.02.00.00	Двері праві в зборі	1	
БК		3	MP.TC.21.01.41.03.00.00	Двері ліві в зборі	1	
БК		4	MP.TC.21.01.41.03.00.00	Електрошафа в зборі	1	
БК		5	MP.TC.21.01.41.01.00.00	Пуль управління в зборі	1	
БК		6	MP.TC.21.01.41.02.00.00	Сопло аспіраційного пристрою	1	
A1		7	MP.TC.21.01.41.03.00.00	Електродуговий розпилювач	1	
БК		8	MP.TC.21.01.41.03.00.00	Механізм переміщення	1	
БК		9	MP.TC.21.01.41.01.00.00	Люк в зборі	1	
БК		10	MP.TC.21.01.41.02.00.00	Світильник	1	
БК		13	MP.TC.21.01.41.03.00.00	Механізм обертання		
				деталі в зборі		
БК		14	MP.TC.21.01.41.03.00.00	Механізм переміщення		
				розпилювача		
				Деталі		
БК		20	MP.M3.20.05.33.07.02.12	Планшайба	1	
				MP.TC.21.01.41.00.00.00.СП		
Зм.	Арк.	№ докум	Підп	Дата		
Розробив		Григоренко				
Перевірів		Маркович				
Н. контр.		Красота				
Затвердив		Магопець				
					Камера електродугового напилення.	
					Загальний вигляд	
					Літ	
					Лист	
					Листів	
					i	
					1	
					2	
					ЦНТУ	
					гр. AI(ТС)-20МЗ	

[illegible]

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.
				Документація		
A1			MP.TC.21.01.42.07.00.00 СК	Складальне креслення	1	
				Складальні одиниці		
A1		2	MP.TC.21.01.42.07.02.00.СК	Редуктор електродугового розпилювача	1	
БК		3	MP.TC.21.01.42.07.03.00.СК	Редуктор зубчастий	2	
БК		4	MP.TC.21.01.42.07.04.00.СК	Головка розпилююча	1	
				Деталі		
БК		1	MP.TC.21.01.42.07.02.01	Плита	1	
БК		3	MP.TC.21.01.42.07.02.03	Ексцентрик притисний	2	
A3		6	MP.TC.21.01.42.07.02.06	Направляюча	2	
A3		7	MP.TC.21.01.42.07.02.08	Стопор	2	
A4		8	MP.TC.21.01.42.07.02.08	Втулка діелектрична	2	
БК		9	MP.TC.21.01.42.07.02.09	Кожух	1	
БК		11	MP.TC.21.01.42.07.02.11	Касета	2	
БК		12	MP.TC.21.01.42.07.02.12	Вісь	1	
БК		13	MP.TC.21.01.42.07.02.13	Ролик притисний	2	
A3		14	MP.TC.21.01.42.07.02.14	Кришка	2	
БК		15	MP.TC.21.01.42.07.02.15	Упор	1	
БК		17	MP.TC.21.01.42.07.02.17	Кронштейн	2	
A4		18	MP.TC.21.01.42.07.02.18	Стопор	2	
БК		21	MP.TC.21.01.42.07.02.20	Повітряне сопло	1	
				MP.TC.21.01.42.07.02.00.СП		
Зм.	Арк.	№ докум	Підп	Дата		
Розробив		Григоренко				
Перевірив		Маркович				
Н. контр.		Красота				
Затвердив		Магопець				
					Літ	
					Лист	
					Листів	
					i	
					1	
					2	
					ЦНТУ	
					гр. AI(ТС)-20МЗ	

[illegible]

Формат	Зона	Поз.	Позначення					Найменування				Кіл.	Прим.				
								Документація									
A1			MP.TC.21.01.43.07.02.00.SK					Складальне креслення				3					
								Складальні одиниці									
БК		3	MP.TC.21.01.43.07.02.03.SK					Кришка редуктора				1					
								в зборі									
								Деталі									
A3		1	MP.TC.21.01.43.07.02.01					Вал черв`ячний				1					
A3		2	MP.TC.21.01.43.07.02.02					Вал проміжний				1					
A3		3	MP.TC.21.01.43.07.02.03					Черв'ячне колесо				1					
A4		4	MP.TC.21.01.43.07.02.04					Кришка ліва				1					
A4		5	MP.TC.21.01.43.07.02.05					Кришка права				1					
БК		6	MP.TC.21.01.43.07.02.06					Вал тяговий 1				1					
БК		7	MP.TC.21.01.43.07.02.07					Кришка редуктора				1					
БК		8	MP.TC.21.01.43.07.02.08					Втулка ізоляційна				2					
БК		9	MP.TC.21.01.43.07.02.09					Корпус верхній				1					
БК		10	MP.TC.21.01.43.07.02.10					Кришка передня				1					
БК		11	MP.TC.21.01.43.07.02.11					Кришка задня				1					
БК		12	MP.TC.21.01.43.07.02.12					Вал приводу				1					
БК		13	MP.TC.21.01.43.07.02.13					Шестерня				4					
БК		14	MP.TC.21.01.41.07.02.14					Втулка				1					
БК		18	MP.TC.21.01.43.07.02.18					Ролик правий				1					
БК		19	MP.TC.21.01.43.07.02.19					Шпонка				8					
БК		20	MP.TC.21.01.43.07.02.20					Шайба притисна				1					
								MP.TC.21.01.43.00.00.00.СП									
Зм.	Арк.		№ докум		Підп	Дата	Редуктор електродугового розпилювача				Літ		Лист	Листів			
Розробив		Григоренко				i							1	2			
Перевірів		Маркович															
Н. контр.		Красота															
Затвердив		Магопець															
														ЦНТУ гр. АІ(ТС)-20МЗ			

[illegible]

Міністерство освіти і науки України
Центральноукраїнський національний технічний університет
Центр заочної та дистанційної освіти
Кафедра експлуатації та ремонту машин

ІЛЮСТРАЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ

до магістерської атестаційної роботи
за спеціальністю 208 Технічний сервіс сільськогосподарської техніки
на тему: «Дослідження зміни просторової геометрії колінчастих валів
при експлуатації, шліфуванні та відновленні в ПрАТ КАТП
«Агробудавтосервіс»»

Допустити до захисту

Завідувач кафедри ЕРМ, к.т.н., доцент

_____Сергій МАГОПЕЦЬ

«____» _____ 2021 р.

Науковий керівник кваліфікаційної
магістерської роботи, к.т.н., доцент

_____Сергій МАРКОВИЧ

«____» _____ 2021 р.

Виконав магістрант групи АІ(ТС)-20МЗ

_____Олександр ГРИГОРЕНКО

«____» _____ 2021 р.

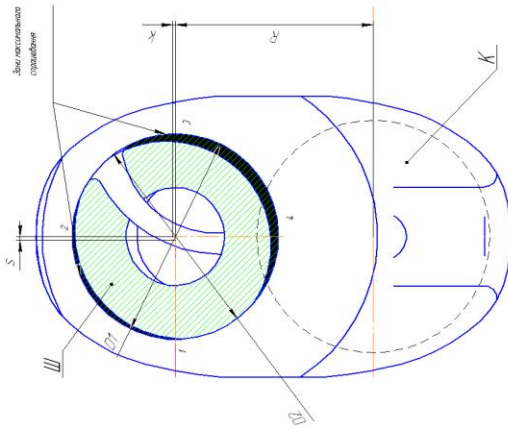
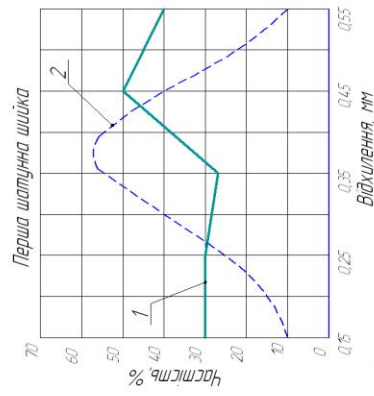


Схема ділянки спорядженої шийки по методах 4, почок та м'якшій відхилення "1,2,3,4, почок
ділянки ШІ по К – шатунна та кінцева шийка, R – радіус кривизни, D7 – діаметр шатунної
шийки до спорядження, D2 □ протязовий діаметр денного розрізу, збільшення радіуса
кривизни S; відхилення до шатунної шийки K.

Простір для базування колінчастого вала при шліфуванні шийок

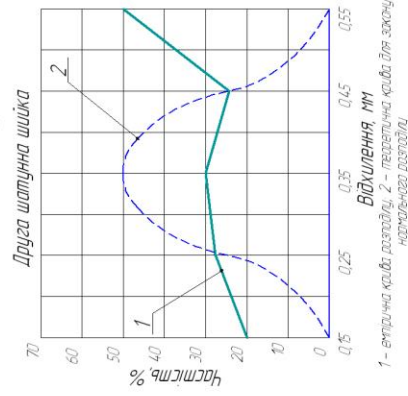


Схема контролю просторової геометрії шпорок колінчастого вала



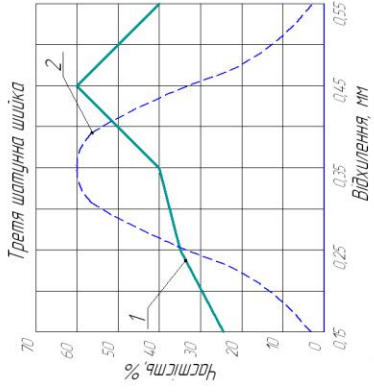
N	75
$\bar{x}$	0.039
δ	0.015
Mo	0.038
Me	0.038
α_5	0.436
e_N	-0.465
χ^2	$8,700$
$P(\lambda)$	0.120
$\%$	92

1 – ентропична криба розвину, 2 – термодина криба для закону
Дюпюїтлена, 3 –
нормального розвину



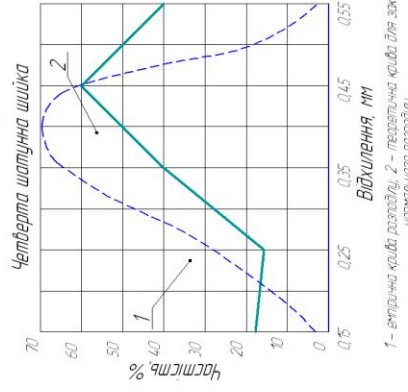
N	75
$\bar{x}$	0,035
δ	0,018
Mo	0,034
Me	0,033
a_s	-0,198
e_s	-1,009
χ^2	8,800
$P(\lambda)$	0,230
%	80

1 – емпірична крива розподілу; 2 – теоретична крива для закону нормального розподілу



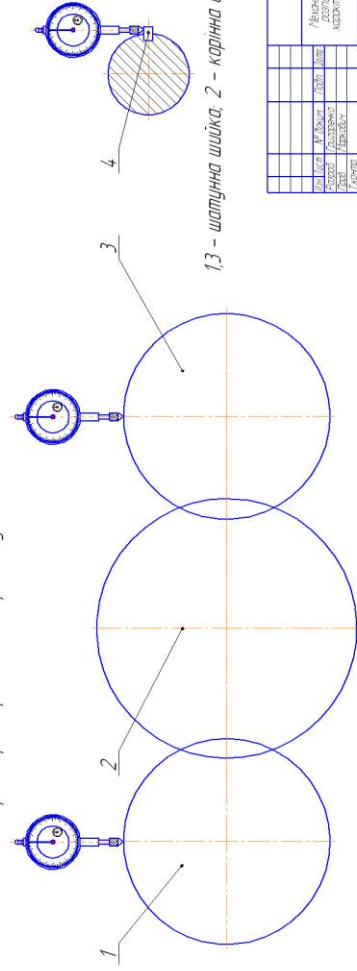
N	75
$\bar{x}$	0,038
δ	0,013
Mo	0,038
Me	0,037
a_s	0,558
e_K	0,250
χ^2	9,00
$P(\chi)$	0,540
%	83

1 – емпірична крива розподілу, 2 – теоретична крива для закону нормального розподілу



N	75
$\bar{x}$	0,040
δ	0,017
Mo	0,039
Me	0,038
a_s	-0,721
e_s	-0,239
χ^2	9,100
$P(\lambda)$	0,390
%	93

1 – експериментальна крива для закону нормального розподілу

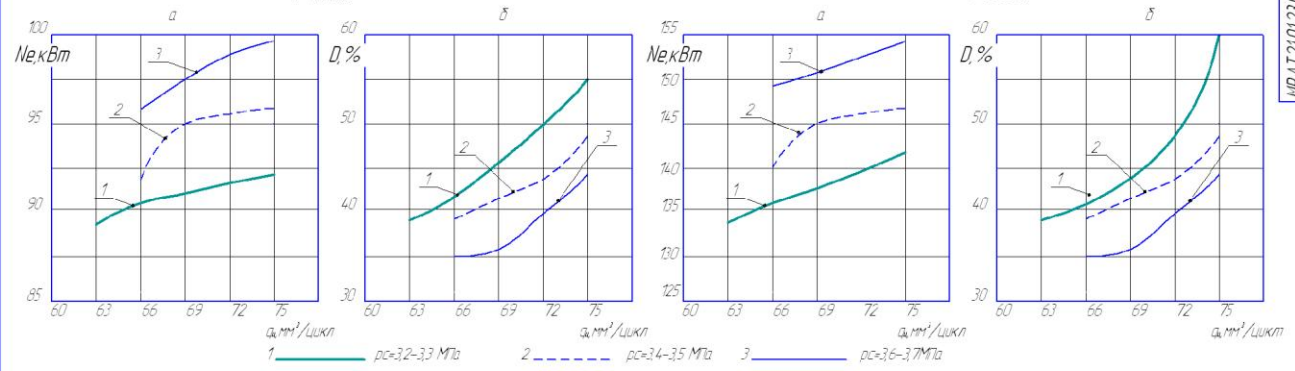


1,3 - шатунна шийка; 2 - корінна шийка; 4 - шпонка

[illegible]

МР.АТ.210123.00.00.00

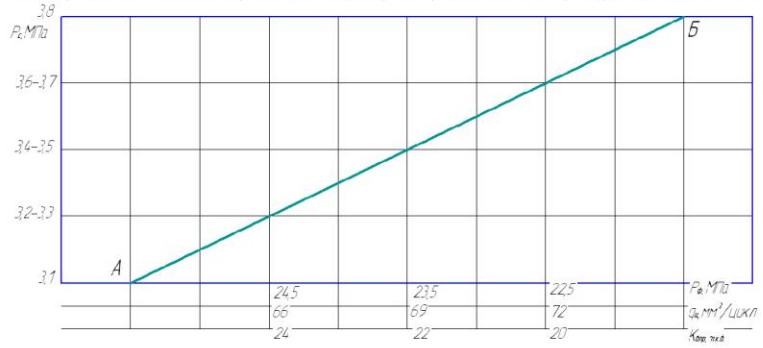
Вплив величини номінальної циклової подачі одна ефективної потужності і ді на димність відпрацьованих газів дизеля дизельного двигуна ЯМЗ-236, Рв=100% на об/хв
n=1600хв⁻¹ n=2600хв⁻¹



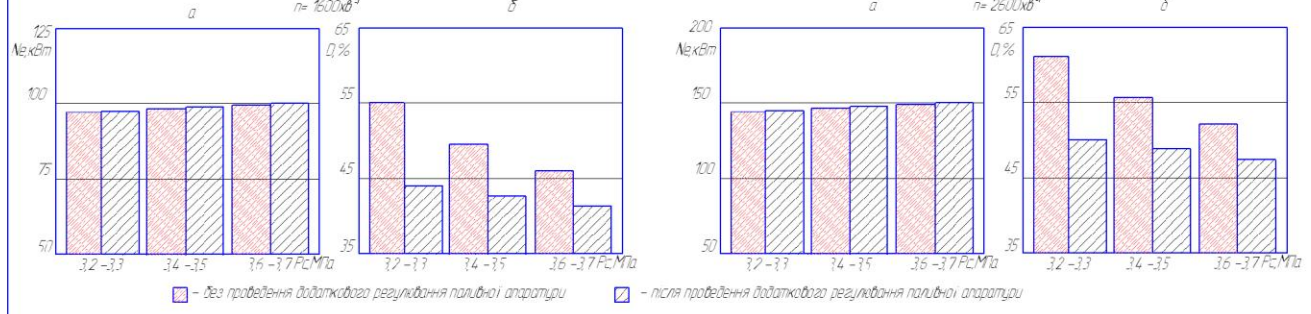
Вплив номінальної циклової подачі палива q_m, л/хв на величину ефективної потужності N_e кВт і димності відпрацьованих газів, %

Тиск кінця стиснення P_c, МПа	q_m, л/хв	n=1600 хв ⁻¹		n=2600 хв ⁻¹	
		N_e, кВт	D, %	N_e, кВт	D, %
3,6-3,7	75	100,4	45	152,9	48
	72	100	41	152,34	41
	69	99	36	151,07	38
	66	98	35	149,9	37
3,4-3,5	75	97,6	49	146,6	50
	72	97	45	145,65	46
	69	96,5	42	144	42
	66	94	40	140	40
3,2-3,3	75	94	55	141,7	60
	72	93,6	51	141	50,9
	69	93	47	140	47
	66	92,4	43	139	44
	63	91	39	136	40

Номограма для визначення регульовальних параметрів паливної апаратури дизеля ЯМЗ-236



Вплив додаткового регулювання паливної апаратури одна ефективної потужності і ді на димність відпрацьованих газів дизеля дизельного двигуна ЯМЗ-236, Рв=100% на об/хв
n=1600хв⁻¹ n=2600хв⁻¹



Регульовані характеристики по куту випередження уприскування палива дизельного двигуна ЯМЗ-236 з навантаженням 100% при тиску кінця стиснення 3,2-3,3 МПа

Тиск початку підйому голки форсунок, МПа	Настановний кут випередження уприскування	Ефективна потужність, кВт (n=2600 хв ⁻¹)	Ефективна потужність, кВт (n=1600 хв ⁻¹)
19,5	18	138,2	91,89
	20	139,1	92,64
	22	139,7	93
	24	139,02	91,6
20,5	18	138,4	92
	20	139,26	92,8
	22	140	93,2
	24	139,26	91,8
21,5	18	138,5	92,1
	20	139,4	92,95
	22	140,1	93,1
	24	139,68	92
22,5	18	138,7	90,4
	20	139,1	92,1
	22	140,1	93,1
	24	141	93,7
23,5	18	139,4	92,1
	20	140,3	93,1
	22	141,1	93,8
	24	141,4	93,6
24,5	18	140,77	92,42
	20	139,6	93,2
	22	140,5	93,2
	24	141,2	94
25,5	18	141,2	93,2
	20	140,56	93,35
	22	141,3	94
	24	141,7	94

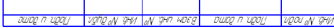
Тиск початку підйому голки форсунок, МПа	Настановний кут випередження уприскування палива * п.к.в.	Ефективна потужність, кВт (n=2600 хв ⁻¹)	Ефективна потужність, кВт (n=1600 хв ⁻¹)
19,5	18	142,49	95,62
	20	144,3	96,5
	22	144	96,49
	24	142,5	95,36
20,5	18	140,65	94,99
	20	142,8	95,83
	22	144,5	96,7
	24	144,26	96,8
21,5	18	142,77	96,23
	20	143	96,43
	22	143,1	96,03
	24	144,9	96,9
22,5	18	144,82	97,01
	20	145,47	96,46
	22	142	95,8
	24	143,4	96,17
23,5	18	145,8	96,32
	20	145,5	97
	22	145,9	97,3
	24	145	96,9
24,5	18	143	96,35
	20	145,8	96,32
	22	145,7	97,23
	24	144	96,71

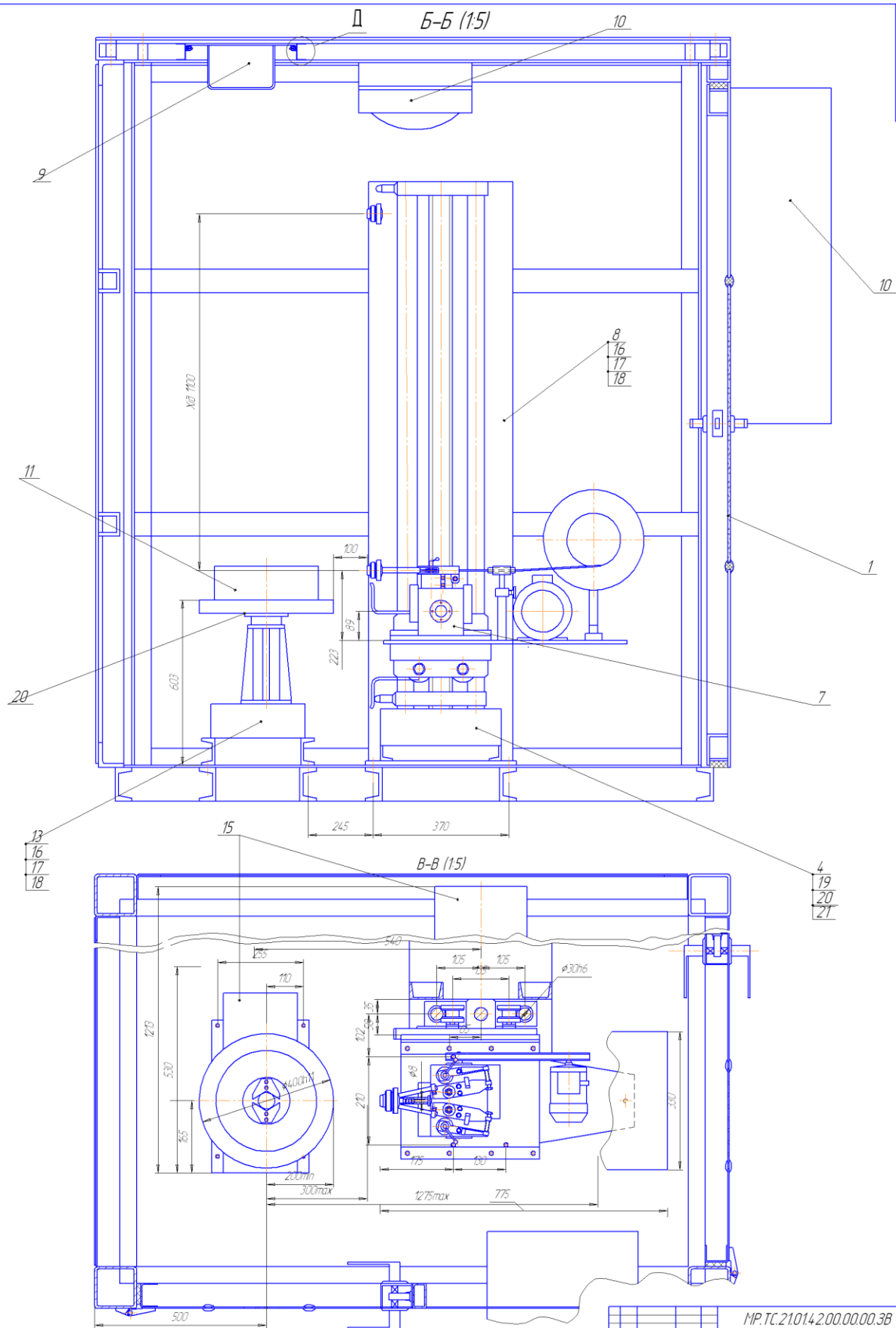
Тиск початку підйому голки форсунок, МПа	Настановний кут випередження уприскування палива * п.к.в.	Ефективна потужність, кВт (n=2600 хв ⁻¹)	Ефективна потужність, кВт (n=1600 хв ⁻¹)
19,5	16	148	97,87
	18	150,16	99
	20	150,25	99,29
	22	148,63	98,6
20,5	16	146,03	96,73
	18	148,35	98,03
	20	150,4	99,17
	22	149,57	98,95
21,5	16	146,64	97,13
	18	148,72	98,29
	20	151,2	99,46
	22	151,9	99,9
22,5	16	150,85	99,2
	18	148,17	97,42
	20	149,3	98,42
	22	151,6	99,88
23,5	16	152,9	100,4
	18	151	99,83
	20	149,88	98,64
	22	152,2	100

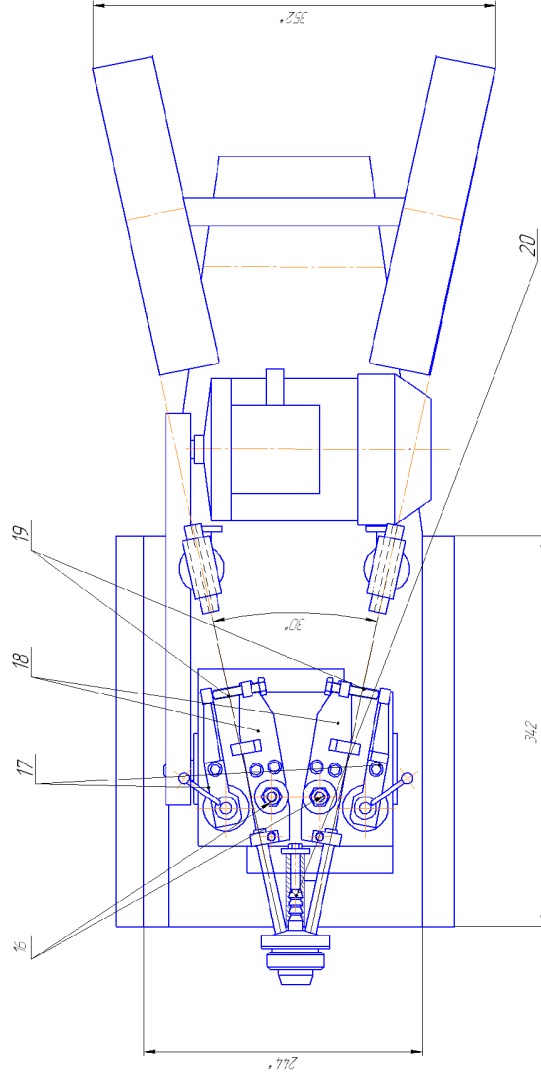
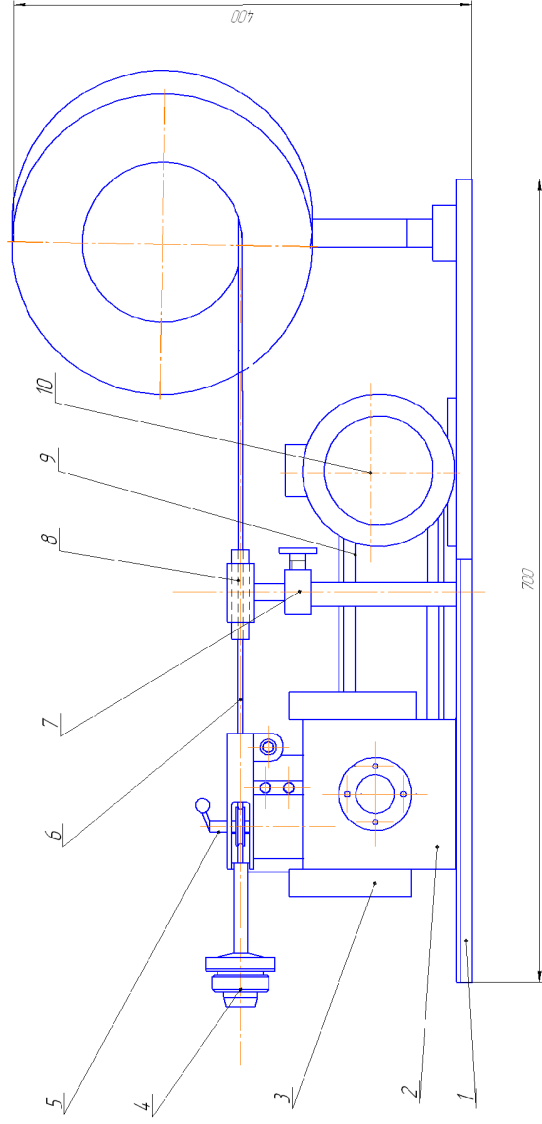
Висновки. 1. Значний вплив на показники роботи і димності відпрацьованих газів дизеля надає зміна регульовальних параметрів паливної апаратури кута випередження уприскування палива і тиску початку підйому голки форсунок. Результати експериментів показали, що при комплексній дії відхилень просторої геометрії кінцевого вала і регулювань ПА показники роботи дизеля можуть збути значно покращені при зменшенні димності відпрацьованих газів.
2. На основ експериментів розроблена номограма для визначення регульовальних параметрів паливної апаратури дизеля ЯМЗ-236. Зміна тиску кінця стиснення відображається по осі P_c номограми. З оптимальної точки паралельно осі абсцис проводиться лінія до перетину з лінією АБ.
3. З оптимальної точки паралельно осі ординат проводиться лінія до перетину з осією абсцис. Точки перетину вказують регульовальні параметри.
4. Проведення регулювання забезпечує зменшення димності відпрацьованих газів в середньому на 38-40% при зменшенні негативного впливу відхилень просторої геометрії кінцевого вала, що викликає зміну кута випередження вприскування на показники роботи дизеля. Так ефективна потужність дизеля зростає, а витрата палива зменшується в середньому на 2,53%.

МР.АТ.210123.00.00.00

Відомості про документ	Відомості про документ
№ документа	11
Назва документа	Вплив відхилень геометрії на параметри дизеля
Вид документа	Лист 1
Відомості про документ	Відомості про документ
№ документа	11
Назва документа	Вплив відхилень геометрії на параметри дизеля
Вид документа	Лист 1

[illegible]

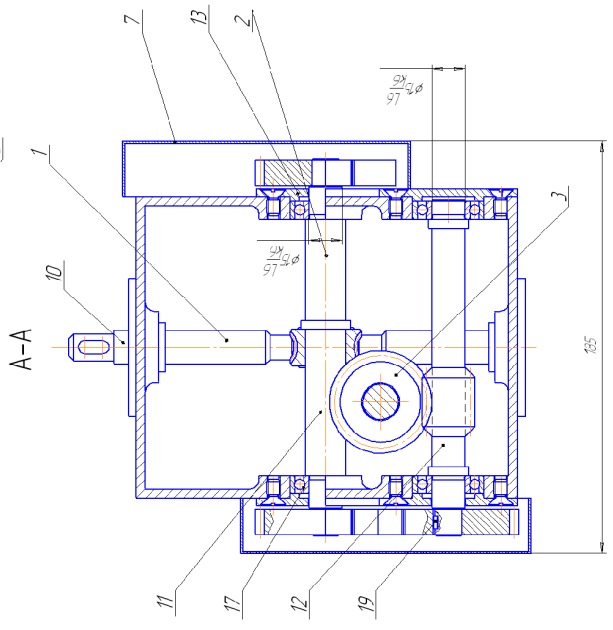
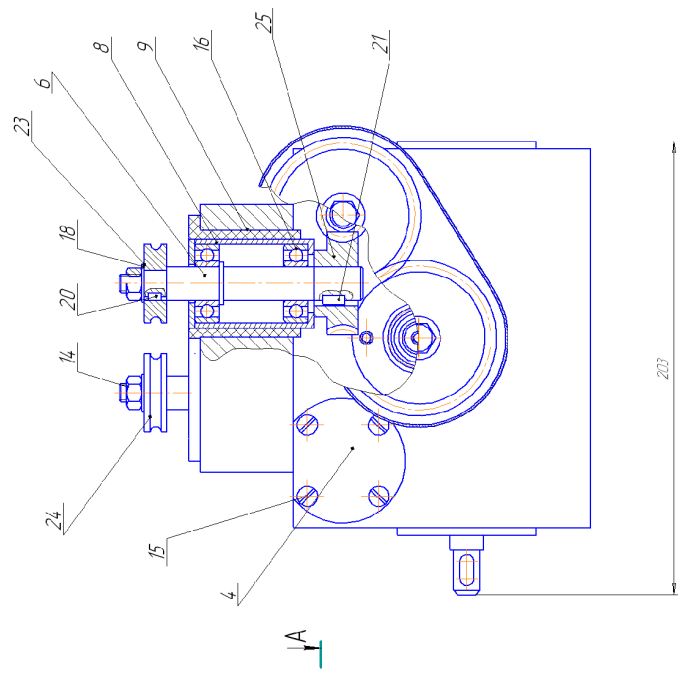
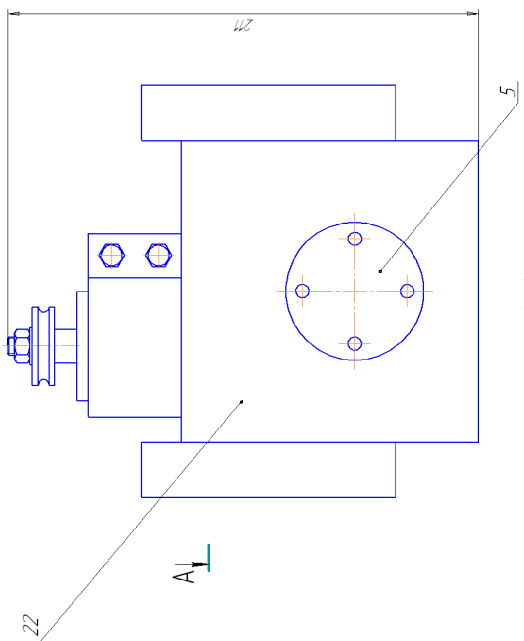
[illegible]



1. Зміщення валу електррадіагуна і редуктора не більше:
осьове 15 мм
радіальне 25 мм
кутаде до 1°30'
2. Кут подачі зсуву валу редуктора і валу приваду 1°
3. Клінопадову передачу поз. 7 закріпiti захисним кожухом.
4. З'єднання падаючої корпусу фарфорової саркою емаллю ПФ-115 ГОСТ 6465-76
5. Пляшину раз'єму покрити тонким шаром герметика.
6. УТ-34, ГОСТ 24285-80 при експлуатаційній збірці.

[illegible]

МР ТС 210144.07.02.00СК



1. Невказані граничні відхилення розмірів по $\pm$ JT 14
2. Порошки підшипників та корпусу редуктора западнити консистентним маслом цитим - 202 GOLT 1110-75
3. Після складання редуктор піддати обкатуванню протягом 2-х годин
4. Температура підшипників після обкатки не повинна перевищувати 80°C
5. Після обкатки передірити п'яну обкатки на черв'ячному колесі
6. Внутрішню поверхню корпусу редуктора пофарбувати маслянистою фарбою
7. Зовнішню поверхню пофарбувати добоєстійкою фарбою
7. Площину роз'єму основи корпусу редуктора та кришок обдм покрити пастою герметик

МР ТС 210144.07.02.00СК		Механізм підв. дротів		11	
Механізм підв. дротів		Складові частини		11	
Механізм підв. дротів		Складові частини		11	
Механізм підв. дротів		Складові частини		11	
Механізм підв. дротів		Складові частини		11	
Механізм підв. дротів		Складові частини		11	
Механізм підв. дротів		Складові частини		11	
Механізм підв. дротів		Складові частини		11	
Механізм підв. дротів		Складові частини		11	
Механізм підв. дротів		Складові частини		11	

