**ЖИТОМИРСЬКИЙ АГРОТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ**

(повне найменування закладу освіти)

**ВІДДІЛЕННЯ «АГРОІНЖЕНЕРІЯ»**

(назва відділення)

**ЦИКЛОВА КОМІСІЯ СПЕЦІАЛЬНОСТІ «АГРОІНЖЕНЕРІЯ»**

(повна назва циклової комісії))

## **Пояснювальна записка**

до кваліфікаційної роботи

**фахового молодшого бакалавра**

(освітній ступінь)

на тему: «Організація процесу відновлення технічного стану колінчастих валів дизелів з удосконаленням процесу наплавлення зношених поверхонь».

Виконав: студент ІV курсу, групи Аі-41

Галузь знань 20 «Аграрні науки і продовольство»

Спеціальність 208 «Агроінженерія»\_\_\_\_\_

(шифр і назва спеціальності)

\_\_\_\_\_Микола ГОЛОВАЧ\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(прізвище та ініціали)

Керівник Олексій ВЛАСЮК

(прізвище та ініціали)

Рецензент\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(прізвище та ініціали)

м. Житомир – 2025 року

**Ж и т о м и р с ь к и й а г р о т е х н і ч н и й ф а х о в и й к о л е д ж**

( повне найменування закладу освіти )

# Відділення «Агроінженерія»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

# Циклова комісія спеціальності «Агроінженерія» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Освітньо-професійний ступінь **фаховий молодший бакалавр\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

Галузь знань  **20 «Аграрні науки та продовольство» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

# (шифр і назва)

# Спеціальність 208 «Агроінженерія» \_\_

# (шифр і назва)

# ЗАТВЕРДЖУЮ

**Голова циклової комісії спеціальності «Агроінженерія»**

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Тамара ВЕРЕМІЙ**

“\_\_\_\_” \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_ року

## З А В Д А Н Н Я

### НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

**Головачу Миколі**

(прізвище, ім’я, по батькові)

Тема проєкту: «Організація процесу відновлення технічного стану колінчастих валів дизелів з удосконаленням процесу наплавлення зношених поверхонь».

Керівник проєкту (роботи) Олексій Власюк

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

затверджені наказом закладу від “11” листопада 2024 року №467-н

2. Строк подання студентом проєкту 01.06.2025 року

3. Вихідні дані до проєкту: *перелік обладнання в МРМ, склад машино-тракторного парку та фермерського обладнання, графік ТО і Р МТП, технологічні карти ТО і Р обладнання*

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): *вступ, технологічна частина проекту, розрахунковий розділ, конструктивна частина проекту, економічна частина*

*охорона праці, висновки, список використаної літератури, додатки.*

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

*Технологічні карти діагностування і ремонту колінчастого валу*

*План дільниці відновлення колінчастого валу*

*Складальне креслення*

*Деталювання*

6. Консультанти розділів проєкту

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Розділ | Власне ім’я та прізвище консультанта | Підпис, дата | |
| завдання видав | завдання  прийняв |
| Н.контроль | Наталія ВЕНЗОВСЬКА |  |  |
|  |  |  |  |
| Економічна | Тамара ВЕРЕМІЙ |  |  |
| частина |  |  |  |
|  |  |  |  |
| Охорона | Дмитро ГЕРАСИМЧУК |  |  |
| праці |  |  |  |

7. Дата видачі завдання 20.11.2025 року

#### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №  з/п | Назва етапів дипломного  Проєкту | Строк виконання етапів проєкту | Примітка |
| 1 | Загальна частина | 12.12.2024 | *Виконано* |
| 2 | Технологічна частина | 20.12.2024 | *Виконано* |
| 3 | Розрахунковий розділ | 20.01.2025 | *Виконано* |
| 4 | Конструктивна частина | 13.02.2025 | *Виконано* |
| 5 | Економічна частина | 02.03.2025 | *Виконано* |
| 6 | Охорона праці | 26.03.2025 | *Виконано* |
| 7 | Висновки, специфікації | 15.04.2025 | *Виконано* |
| 8 | Графічна частина | 06.05.2025 | *Виконано* |
| 9 | Оформлення проєкту | 30.05.2025 | *Виконано* |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

**Студент \_\_\_\_\_\_\_\_\_ Микола ГОЛОВАЧ**

( підпис ) (прізвище та ініціали)

**Керівник кваліфікаційної роботи \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Олексій ВЛАСЮК**

( підпис ) (прізвище та ініціали)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | | | Формат | | | | Позначення | | | | | | | | | Найменування | | | | К-ть. арк. | | | | № прим. | | Примітка | | | |
|  | | |  | | | |  | | | | | | | | |  | | | |  | | | |  | |  | | | |
|  | | |  | | | |  | | | | | | | | | Документація | | | |  | | | |  | |  | | | |
|  | | |  | | | |  | | | | | | | | |  | | | |  | | | |  | |  | | | |
|  | | |  | | | |  | | | | | | | | | Текстові документи | | | |  | | | |  | |  | | | |
|  | | |  | | | |  | | | | | | | | |  | | | |  | | | |  | |  | | | |
| 1 | | | А4 | | | | *ДП.208.041.467н.002.ПЗ* | | | | | | | | | Розрахунково-пояснювальна | | | |  | | | |  | |  | | | |
|  | | |  | | | |  | | | | | | | | | записка. | | | |  | | | |  | |  | | | |
|  | | |  | | | |  | | | | | | | | |  | | | |  | | | |  | |  | | | |
|  | | |  | | | |  | | | | | | | | | Графічні матеріали | | | |  | | | |  | |  | | | |
|  | | |  | | | |  | | | | | | | | |  | | | |  | | | |  | |  | | | |
| 2 | | | А2 | | | | *ДП.208.041.467н.002.РК* | | | | | | | | | Колінчастий вал двигуна СМД-60 | | | | 1 | | | |  | |  | | | |
|  | | |  | | | |  | | | | | | | | | (Ремонтне креслення) | | | |  | | | |  | |  | | | |
|  | | |  | | | |  | | | | | | | | |  | | | |  | | | |  | |  | | | |
| 3 | | | А2 | | | |  | | | | | | | | | Технологічні карти дефектування | | | | 1 | | | |  | |  | | | |
|  | | |  | | | |  | | | | | | | | | колінчастого валу | | | |  | | | |  | |  | | | |
|  | | |  | | | |  | | | | | | | | |  | | | |  | | | |  | |  | | | |
| 4 | | | А1 | | | |  | | | | | | | | | Технологічні карти | | | | 1 | | | |  | |  | | | |
|  | | |  | | | |  | | | | | | | | | відновлення колінчастого валу | | | |  | | | |  | |  | | | |
|  | | |  | | | |  | | | | | | | | |  | | | |  | | | |  | |  | | | |
| 5 | | | А1 | | | | *ДП.208.041.467н.002.СК* | | | | | | | | | Знімач | | | | 1 | | | |  | |  | | | |
|  | | |  | | | |  | | | | | | | | | (Складальне креслення) | | | |  | | | |  | |  | | | |
|  | |  | | | |  | | | |  | |  | | *ДП.208.041.467н.002.ВДП* | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | |  | | | |  | | | |  | |  | |
| *Зм.* | | Лист | | | | *№ докум.* | | | | *Підп.* | | Дата | |
| *Розроб.* | | | | | | Головач М. | | | |  | |  | | ВІДОМІСТЬ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ | | | | *Літ.* | | | | | *Лист* | | | | | *Листів* | |
| *Перев.* | | | | | | Власюк О.І. | | | |  | |  | |  |  | | |  | *3* | | | | | *2* | |
|  | | | | | |  | | | |  | |  | | ЖАТФК, Аі-41 | | | | | | | | | | | |
| *Н.контр.* | | | | | | Вензовська Н.П. | | | |  | |  | |
| *Затв.* | | | | | | Руденко В.Г. | | | |  | |  | |
| №  п/п | | | | Формат | | | | Позначення | | | | | | | | Найменування | | | | К-ть. Арк. | | | | № прим. | | Примітка | | | |
| 6 | | | | А3 | | | | *ДП.208.041.467н.002.01* | | | | | | | | Гвинт | | | | 1 | | | |  | |  | | | |
|  | | | |  | | | |  | | | | | | | |  | | | |  | | | |  | |  | | | |
| 7 | | | | А3 | | | | *ДП.208.041.467н.002.02* | | | | | | | | Гайка | | | | 1 | | | |  | |  | | | |
|  | | | |  | | | |  | | | | | | | |  | | | |  | | | |  | |  | | | |
| 8 | | | | А3 | | | | *ДП.208.041.467н.002.03* | | | | | | | | Планка | | | | 4 | | | |  | |  | | | |
|  | | | |  | | | |  | | | | | | | |  | | | |  | | | |  | |  | | | |
| 9 | | | | А3 | | | | *ДП.208.041.467н.002.05* | | | | | | | | Втулка | | | | 4 | | | |  | |  | | | |
|  | | | |  | | | |  | | | | | | | |  | | | |  | | | |  | |  | | | |
| 10 | | | | А1 | | | | *ДП.208.041.467н.002.ПД* | | | | | | | | Слюсарно-механічна | | | | 1 | | | |  | |  | | | |
|  | | | |  | | | |  | | | | | | | | дільниця | | | |  | | | |  | |  | | | |
|  | | | |  | | | |  | | | | | | | | (Проєкт дільниці) | | | |  | | | |  | |  | | | |
|  | | | |  | | | |  | | | | | | | |  | | | |  | | | |  | |  | | | |
|  | | | |  | | | |  | | | | | | | |  | | | |  | | | |  | |  | | | |
|  | | | |  | | | |  | | | | | | | |  | | | |  | | | |  | |  | | | |
|  | | | |  | | | |  | | | | | | | |  | | | |  | | | |  | |  | | | |
|  | | | |  | | | |  | | | | | | | |  | | | |  | | | |  | |  | | | |
|  | | | |  | | | |  | | | | | | | |  | | | |  | | | |  | |  | | | |
|  | | | |  | | | |  | | | | | | | |  | | | |  | | | |  | |  | | | |
|  | | | |  | | | |  | | | | | | | |  | | | |  | | | |  | |  | | | |
|  | | | |  | | | |  | | | | | | | |  | | | |  | | | |  | |  | | | |
|  | | | |  | | | |  | | | | | | | |  | | | |  | | | |  | |  | | | |
|  | | | |  | | | |  | | | | | | | |  | | | |  | | | |  | |  | | | |
|  | | | |  | | | |  | | | | | | | |  | | | |  | | | |  | |  | | | |
|  | | | |  | | | |  | | | | | | | |  | | | |  | | | |  | |  | | | |
|  | | |  | | | |  | | |  | |  | | *ДП.208.041.467н.002.ВДП* | | | | | | | | | | | | | | *Лист* | |
|  | | |  | | | |  | | |  | |  | | *4* | |
| *Зм.* | | | Лист | | | | *№ докум.* | | | *Підп.* | | Дата | |

«*Організація процесу відновлення технічного стану колінчастих валів дизелів з удосконаленням процесу наплавлення зношених поверхонь*»

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота включає розрахунково-пояснювальну записку та комплект графічних матеріалів.

Записка складається з 53 сторінок, охоплює 4 розділи, містить 6 таблиці, 2 ілюстрації, а також перелік із 26 використаних джерел.

У графічному розділі представлено 6 аркушів формату А1, де зображено: планування дільниці для відновлення колінчастого валу, схема дефектів поворотної цапфи, конструкція пристрою для демонтажу шестерень з колінчастого валу та деталювання елементів.

Основною технічною розробкою є пристосування для зняття шестерень з колінчастого валу дизельного двигуна. В роботі проаналізовано умови експлуатації, механізми зношування та особливості ремонту вузлів з колінчастим валом. Запропоновано модернізовану організацію ремонтної дільниці, що спрямована на підвищення продуктивності та ефективності відновлювальних робіт. Розраховано економічну доцільність впровадження, визначено необхідне обладнання, а також подано заходи для покращення умов праці, охорони праці та пожежної безпеки. Орієнтовний строк окупності проєкту становить 0,81 року.

Ключові слова: РЕМОНТ, ДІЛЬНИЦЯ, КОЛІНЧАСТИЙ ВАЛ, ВІДНОВЛЕННЯ, ОПЕРАЦІЯ, ДИЗЕЛЬ.

**ЗМІСТ**

Зм.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Аркуш

6

ДП.208.041.467н.002.ПЗ

Розробив

Головач А.

Перевірив

Власюк О.І.

Н. Контр.

Вензовська Н.П..

Затв.

Руденко В.Г.

Організація процесу відновлення технічного стану колінчастих валів дизелів з удосконаленням процесу наплавлення зношених поверхонь

Літ

Аркушів

1

ЖАТФК гр. Аі-41

**ВСТУП**  
**РОЗДІЛ 1. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА**  
1.1 Аналіз технологічного процесу дефектування колінчастого валу  
1.2 Побудова маршруту відновлення зношених поверхонь  
1.3 Застосування наплавлення для відновлення шийок колінчастого валу  
1.4 Особливості механічної обробки відновлених елементів  
1.5 Підбір та обґрунтування інструменту для обробки  
1.6 Розрахунок технологічних режимів при виконанні операцій  
1.7 Оцінка ефективності технологічного процесу на дільниці  
1.8 Розрахунок виробничого часу на рік

**РОЗДІЛ 2. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА**  
2.1 Вибір конструкції та призначення розроблюваного пристосування  
2.2 Будова та принцип дії запропонованого пристрою  
2.3 Визначення технічних характеристик елементів  
2.4 Розрахунок навантаження на елементи конструкції

**РОЗДІЛ 3. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ ДОВКІЛЛЯ**  
3.1 Опис умов роботи на виробничій дільниці  
3.2 Організація безпечного виробничого середовища  
3.3 Дотримання правил безпеки при механічній обробці  
3.4 Вентиляція робочої зони: вибір та розрахунок  
3.5 Проєктування освітлення виробничої дільниці

3.6. Екологічна безпека та охорона довкілля під час виробничої діяльності

**РОЗДІЛ 4. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ**  
**ВИСНОВКИ**  
Стислий виклад отриманих результатів та рекомендації

**СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**  
Перелік літератури, нормативних документів та інших інформаційних джерел

**ДОДАТКИ**

**ВСТУП**

Зм.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Аркуш

7

*ДП.208.041.467н.002.ПЗ*

Розробив

Головач А.М.

Перевірив

Власюк О.І.

Н. Контр.

Вензовська Н.П.

Затв.

Руденко В.Г.

ВСТУП

Літ

Аркушів

1

ЖАТФК гр. Аі-41

У процесі експлуатації сільськогосподарської техніки з часом спостерігається поступове погіршення її технічного стану. Це виражається у зниженні ефективності роботи агрегатів, зростанні витрат пального, ускладненому запуску двигунів, появі сторонніх звуків, вібрацій та інтенсивному зношуванні окремих вузлів. Основними причинами таких змін є фізичне зношення деталей, вплив вібрацій, температурні коливання, втому металу та інші фактори, що негативно впливають на довговічність і надійність машин.

З практичного досвіду відомо, що значна частина відмов техніки пов’язана з передчасним зношенням тертьових поверхонь, зокрема — колінчастого валу двигуна. У зв’язку з цим особливу актуальність набуває питання підвищення ресурсу та відновлення працездатності цих важливих елементів. Ремонтні заходи, що передбачають часткову модернізацію чи вдосконалення існуючих механізмів, є одним із ефективних шляхів технічного оновлення без повної заміни машин.

Кваліфікаційну роботу присвячено технічному переоснащенню слюсарно-механічної дільниці, зосередженому на вдосконаленні процесу відновлення колінчастих валів дизельних двигунів. У роботі розглянуто технологічні, конструктивні, економічні та безпекові аспекти проєкту, що в сукупності дозволяють підвищити ефективність ремонтного виробництва, продовжити термін служби техніки та покращити її експлуатаційні характеристики.

# РОЗДІЛ 1

Зм.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Аркуш

8

*ДП.208.041.467н.002.ПЗ*

Розробив

Головач А.М.

Перевірив

Власюк О.І

Н. Контр.

Вензовська Н.П.

Затв.

Руденко В.Г.

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

Літ

Аркушів

ЖАТФК гр. Аі-41

**ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ**

**1.1 Аналіз технологічного процесу дефектування колінчастого валу**

У процесі тривалої експлуатації колінчасті вали піддаються значним механічним і динамічним навантаженням, що призводить до поступового виникнення пошкоджень, які впливають на надійність і ефективність їх роботи. На основі практики ремонтних підприємств можна виділити типові дефекти, серед яких найчастіше фіксуються: зношення різьбових з’єднань, ушкодження корінних і шатунних шийок, викривлення осі, порушення посадочних розмірів, а також наявність тріщин, задирок, овальності чи конусності на поверхнях.

До найбільш небезпечних ушкоджень належать саме дефекти шийок, адже вони викликають порушення балансування, що суттєво знижує ресурс двигуна. Окрему загрозу становлять зміни у посадочних зонах підшипників, шестерень і ущільнюючих елементів — навіть незначні відхилення тут можуть порушити точність взаємодії агрегатів. Геометричні порушення — зокрема викривлення осі або відхилення кутів шатунних шийок — створюють умови для нестабільної роботи всього силового вузла.

Для системного виявлення таких дефектів застосовується маршрутна карта, яка є базовим документом у процесі дефектування. Вона визначає логіку послідовного проходження деталей через ділянки, дозволяє уникнути дублювання операцій та гарантує правильну організацію переміщення між етапами контролю й обробки. У карті вказуються найменування ділянок, перелік необхідних операцій, тип інструменту та оснащення, що в підсумку підвищує якість діагностики й ефективність відновлення.

Серед найбільш розповсюджених дефектів спостерігаються:

Зм.

Арк.

№ Документа

Підпис

Дата

Арк.

9

*ДП.208.041.467н.002.ПЗ*

* зменшення діаметра шийки під передню противагу до менш ніж Ø71,01 мм;
* зношення шестерні під шків, коли діаметр опускається нижче Ø50,00 мм;
* критичне зменшення діаметра посадки під шестерню до Ø72,05 мм;
* перевищення діаметру посадкового місця під підшипник понад Ø52,03 мм;
* ушкодження шпоночних пазів з розширенням до більше ніж 10,02 мм;
* зношення різьбових з’єднань типу М16×15-6Н і М24×2-6Н;
* поява овальності або конусності шийок, що впливає на точність обертання;
* ослаблення кріплення противаги, облом штифтів і викривлення осі вала.
* Для запобігання помилкам у процесі технічного діагностування та виключення дублювання технологічних операцій у ремонті колінчастих валів розробляється маршрутна карта дефектування. Цей документ визначає чітку послідовність виконання робіт, закріплює конкретні дільниці, на яких здійснюються операції, а також перелік необхідного оснащення — від слюсарного інструменту до контрольно-вимірювальних приладів.
* Грамотно складена маршрутна карта дозволяє впорядкувати процес виявлення технічних відхилень, забезпечити контроль якості на всіх етапах ремонту та зменшити ризик помилок, пов’язаних із людським фактором. Завдяки цьому підвищується загальна продуктивність ремонтної дільниці, а також забезпечується повноцінне відновлення геометрії та функціональних властивостей колінчастого валу до рівня, що відповідає заводським стандартам.

**1.2 Побудова маршруту відновлення зношених поверхонь**

У процесі технічного контролю колінчастих валів, що здійснюється на основі карти дефектації, виявляються характерні пошкодження шатунних і корінних шийок. Вибір методу відновлення залежить від типу виявленого дефекту: у разі незначного зносу застосовується шліфування до чергового ремонтного розміру, тоді як у разі серйозніших ушкоджень — наплавлення з подальшою механічною обробкою.

Коли стан шийки дозволяє відновлення шляхом шліфування, вал передається на механічну дільницю. Обробка виконується на круглошліфувальних верстатах моделі 3А432, із застосуванням абразивного круга та спеціалізованого оснащення: Е5.25-С2 (ч) для чистової обробки, Е5.16-С2 (т) для тонкої, а також алмазного олівця Ц16.55 для правки круга. Геометричні параметри контролюються мікрометром та індикаторною скобою. Завершальне полірування виконується на окремому стенді, що забезпечує належну якість поверхні.

Зм.

Арк.

№ Документа

Підпис

Дата

Арк.

10

*ДП.208.041.467н.002.ПЗ*

У випадку серйозних дефектів, які неможливо усунути шліфуванням, або після попереднього ремонту, використовується метод наплавлення. Ця операція виконується на верстаті 1К62: корінні шийки обробляються в центрах, а шатунні — у спеціальному пристрої типу «жорсткий центр». Наплавлення проводиться автоматом А-580М у комплекті з перетворювачем ПСО-500, що гарантує стабільний процес. Контроль після наплавлення виконується штангенциркулем ШЦ-ІІ-160-0.05, згідно з вимогами ДСТУ 166:2009.

Після наплавлення здійснюється попередня механічна обробка на тій самій дільниці, із застосуванням абразивного круга ПГ900×40×305. Обробка проводиться в аналогічному порядку: корінні шийки — у центрах, шатунні — в жорсткому центрі. Всі параметри перевіряються за допомогою штангенциркуля.

Окремий етап — це відновлення різьбових з’єднань. Робота виконується на спеціально обладнаному слюсарному місці з використанням електродрилі, мітчиків, тарирувальних ключів і пристроїв для вилучення зламаних гвинтів. Цей процес дозволяє повернути повну функціональність різьб без потреби у заміні деталей.

Таким чином, відновлення шийок колінчастого валу — це комплексний технологічний цикл, який починається з дефектації й завершується фінішною обробкою, забезпечуючи відповідність відновленої деталі всім технічним і експлуатаційним вимогам.

**1.3 Застосування наплавлення для відновлення шийок колінчастого валу**

Таблиця 1.1 – Технологічних відновлень шатунних і корінних шийок.



Визначаємо припуски на обробку.

Максимальний припуск на обробку визначаємо за формулою:

2Zi max = 2Zi min+δD i-l-δD-I, (1.1)

де δD i-l-δD-I - мінімальний припуск при обробці зовнішніх діаметрів;

Rzi-1 –шорсткість на попередньому переході;

Ti-1 – глибина дефектного шару на попередньому рівні;

ρі-1 – сумарне просторове відхилення для елементарної поверхні на попередньому переході;

Зм.

Арк.

№ Документа

Підпис

Дата

Арк.

11

*ДП.208.041.467н.002.ПЗ*

ε – похибка встановлення заготовки при виконанні переходу.

Так як діаметри корінних шийок D=110-0,015 і шатунних D=88-0,015 знаходяться в одному інтервалі розмірів для допусків, то припуски для обох шийок однакові.

Розрахунок шийок виконуємо аналітичним методом.

За таблицями довідкового матеріалу вибираємо значення Rz, T, ρ, εу, δ. а) шийки після наплавлення:

Rz+T=600 мкм.- приймаємо як для литої заготовки по таблиці;

ρ-LΔk-861,5·0,6=517 мкм, (1.2)

де L=861,5 мм – довжина вала;

Δk=0,6 мкм/мм – питома кривизна після термообробки стосовно правки на пресах поковок;

εу=0 – похибка встановлення заготовки для всіх операцій і переходів, так як всі операції виконуються в центрах;

δ=±1,2 мкм – допуск, приймається як для стальних відливок 1-го класу точності.

б) шліфування обдирочне:

Rz=20 мкм, Т=20 мкм.

ρ=L·Δk=861,5·0,5=430,75 мкм (1.3)

Δk=0,5-згідно таблиці – чорнова

δ=870 мкм – СТСЕВ 145-75 (14 квалітет)

в)Шліфування чорнове:

Rz=10 мкм, Т=10 мкм, D=L·Δk=861,5·0,2=172,3 мкм

Δk=0,2, δ=140 мкм – СТСЕВ 145-75 (10 квалітет)

г) шліфування чистове

Rz=5 мкм, Т=5 мкм

ρ=Δk=861,5·0,2=13,6 мкм

Δk=0,02; δ=35 мкм –СТСЕВ 145-75 (7 квалітет).

д) шліфування тонке:

Rz=0 ; Т=0;

ρ=861,5·0,010=6,8 мкм; δ=15 мкм

Визначаємо величину припусків 2Zmin:

Зм.

Арк.

№ Документа

Підпис

Дата

Арк.

12

*ДП.208.041.467н.002.ПЗ*

а) тонке шліфування:

2Zmin=2·6,8=13,6 мкм (1.4)

б) шліфування чистове:

2Zmin=2·(4+5+13,6)=2·23,6 мкм (1.5)

Розрахунковий розмір:

Dі=lmin=Dі min+Zmin109,058+0,015=110 мм (1.6)

Dнаб=D+δ=110+0,035=110,035 мкм (1.7)

Найбільший припуск дорівнює:

2Zmax=2·23,6+140-35=153 мкм (1.8)

в) шліфування чорнове:

2Zmin=2·(10+10+172,3)=2·192,3 мкм (1.9)

Dі min=110+2·0,0236=110,048 мм (1.10)

Dнайб=110,048+0,14=110,188 мм (1.11)

2Zmax=2•192,3+870-140=1115 мм (1.12)

г) шліфування обдирочне:

2Zmin=2•(10+20+430,5)=2•470,5 мкм (1.13)

Dнайб=110,443+0,87=111,303 мкм (1.14)

2Zmax=2•470,5+1200-870=1271 мкм (1.15)

д) заготовка:

Розрахунковий розмір:

Dі-1min=110,433+2•0,4705=111,374 мм (1.16)

Dнайб=11,374+1,2=112,574 мм (1.17)

Розрахунковий зовнішній діаметр D=110-0,015.

На підставі проведеного вище розрахунку визначаємо розрахункову висоту наплавлення:

Зм.

Арк.

№ Документа

Підпис

Дата

Арк.

13

*ДП.208.041.467н.002.ПЗ*

; (1.18)

 мм.

Наплавлення шийок колінчастих валів проводиться на спеціально обладнаних токарно-гвинторізних верстатах 1К62 зварювальними автоматами А-580М з перетворювачем АН-348-А ГОСТ 9087-81.

- Висота наплавленого шару Δ=2,75 мм.;

- Режим наплавлення автоматом А-580М при наплавленні циліндричних поверхонь Ø80-120 мм.;

- Сила струму I=280-200 А.;

- Напруга U=28-30 В.;

- Швидкість наплавлення V=31...63 м/год.;

- Висота одного наплавленого шару t=2,5-3 мм.

Більш прогресивним методом наплавлення є наплавлення дротом СВ08 під флюсом АНК-19, ТУ 14-1-1086-74.

Флюс АНК-19 застосовується для багатошарового наплавлення за допомогою коливального електрода з досягненням твердості шару понад HRC50. У поєднанні з дротом СВ-08 він ефективно використовується для відновлення кромок елементів дорожньо-будівельної техніки (ножів, ковшів тощо), а також для наплавлення циліндричних деталей із діаметром понад 50 мм.

Враховуючи технічні характеристики наплавлювального автомата, висота наплавленого шару приймається t = 2,5 мм, при використанні дроту діаметром 2 мм. Параметри наплавлення шийок визначаються відповідно до режимної таблиці та технічних характеристик обладнання.

Корінні шийки (005);

* При t=2,5 мм зовнішній діаметр D= 113,5±0,5 мм;
* Сила струму І= 200...220 А;
* Напруга U=28...30 В;
* Діаметр дроту – Ø2 мм;
* Швидкість наплавлення V=42 м/год;
* Довжина наплавки шийки L=56 мм;
* Крок наплавки S=4 мм;
* Кількість обертів деталі при Dср=112,5 мм;

; (1.19)

 об/хв.

Кількість проходів (витків):

Зм.

Арк.

№ Документа

Підпис

Дата

Арк.

14

*ДП.208.041.467н.002.ПЗ*

; (1.20)

 об/хв.

Шатунні шийки (010):

* Діаметр наплавленої шийки D1=91,5±0,5 мм;
* Сила струму I=180...200 А;
* Напруга U=28..30 В;
* Діаметр дроту – Ø2 мм;
* Швидкість наплавлення V=46 м/год;
* Довжина наплавки шийки L=83 мм;
* Кількість обертів деталі при Dср=89 мм.

; (1.21)

 об/хв

Кількість проходів (витків):

; (1.22)

 (об/хв.)

Визначаємо час на наплавлення шийок колінчастого вала за формулою:

Тн=То+Тв+Тдоп+ (хв.), (1.23)

де Тн – норма часу (хв.) – штучно калькуляційний час.

Зм.

Арк.

№ Документа

Підпис

Дата

Арк.

15

*ДП.208.041.467н.002.ПЗ*

Основний час визначаємо за формулою:

, (1.24)

де L – довжина поверхні, що наплавляється (шийки);

і – число проходів (шийок);

n – кількість обертів деталі за хвилину;

S – величина подачі супорта (крок наплавки).

Допоміжний час, у зв’язку з наплавленням, витрачається на настроювання, пуск верстата, на вимкнення установки, очистку наплавленого шару і визначається за таблицею.

У нашому випадку:

Тв=Тв табл. + 0,6·і, (1.25)

де 0,6 хв –допоміжний час на один прохід;

Додатковий час складає 15% оперативного часу:

Тдоп=0,15·Топ, (1.26)

Тдоп=То+Тв

Підготовчо-заключний час – 16 хв.

n=12 шт. –орієнтовне число наплавлених колінчастих валів за зміну.

Корінні шийки (005).

L=56 мм; і=4 мм; n=2,29 об/хв.; S=5 мм.

То=(хв.)

Тв=3,3+0,6·0,4=5,7 (хв.) при Мк/вала=79 кг

Тд=0,15·(14,45+5,7)=4,52 (хв.)

 (хв.)

Повний час дорівнює:

Тп=24,45+5,7+4,52+1,33=36 (хв.)

Шатунні шийки (10)

Зм.

Арк.

№ Документа

Підпис

Дата

Арк.

16

*ДП.208.041.467н.002.ПЗ*

L=83; і=3 шт; n=2,74 об/хв.; S=4 мм.

То= (хв.)

Тв=5,7 (хв)

Тд=0,15·(12,72+5,7)=4,26 (хв.)

 хв.

Тп=22,72+5,7+4,26+1,6=34,28 (хв.)

Вимірювальний інструмент штангенциркуль ШЦ-І-125-0.10 ГОСТ 166-80.

**1.4 Особливості механічної обробки відновлених елементів**

Призначення режимів різання і визначення норм часу.

Розрахунок проводимо по максимальному припуску, а саме по діаметру вала.

D=112,6 мм; D1=90,6 мм;

Припуск на сторону Z=1,3 мм

Припуски по переходам призначаємо такі:

* тонке шліфування Zт=0,004 мм;
* чистове шліфування Zчист=0,12 мм;
* чорнове шліфування Zчорн=0,24 мм;
* обдирне шліфування Zобд=0,9 мм.

Оскільки шліфувальний верстат **3А423** є напівавтоматичним за конструкцією, а ширина шліфувального круга становить **40 мм**, при тому що довжина оброблюваних шийок дорівнює **56 мм** та **83 мм**, виконати їх повну обробку простим прямим врізанням неможливо. У зв’язку з цим технологія передбачає обробку уступами: круг врізається в автоматичному режимі поетапно з подальшим **виходжуванням** — тобто, обробкою вздовж осі деталі без додаткової поперечної подачі протягом **5...10 секунд**, що дозволяє досягти рівномірного зняття матеріалу по всій довжині шийки.

За таблицями довідникової літератури призначаємо поперечну подачу на оберт деталі, окружну швидкість деталі і окружну швидкість шліфування (шліфувального круга).

Зм.

Арк.

№ Документа

Підпис

Дата

Арк.

17

*ДП.208.041.467н.002.ПЗ*

Корінні шийки (згідно таблиць):

* обдирання t=0,04 мм/об;
* окружна швидкість деталі Vд=25 м/хв.;
* окружна швидкість шліфування Vш=18 м/хв.

Чорнове і чистове шліфування:

t=0,005 мм/об; Vд=25 м/хв.; Vш=35 м/с.

Тонке шліфування:

t=0,01 мм/об; Vд=25 м/хв.; Vш=35 м/с.

* виходжування – 5-10 с;
* полірування – Vп=35 м/с., питомий тиск 0,5-2 кгс/см2 полірувальною пастою.

Шатунні шийки.

Обдирання:

t=0,035 мм/об;

Vд=22 м/хв.;

Vш=18 м/с.

Чорнове і чистове шліфування:

t=0,005 мм/об;

Vд=22 м/хв.;

Vш=35 м/с.

Тонке шліфування:

t1=0,1...0,3 мм/хв;

V1д=22 м/хв.;

V1ш=35 м/с.

Полірування:

V1ш=35 м/с.

ρ=0,5-2 кгс/см2;

Фінішне полірування поверхонь здійснюється з використанням полірувальних паст, що забезпечують необхідну чистоту обробки. Діаметр використовуваних шліфувальних кругів становить Ø900 мм. На основі заданих режимів визначаються оберти як деталі, так і круга, з урахуванням технічних характеристик застосовуваних верстатів.

Зм.

Арк.

№ Документа

Підпис

Дата

Арк.

18

*ДП.208.041.467н.002.ПЗ*

Процес чорнової обробки (обдирання) виконується на модернізованому токарно-гвинторізному верстаті моделі 1К62, який переобладнано для виконання шліфувальних операцій. На супорті верстата встановлено шліфувальну головку, а для обробки шатунних шийок використовується спеціальний пристрій, призначений для надійного закріплення колінчастого валу. Оберти шпинделя згідно паспорта:

nш=12,5...2000 об/хв.;

Оберти шліфувального круга:

nк=380...400 об/хв.;

Поперечна подача на оберти шпинделя:

nп=0,035...2,08 мм/об

За вибраними режимами для корінних і шатунних шийок швидкість обертання деталі визначаємо за формулою:

- для корінних шийок:

; (1.27)

 (об/хв.)

- для шатунних шийок:

; (1.28)

 (об/хв.)

Верстат 1К62 має настройку на 78 і 89 об/хв.. Приймаємо для обробки обох шийок:

n=78 об/хв.

Тоді окружна швидкість буде дорівнювати:

; (1.29)

V=3,14·0,1113·78=27,3 (м/хв.)

; (1.30)

V1=3,14·0,0893·78=21,88 (м/хв.)

Швидкість обертання шліфувального круга для обробки обох шийок буде дорівнювати:

Зм.

Арк.

№ Документа

Підпис

Дата

Арк.

19

*ДП.208.041.467н.002.ПЗ*

 (об/хв.)

і буде знаходитися в межах швидкості круга шліфувальної головки, і тоді:

; (1.31)

 (м/с)

Поперечна подача шліфувального верстата дозволяє налаштувати процес на задану глибину різання, яка становить **t = 0,04 мм/об**. Операції чернового та чистового шліфування проводяться на обладнанні моделі **3А423**, що забезпечує наступні технічні параметри:

* частота обертання шліфувального круга в межах **730–830 об/хв**;
* регулювання поперечної подачі у діапазоні **0,2–7 мм/хв**;
* можливість вибору частоти обертання шпинделя на рівні **31, 62, 108 та 216 об/хв** залежно від режиму обробки.

Для всіх видів шліфування:

V=25 м/хв.; V1д=22 м/хв.;

(об/хв.)

(об/хв.)

Приймаємо для обох шийок:

nд=62 об/хв,

тоді

; (1.32)

Vд=3,14·0,1113·6,2=21,68 (м/хв.)

; (1.33)

V1д=3,14·0,0893·6,2=17,4 (м/хв.)

Швидкість обертання круга:

(об/хв.)

* знаходиться в межах обертів круга шліфувальної головки.

Зм.

Арк.

№ Документа

Підпис

Дата

Арк.

20

*ДП.208.041.467н.002.ПЗ*

Тоді:

; (1.34)

 (м/с)

Визначаємо поперечну подачу верстата на один оберт шпинделя:

 (мм/об.)

Верстат має достатній діапазон поперечних подач, що дозволяє точно налаштувати глибину різання відповідно до вимог обробки. Завершальне полірування шийок виконується на спеціалізованому стенді, конструктивно виконаному у вигляді спарених шатунів колінчастого валу, що забезпечує рівномірне притискання та якісну обробку поверхні.

При швидкості полірування 35 м/с число обертів ведучого і того що полірує, буде дорівнювати:

 (об/хв.)

Виходячи з того, що стенд для полірування, який є на підприємстві, сконструйовано таким чином, що поліруються всі шийки одночасно (механізм має 4 ланки), швидкість обертання встановлено в межах n=180 об/хв.

**1.5 Підбір та обґрунтування інструменту для обробки**

Зм.

Арк.

№ Документа

Підпис

Дата

Арк.

21

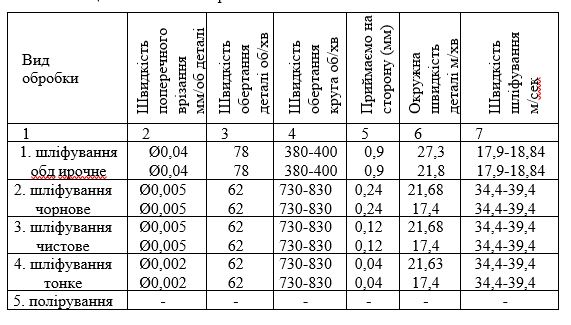
*ДП.208.041.467н.002.ПЗ*

Опираючись на необхідну чистоту і точність обробки вибираємо шліфувальні круги:

* обдирна: ПП 900×55×305,24А50 СТ2К;
* чорнова, чистова і тонка обробка : ПП 900×40×305,24А40 СТ1К згідно з ДСТУ EN 1424:2021;
* для правки кругів приймаємо олівець 3908-0053 згідно з ISO 607:80.

Результати розрахунків зводимо до таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 - Режими обробки



Визначаємо штучно-калькуляційний час на механічну обробку колінчастого вала.

Розрахунок виконуємо за формулою:

Тм=То+Тв+Тд+ (1.35)

Основний час механічної обробки для корінних і шатунних шийок визначаємо згідно формули:

, (1.36)

де z – припуск на сторону даного проходу;

і – кількість оброблених шийок;

nq – подача в (мм) на один оберт деталі;

t – подача в (мм) на один оберт барабана;

Кз – коефіцієнт зачищування (1,2...1,7);

Тв – допоміжний час, який визначаємо за таблицею;

Тд –додатковий час визначаємо за формулою:

Тд=К·(То+Тв) (1.35)

Тпз – підготовчо-завершувальний час, який визначаємо згідно таблиці ;

n – кількість колінчастих валів, що обробляються за зміну.

Обдирання.

Зм.

Арк.

№ Документа

Підпис

Дата

Арк.

22

*ДП.208.041.467н.002.ПЗ*

Корінні шийки обробляються з встановленням в центрах.

(хв.)

То=3,2 (хв.)

Тд=0,09·(1,384+3,2)=0,412 (хв.)

Тпз=8+9=17 (хв.)

Правка шліфувального круга після обробки 3-х колінчастих валів:

Тш=1,384+3,2+0,412+=10,66 (хв.)

Шатунні шийки обробляються при встановленні в пристосування з перестановкою на кожну шийку (3 шийки).

То=0,9·3··0,04=0,865 (об/хв.)

Допоміжний час з урахуванням перестановок складатиме:

Тв=3·4=12 (хв.)

Тд=0,09·(0,865+12)=1,175 (хв.)

Тпз=11+9=20 (хв.)

Правка шліфувального круга після обробки трьох колінчастих валів складатиме:

Тш=0,865+12+1,175+=20,69 (хв.)

У зв’язку з тим, що всі етапи обробки — черновий, чистовий і фінішний — виконуються на шліфувальних верстатах моделі 3А423, де ширина оброблюваних шийок становить **B = 56 мм** і **B1 = 83 мм**, кожен з етапів потребує здійснення **двох врізань та відповідних проходів**  для повного охоплення робочої поверхні.

Режими для чорнової і чистової обробки є однаковими:

t=0,05 мм/об; nд=62 об/хв.,

для тонкої обробки:

t=0,02 мм/об.

Корінні шийки.

Всі обробки виконуються з одної установки. Правка шліфувального круга проводиться перед тонкою обробкою на кожному колінчастому валу.

Зм.

Арк.

№ Документа

Підпис

Дата

Арк.

23

*ДП.208.041.467н.002.ПЗ*

Основний час визначаємо за формулою:

Зм.

Арк.

№ Документа

Підпис

Дата

Арк.

24

*ДП.208.041.467н.002.ПЗ*

, (1.36)

де - додатковий коефіцієнт Кв=2 – кількість врізань;

Кв- приймаємо рівним 1,5.

Тоді основний час буде дорівнювати:

* чорнова обробка

То чорн=(хв.)

* чистова обробка

То чист=(хв.)

* тонка обробка

То тонк=(хв.)

Повний час буде дорівнювати:

То=9,29+4,645+3,87=17,8 (хв.)

встановлення в центрах люнетом

Тв=3,6 хв;

Тд=0,09·(17,8+3,6)=1,9 (хв.)

Тпз=8+9=20, n=20 шт.;

Тшт=17,8+3,6+1,9+=24,15 (хв.)

Шатунні шийки (К3=1,7).

* чорнова обробка

То чорн=(хв.)

* чистова обробка

То чист=(хв.)

* тонка обробка

То тонк=(хв.)

Повний час буде дорівнювати:

Зм.

Арк.

№ Документа

Підпис

Дата

Арк.

25

*ДП.208.041.467н.002.ПЗ*

То=8,16+4,08+3,29=15,53 (хв.)

одне встановлення і два переустановлення з люнетом:

Тв=3,6·3=10,8 (хв.)

Тд=0,09·(15,53+10,8)=2,37 (хв.)

Тпз=8+9=17 хв., n=20 шт;

Штучний час буде дорівнювати:

Тшт=15,53+10,8+2,37+=29,25 (хв.)

Час перешліфовування на черговий ремонтний розмір чистовій і тонкій обробці після наплавлення:

- корінні шийки Тшт=24,15 хв.;

- шатунні шийки Тшт=29,25 хв.

Полірування.

Полірування шийок колінчастого вала проводиться в обоймах фетром з нанесенням алмазної пасти АСМ-20/14НОМ, ТУ62-27-73.

час полірування То=20 хв.;

- час на встановлення і зняття Тв=5 хв.;

- підготовчий час дорівнює:

Тшт=20+5+2,25+=28,25 (хв.)

Слюсарні роботи.

Зачищення різьби М16×1,5-6Н, М24×2-6Н.

Оскільки методи заплавлення або використання вставок типу «вверт» не підходять для даного випадку, відновлення різьби здійснюється шляхом прочищення за допомогою мітчика (прогонки).

Час на зачищення визначаємо за таблицею:

Різьба М16

Тшт=0,3·3·1,3=1,365 (хв.)

Загальний час

Т=8·Тшт,

Зм.

Арк.

№ Документа

Підпис

Дата

Арк.

26

*ДП.208.041.467н.002.ПЗ*

Т=8·1,365=10,92 (хв.) (8 отворів)

Різьба М24

Т=0,3·4,11·1,3=1,6 (хв.) (один отвір).

**1.6. Розрахунок технологічних режимів при виконанні операцій**

Для досягнення необхідного рівня твердості відновлених шийок колінчастого валу важливо провести зміцнення поверхні після наплавлення. З цією метою застосовується метод лазерного загартування, який дозволяє мінімізувати деформації та жолоблення деталі під час термічної обробки.

Режим загартування підбирається відповідно до рекомендованих технічних таблиць і графіків, з урахуванням вимог до геометрії й твердості. Запланована глибина загартованого шару становить **3 мм**, що забезпечує надійний запас при можливих подальших шліфуваннях. Це пояснюється тим, що під час кожного ремонту з однієї сторони може зніматися до **0,8 мм** металу, тому загартований шар має витримати не менше трьох циклів обробки без втрати міцності.

При потрібній глибині загартування δ=3 мм, рекомендуємо потужність лазерного випромінювання Р=1,2 кВт.

Згідно діаграми 79 [15] визначаємо питому потужність Ро і час нагрівання t.

Корінні шийки:

D=110 мм; l=56 мм; Ро=0,85 кВт/см2; tкор=7,5 с.

Шатунні шийки:

D1=88 мм; l=83 мм; Ро=0,7 кВт/см2; tшат=7,0 с.

Визначаємо Тшт згідно формули:

Тшт=То+Тдоп

Основний час для термообробки шийок визначаємо згідно формули:

То=, (1.37)

де l – довжина шийки, мм;

H – довжина індуктора, мм;

t – час нагрівання, сек.

Корінні шийки:

Зм.

Арк.

№ Документа

Підпис

Дата

Арк.

27

*ДП.208.041.467н.002.ПЗ*

То кор.= (хв.)

Шатунні шийки:

То шат.= (хв.)

Повний час буде відповідно дорівнювати:

То=3·То шат+4·То кор.; (1.38)

То=3·0,276+4·0,65=1,934 (хв.)

Допоміжний час складається із часу встановлення і зняття вала.

Час встановлення і зняття колінчастого вала в центрах складає згідно таблиці 108[50] Тв1=1 хв.

Час встановлення і підведення оптичної лазерної установки дорівнює Тв2=0,5 хв.

Тоді

Тв=1+0,5=1,5 (хв.)

Додатковий час складає 15% від оперативного:

Тдод=0,15·(То+Тв); (1.39)

Тдод=0,15·(1,934+1,5)=0,515 хв.

Штучний час буде дорівнювати:

Тшт=1,934+1,5+0,515=3,95 (хв.)

Повний час буде дорівнювати:

Тп=Тшт+, (1.40)

де Тпз=20 хв. – підготовчо-завершувальний час

n=20 шт. – кількість валів в партії.

Тоді

Тп=3,95+=4,95 (хв.)

1.7 **Оцінка ефективності технологічного процесу на дільниці**

Практика експлуатації свідчить, що близько 5% колінчастих валів не підлягають ремонту й підлягають вибракуванню, натомість 30% валів відновлюються за допомогою наплавлення, а решта 65% — шляхом шліфування до ремонтного розміру. Крім того, у 10% випадків від загальної кількості ремонтованих валів виконується також відновлення кріплень противаг.

Якщо перевести ці відсотки у кількісні показники, то можна визначити, що методом наплавлення щорічно ремонтується близько 600 колінчастих валів. Порядок відновлення визначається на основі результатів дефектації, відповідно до якої призначається технологічна послідовність операцій.

У випадках, коли виявлено дефекти, що дозволяють відновлення шляхом шліфування до наступного ремонтного розміру, вал передається на механічну дільницю.

На базовому підприємстві наявне відповідне обладнання для виконання цих робіт:

* універсальні круглошліфувальні верстати моделі **3А432**;
* ріжучий інструмент — **абразивні круги**;
* інструмент для фінішної обробки: для **чистового шліфування — Е5.25-С2 (ч)**, для **тонкого — Е5.16-С2 (т)**;
* **алмазний олівець Ц16.55** використовується для правки абразивного круга;
* контрольні операції виконуються за допомогою **мікрометра** та **індикаторної скоби**.

Завершальним етапом є полірування шийок, яке здійснюється на спеціалізованому полірувальному стенді, що забезпечує належну якість поверхні після обробки.

У разі виявлення дефектів, що виникли в результаті наплавлення, колінчастий вал повертається на відповідну дільницю для повторного відновлення. Операції з наплавлення виконуються на ремонтно-механічному заводі з використанням токарно-гвинторізного верстата моделі 1К62, обладнаного для здійснення відновлювальних технологій.

Зм.

Арк.

№ Документа

Підпис

Дата

Арк.

28

*ДП.208.041.467н.002.ПЗ*

Корінні шийки наплавляються в центрах, що забезпечує точне позиціонування, а шатунні — за допомогою пристрою типу «жорсткий центр», який стабілізує заготовку під час операції. Сам процес наплавлення виконується за допомогою автомата А-580М у комплекті з перетворювачем ПСО-500, що дозволяє підтримувати стабільні параметри технологічного процесу.

Зм.

Арк.

№ Документа

Підпис

Дата

Арк.

29

*ДП.208.041.467н.002.ПЗ*

Контроль точності після наплавлення здійснюється вимірювальним інструментом — штангенциркулем ШЦ-ІІ-160-0.05, відповідно до вимог стандарту ДСТУ 166:2009.

Початкова (чернова) обробка шийок колінчастого валу виконується на механічній дільниці за допомогою токарних верстатів моделі 1К62. Для обробки корінних шийок використовується центрування, а для шатунних — пристрій типу «жорсткий центр». Основним ріжучим інструментом у процесі слугує абразивний круг типу ПГ900×40×305. Контроль параметрів здійснюється за допомогою штангенциркуля. Після чернової обробки виконується чистова і фінішна обробка у тій же послідовності, як і шліфування під ремонтний розмір.

Роботи з відновлення різьби проводяться на тій самій дільниці — на окремо обладнаному слюсарному посту. В якості основного обладнання використовується електродриль. Застосовуються мітчики для нарізання нової різьби, а також динамометричні ключі для правильного затягування різьбових з’єднань. На цьому робочому місці проводяться операції з вилучення зламаних гвинтів і повноцінного відновлення пошкоджених різьбових отворів.

**1.8 Розрахунок виробничого часу на рік**

Режим функціонування підприємства визначається кількістю робочих днів протягом року, числом змін і тривалістю кожної зміни. Згідно з вимогами трудового законодавства, загальна тривалість робочого тижня складає 40 годин. При п’ятиденному графіку зі стандартними вихідними тривалість зміни становить 8 годин, а кожна восьма субота вважається робочою. У разі шестиденного режиму зміна триває 7 годин, а напередодні вихідних і святкових днів — 6 годин.

Ремонтні підприємства працюють у режимі переривчастого виробництва, що дозволяє адаптувати технологічні процеси до роботи в одну, дві або три зміни; відповідно, для обраного режиму обчислюються річні фонди часу для підприємства, його структурних одиниць, обладнання й персоналу з урахуванням календарного, номінального та фактичного фондів часу.

Календарний річний фонд часу (Фк) дорівнює добутку кількості календарних днів у році на кількість годин в добі.

Зм.

Арк.

№ Документа

Підпис

Дата

Арк.

30

*ДП.208.041.467н.002.ПЗ*

Номінальний річний фонд часу (Фн) для робітників, обладнання та виробничих підрозділів за умов п’ятиденного робочого тижня й однозмінного режиму визначається на основі кількості робочих днів у календарному році з урахуванням святкових скорочень:

Фн = Др·п – Дп·(п – п1),

де Др – кількість робочих днів на рік;

п – тривалість зміни в годинах;

Дп – кількість передсвяткових днів на рік;

п1 – тривалість зміни в передсвяткові дні.

При визначенні річного фонду робочого часу для працівників, обладнання та виробничих підрозділів (цехів, дільниць, відділень) в умовах шестиденного робочого тижня з одною зміною, необхідно враховувати не лише святкові дні, у переддень яких тривалість зміни скорочується на одну годину. До уваги також беруться дні, що передують вихідним — у ці дні також передбачено скорочення тривалості роботи.

Однак фактичний (дійсний) фонд часу, який реально використовується працівниками, зазвичай менший від номінального через втрати, пов’язані з щорічними відпустками, виконанням службових або громадських обов’язків та іншими об’єктивними причинами.

Для даного проєкту встановлено наступні показники:

Дійсний річний фонд часу для обладнання становить 1884 години;

Дійсний річний фонд часу для робітників — 1804 години.

**РОЗДІЛ 2**

Зм.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Аркуш

31

*ДП.208.041.467н.002.ПЗ*

Розробив

Головач А.М.

Перевірив

Власюк О.І.

Н. Контр.

Вензовська Н.П.

Затв.

Руденко В.Г.

КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ

Літ

Аркушів

ЖАТФК гр. Аі-41

**КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ**

**2.1.** **Вибір конструкції та призначення розроблюваного пристосування**

Відомо, що технічний процес ремонту машин пов’язаний з виконанням великого об’єму робіт. Багато часу витрачається на розбирання та складання агрегатів. Для прискорення цього процесу треба приділяти увагу організації праці на робочих місцях, а саме: їх оснащення необхідним інструментом та приспособами, використання яких при виконанні розкладально-складальних робіт суттєво впливає на збереження надійності деталей та автомобіля в цілому. Так, наприклад, неправильна посадка шестерні колінчастого вала в процесі роботи прискорює знос основних деталей та автомобіль виходить з ладу або настає аварійний стан.

В нашому випадку доцільно використати універсальну приспособу для знімання шестерні колінчастого вала із двигуна марки СМД - 60.

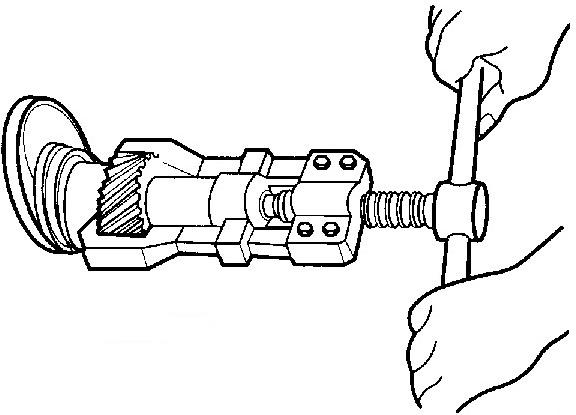


Рисунок 2.1 – Приклад зняття шестерні знімачем з колінчастого вала.

Дана приспособа має просту конструкцію, що не викликає ускладнень під час її використання. Дає змогу обережно, не пошкоджуючи зняти шестерню, а якщо шестерня має дефект, то, хоча б, не погіршити її стан, для подальшого відновлення, за умови доцільності.

Зм.

Арк.

№ Документа

Підпис

Дата

Арк.

32

*ДП.208.041.467н.002.ПЗ*

**2.2. Будова та принцип дії запропонованого пристрою.**

За допомогою рисунка 2.1, розглянемо конструкцію приспособи, та її принцип роботи.

Принцип роботи приспособи для зняття шестерні колінчастого вала проводиться в наступному порядку:

* встановлюємо необхідну відстань захватів, за допомогою болтів, а також відстань гвинта, при необхідності підкладаємо упор, який дозволяє його робити коротшим та створювати зручний упор;
* надіваємо захват на внутрішню сторону колінчастого вала, загвинчуємо болти до упору;
* підклавши при необхідності упор починаємо вкручувати гвинт.
* під дією зусиль гвинта знімаємо шестерню з колінчастого вала.

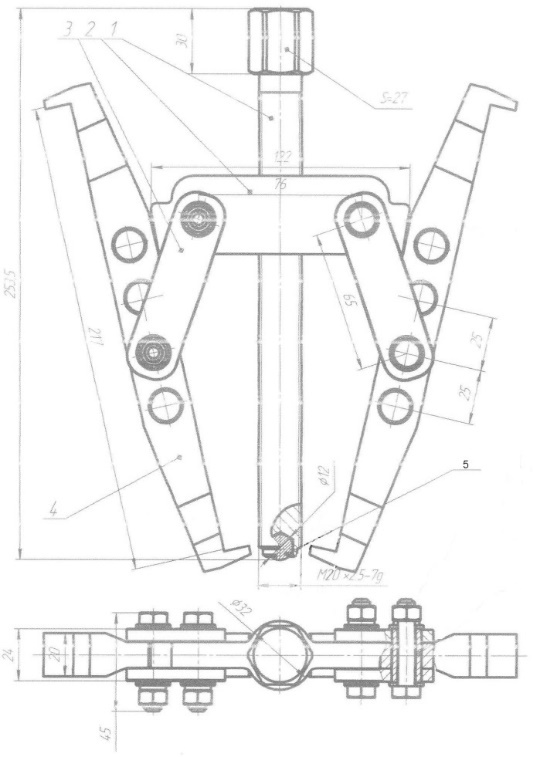
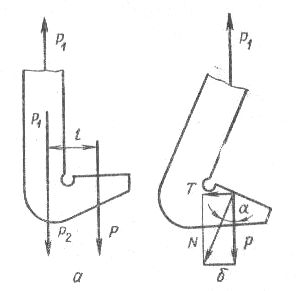


Рисунок 2.2 – Знімач 1 – гвинт; 2 – гайка; 3 – планка; 4 – захват; 5 – п’ята.

**2.3. Визначення технічних характеристик елементів**



а і б – варіанти

Рисунок 2.3 – Розрахункова схема захвату

Зм.

Арк.

№ Документа

Підпис

Дата

Арк.

33

*ДП.208.041.467н.002.ПЗ*

Захвати – найбільш відповідальні деталі знімачів. Їх кінці в більшості конструкцій закінчуються крючками, закріплюючими знімальну деталь.

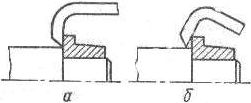
Під час роботи знімача на захват діє сила *Р1* (рис. 2.2, а), яка рівна зусиллю розпресовуванню, діленому на число захватів.

Перенесення сили *Р1* в центр тяжіння перерізі тяги, отримаємо силу *Р2*, яка буде розтягувати захват, і дві сили *Р1* і *Р* з моментом *Рl* , розгинаючий кінець захвату.

При цьому *Р1* = *Р, Р1* = *Р2.*

Захвати, які використовуються у складі знімача, зазнають значних механічних навантажень — зокрема розтягування, згину та опору під час роботи. Тому при їх виготовленні необхідно передбачити підвищену міцність конструкції, щоб запобігти деформаціям під впливом навантаження.

Матеріал для виготовлення захватів підбирається з урахуванням умов експлуатації. Як правило, застосовується низьколегована сталь, яка поєднує достатню механічну міцність із технологічністю обробки.



а – правильно; б – неправильно

Рисунок 2.4 – З’єднання захватів з деталлю

Зм.

Арк.

№ Документа

Підпис

Дата

Арк.

34

*ДП.208.041.467н.002.ПЗ*

Для того, щоб знімач працював нормально, захвати по відношенню до деталі повинні встановлюватися так, як це показано на рисунку 2.3, а. Неправильний захват показаний на рисунку 2.4, (б.)

**2.4 Розрахунок навантаження на елементи конструкції**

Момент згину.

 (Н.мм.) (2.1)

Розміри небезпечного перерізу, який може зруйнуватися під час роботи 6х20 мм.

Визначаємо осьовий момент опору перерізу.

 (мм.) (2.2)

Визначаємо напруження які виникають в небезпечному перерізі.

 (МПа.)

Визначаємо допустиме напруження для сталі 45.

 (МПа) (2.3)

Розрахункове напруження значно менше допустимого тому знімач буде достатньо міцний.

**РОЗДІЛ 3**

Зм.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Аркуш

35

*ДП.208.041.467н.002.ПЗ*

Розробив

Головач А.М.

Перевірив

Власюк О.І.

Консульт.

Герасимчук Д.В.

Н. Контр.

Вензовська Н.П.

Затв.

Руденко В.Г.

Організація процесу відновлення технічного стану колінчастих валів дизелів з удосконаленням процесу наплавлення зношених поверхонь

Літ

Аркушів

ЖАТФК гр. Аі-41

**ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ ДОВКІЛЛЯ**

**3.1 Опис умов роботи на виробничій дільниці**

Механічна дільниця, на якій виконується відновлення технічного стану колінчастих валів дизельних двигунів, є складовою частиною виробничої структури підприємства. Її організація враховує як технологічні, так і санітарно-гігієнічні вимоги, що дозволяє забезпечити безпечні та комфортні умови праці для персоналу.

Приміщення дільниці займає площу 216 м², а висота стелі становить 4,8 м, що відповідає загальному об’єму 1036 м³. Цей об’єм дозволяє підтримувати оптимальні умови мікроклімату, забезпечуючи нормальну циркуляцію повітря та рівень освітлення. За пожежною класифікацією, дільниця відноситься до категорії потенційно небезпечних, оскільки в процесі обробки деталей застосовується електрообладнання, абразивні інструменти та мастильні матеріали, що можуть спричинити займання.

З точки зору електробезпеки, дане виробниче приміщення класифікується як зона з підвищеною небезпекою. Причинами цього є наявність металевих конструкцій, підвищена вологість повітря у певні періоди року, а також імовірність виникнення струмопровідних пилових домішок. Тому всі електроустановки повинні мати заземлення, використовується ізольований інструмент, а електрощити обладнуються запобіжними пристроями.

Візуальна організація виробничого простору підпорядковується вимогам технічної естетики: світлі тони стін (переважно блакитний або світло-зелений) зменшують візуальну втому і підвищують концентрацію уваги працівників. Стелі пофарбовані в білий колір для покращення освітлення. Обладнання має бути пофарбоване в нейтральні кольори — салатовий, сірий або світло-бежевий. Рухомі частини машин маркуються жовтим кольором як попередження про

небезпеку. Захисні кожухи, що закривають обертові вузли, а також вимикачі аварійного відключення, позначаються червоним. Всі трубопроводи, розташовані у відкритому доступі, маркуються за типом транспортованого середовища: водопровідні — зелений, повітряні — блакитний.

Зм.

Арк.

№ Документа

Підпис

Дата

Арк.

36

*ДП.208.041.467н.002.ПЗ*

Мікроклімат в приміщенні повинен забезпечувати умови, які відповідають нормам безпеки праці для механічної обробки: температура повітря повинна знаходитись у межах +15...+18 °C; вологість — 40–60%; швидкість повітряного потоку — не більше 0,3 м/с. Такі параметри є оптимальними для зменшення теплового навантаження на організм працівника та запобігання перенавантаженню дихальної системи.

Санітарно-гігієнічні умови вимагають обмеження вмісту шкідливих речовин у повітрі робочої зони. Зокрема, вміст оксиду вуглецю не повинен перевищувати 3,0 мг/м³, двооксиду азоту — 0,085 мг/м³, сірчистого газу — 0,5 мг/м³, а концентрація нетоксичного пилу має бути не вищою за 0,5 мг/м³. Ці параметри контролюються системами моніторингу, встановленими в зоні механічної обробки.

З метою видалення шкідливих речовин та стабілізації мікроклімату передбачається встановлення загальнообмінної вентиляції, яка забезпечує рівномірний повітрообмін. У зоні підвищеного утворення пилу та аерозолів можливе застосування додаткової місцевої витяжки.

Загалом, дотримання усіх технічних, організаційних і санітарно-гігієнічних вимог на дільниці дозволяє мінімізувати професійні ризики, зберегти здоров’я працівників і забезпечити стабільний виробничий процес.

**3.2. Організація безпечного виробничого середовища**

Раціональна організація виробничих процесів передбачає створення безпечних, санітарно оптимальних умов для праці людини, що забезпечують збереження її фізичного та психічного здоров’я протягом усього трудового стажу. У виробничих умовах працівник перебуває значну частину свого життя, і від якості організації робочого середовища залежить не тільки його самопочуття, а й ефективність виробництва загалом.

Важливим принципом сучасної виробничої санітарії є забезпечення гармонійного балансу між фізичними навантаженнями працівника і можливостями його відновлення. Це передбачає як організаційні, так і технічні рішення, спрямовані на зменшення впливу шкідливих факторів виробничого середовища.

Зм.

Арк.

№ Документа

Підпис

Дата

Арк.

37

*ДП.208.041.467н.002.ПЗ*

Основні вимоги до умов праці включають:

* зручне і функціональне робоче місце, що враховує ергономіку;
* повітря, яке відповідає гігієнічним параметрам за температурою, вологістю та чистотою;
* обмеження впливу хімічних, біологічних і фізичних шкідливих факторів;
* рівномірне і достатнє освітлення робочих зон;
* зниження рівня шуму та вібрацій до нормативних значень;
* наявність засобів індивідуального та колективного захисту;
* забезпечення працівників спецодягом і спецвзуттям.

Параметри мікроклімату, зокрема температура повітря, вологість, швидкість повітряного потоку, повинні забезпечувати комфортні умови для терморегуляції тіла працівника, запобігаючи як перегріванню, так і переохолодженню.

Керівники усіх рівнів відповідають за дотримання санітарних норм. Директор підприємства несе загальну відповідальність, керівники цехів — за відповідні ділянки, майстри — за зміну, а працівники — безпосередньо за своє робоче місце та стан устаткування. Для підвищення санітарної грамотності персонал проходить інструктажі, іспити з основ санітарії та гігієни праці, результати яких фіксуються в спеціальному журналі.

Захист від шуму та вібрацій

Сучасне виробництво характеризується високим рівнем шумового навантаження. Джерелами шуму можуть бути як робочі машини, так і вентиляційні системи, транспортні потоки або гідравлічні агрегати. Постійний шум шкодить не тільки органам слуху, а й негативно впливає на центральну нервову систему, викликає втому, знижує швидкість реакцій та здатність до концентрації уваги.

Для ефективного зниження рівня шуму застосовуються:

Зм.

Арк.

№ Документа

Підпис

Дата

Арк.

38

*ДП.208.041.467н.002.ПЗ*

* оптимізація конструкцій обладнання з урахуванням звукопоглинаючих властивостей матеріалів;
* звукоізоляційні кожухи, перегородки, захисні кабіни;
* акустична обробка приміщень за допомогою матеріалів із високим коефіцієнтом звукопоглинання;
* застосування глушників для аеродинамічних установок;
* розміщення джерел шуму на віддаленні від робочих місць.

Індивідуальні засоби захисту — навушники, шумозахисні каски — використовуються, коли інші методи недостатні.

Вібрація, як ще один негативний фізичний фактор, поширюється через тверді тіла і викликає порушення в опорно-руховій системі, судинних структурах і вестибулярному апараті. Виробничі вібрації виникають через дисбаланс у деталях, зношеність механізмів, нерівномірність руху або технічні дефекти.

Методи боротьби з вібраціями включають:

* балансування рухомих частин машин;
* встановлення агрегатів на антивібраційні основи (пружини, гумові прокладки, демпфери);
* застосування динамічних гасителів коливань;
* регулярне технічне обслуговування для запобігання люфтам та дефектам.

Робітники, що працюють з ручним інструментом, використовують антивібраційні рукавиці, м’які накладки, спеціалізоване взуття для зниження впливу вібрацій на організм.

Заходи з контролю запиленості повітря

Пил — це один із найпоширеніших забруднювачів повітря у виробничих приміщеннях. Його накопичення у робочій зоні може спричинити розвиток хронічних захворювань дихальних шляхів, алергічних реакцій та професійних захворювань.

Основні засоби протидії запиленості:

Зм.

Арк.

№ Документа

Підпис

Дата

Арк.

39

*ДП.208.041.467н.002.ПЗ*

* впровадження безпилових технологій;
* герметизація вузлів, через які відбувається викид пилу;
* заміна сухих процесів мокрими (з використанням рідини, що зв’язує пил);
* установка систем аспірації та фільтрації повітря;
* вологе прибирання виробничих приміщень.

Регулярне провітрювання, дотримання чистоти та своєчасна заміна фільтруючих елементів у вентиляційних системах також сприяють підтриманню безпечного мікроклімату.

**3.3. Дотримання правил безпеки при механічній обробці**

Безпека праці під час механічної обробки є не лише технічним, а й моральним обов’язком кожного спеціаліста. Робота з верстатами супроводжується підвищеним ризиком травмування, тому формування правильної поведінки на робочому місці має принципове значення. Порушення навіть найелементарніших норм може призвести до тяжких наслідків як для працівника, так і для цілого виробничого процесу.

Перше, що забезпечує безпеку, — це усвідомлення потенційної небезпеки. Жодна операція не повинна розпочинатися без ретельного ознайомлення з технічним станом обладнання. Працівник має переконатися, що всі захисні кожухи, стоп-кнопки та інші засоби захисту працюють належним чином. Навіть незначна поломка, на перший погляд несуттєва, може спричинити аварійну ситуацію.

Особлива увага приділяється особистим засобам захисту. Використання захисних окулярів, спеціального одягу, рукавиць, а в деяких випадках — навушників, є обов’язковим елементом підготовки до роботи. Спецодяг не повинен мати вільних кінців, які можуть бути втягнуті в обертові елементи верстата. Важливе значення має також правильне взуття, яке повинно забезпечувати стійкість та захищати від падіння важких предметів.

Процес механічної обробки не терпить поспіху. Робітник повинен чітко дотримуватися послідовності дій, не відволікатися на сторонні речі, не залишати обладнання без нагляду під час роботи. Особливої обережності вимагають ситуації зміни інструментів, налагодження або очищення верстата. Такі дії виконуються лише при повному знеструмленні обладнання.

Зм.

Арк.

№ Документа

Підпис

Дата

Арк.

40

*ДП.208.041.467н.002.ПЗ*

Крім індивідуальної відповідальності, значення має і колективна культура безпеки. У виробничому середовищі працівники повинні підтримувати одне одного, оперативно повідомляти про порушення, брати участь у внутрішніх навчаннях з охорони праці та дотримуватись регламентованих процедур.

Таким чином, дотримання правил безпеки при механічній обробці — це багаторівнева система, яка охоплює як технічні, так і організаційні, особисті та колективні аспекти. Лише постійне дотримання цих вимог гарантує збереження здоров’я працівника та ефективність виробничого процесу.

**3.4 Вентиляція робочої зони: вибір та розрахунок**

Система вентиляції на виробництві відіграє важливу роль у створенні безпечних та комфортних умов праці. Її головне завдання — забезпечити ефективне очищення повітря від пилу, диму, а також від хімічних сполук, що утворюються під час технологічних процесів. Крім того, належна вентиляція сприяє збереженню технічного стану обладнання, зменшуючи шкідливий вплив агресивних середовищ.

У приміщеннях ремонтних цехів найчастіше застосовують два типи вентиляційних систем — природну та примусову. Перша працює за рахунок різниці температур або тиску між внутрішнім і зовнішнім середовищем, друга ж — використовує спеціальні вентилятори та витяжні пристрої для примусового переміщення повітря.

Проєктуючи вентиляцію в умовах слюсарно-механічної дільниці, де виконуються операції, пов’язані з використанням хімічно активних речовин (наприклад, під час залізнення), необхідно особливо ретельно розрахувати потребу в повітрообміні. У таких зонах доцільно встановлювати потужні витяжні установки, які будуть ефективно виводити шкідливі пари й запобігати їх накопиченню.

Під час розрахунку враховується тип вентиляції та визначається кратність повітрообміну, тобто скільки разів протягом години повітря у приміщенні повністю оновлюється. Для умов слюсарно-механічної дільниці приймається загальнообмінна вентиляція з кратністю повітрообміну на рівні п’яти циклів за годину (k = 5), що відповідає нормативним вимогам для приміщень із середнім рівнем забруднення.

Щоб визначити потрібну потужність витяжного вентилятора, враховуємо загальний об’єм приміщення та кількість разів, коли повітря повинно повністю оновитися протягом однієї години:

Wвр = Vо · к

де Vо – об’єм дільниці, м3

к – годинна кратність обміну повітря.

Підставивши значення у формулу визначаємо необхідну продуктивність вентилятора:

 *(м3/год.)*

Приймаємо відцентровий вентилятор ЦЧ-70 №7 із наступною характеристикою:

* продуктивність вентилятора, Wв = 10000 м/г;
* напір вентилятора, Hв = 75 кгс/м2;
* коефіцієнт корисної дії, ηв = 0,8;
* число обертів вентилятора, n = 1000 об/хв.

Проводимо визначення необхідної потужності електродвигуна, що забезпечує роботу вентилятора, використовуючи відповідну розрахункову формулу:

Зм.

Арк.

№ Документа

Підпис

Дата

Арк.

41

*ДП.208.041.467н.002.ПЗ*

:

 *(кВт)*,

де *Wв* – продуктивність вентилятора, м3/г;

*Hв* – напір вентилятора, кгс/м2;

*β* – коефіцієнт, враховуючий невраховані витрати напору повітряного потоку;

*μв* – коефіцієнт корисної дії вентилятору.

Підставивши значення у формулу визначаємо потужність електродвигуна привода вентилятора:

Зм.

Арк.

№ Документа

Підпис

Дата

Арк.

42

*ДП.208.041.467н.002.ПЗ*

 *(кВт)*

Для приводу вентилятора приймаємо електродвигун 4А112МВ6У3 ДСТУ 19523:2014 потужністю 4,0 кВт і частотою обертання, n = 1000 об/хв.

**3.5 Проєктування освітлення виробничої дільниці**

Під час розробки системи освітлення для виробничих приміщень важливо враховувати низку принципових вимог. Перш за все, освітленість має бути на такому рівні, щоб працівник міг без зусиль бачити деталі об’єктів, з якими працює, та виконувати свої завдання точно й безпечно.

Крім того, світло не повинно створювати сильних контрастів чи сліпити очі — наявність різких тіней або яскравих відблисків може спричинити втому зору або навіть помилки в роботі. Правильне розміщення світильників та вибір типу джерел світла повинні відповідати особливостям технологічного процесу, що виконується в даному приміщенні.

На підприємствах ремонтного профілю найчастіше поєднуються два види освітлення — денне природне, що проникає крізь вікна чи світлові прорізи, та штучне, яке забезпечується за допомогою електричних ламп. Такий підхід дозволяє забезпечити оптимальні умови для роботи незалежно від часу доби та погодних умов.

3.5.1 Розрахунок природного освітлення

З огляду на те, що природне освітлення має важливе значення для здоров’я працівників і створення комфортного середовища, під час проєктування варто максимально ефективно використовувати денне світло. Для цього передбачають організацію робочого процесу в межах світлої частини доби.

При плануванні природного освітлення на дільниці необхідно правильно підібрати параметри віконних отворів. Їх розміри визначаються з урахуванням розташування приміщення, потреб у освітленості та характеру виконуваних робіт. Приблизна площа засклення обчислюється за спеціальною формулою, яка враховує необхідний рівень природного світла в робочій зоні:

Зм.

Арк.

№ Документа

Підпис

Дата

Арк.

43

*ДП.208.041.467н.002.ПЗ*

 *м2*

де *F* - площа дільниці, що проектується, м2;

*еmin* - коефіцієнт природного освітлення, при бічному освітленні;

*ηо* – коефіцієнт, що враховує розміри приміщення;

*о* – коефіцієнт світлопропускання (враховує втрати світла в світлопрорізах);

*r1* – коефіцієнт, що враховує колір приміщення.

Підставивши значення у формулу визначаємо площу скла:

 *(м2)*

Приймаємо площу скла,  *(м2)*.

3.5.2 Розрахунок штучного освітлення

Під час організації штучного освітлення у виробничих приміщеннях необхідно враховувати, що існують два основні типи такої системи: загальне освітлення, яке рівномірно розподіляє світло по всьому простору, та комбіноване, яке поєднує загальне світло з локальним підсвічуванням робочих зон.

У процесі розрахунку визначається кількість світильників, необхідних для забезпечення достатньої яскравості на всій площі дільниці. Враховується також тип ламп, їх світловий потік, коефіцієнт запасу та умови експлуатації.

Окремо визначається оптимальна висота розміщення освітлювальних приладів над робочою поверхнею. Це значення розраховується за відповідною формулою, яка дозволяє забезпечити правильний рівень освітленості без зайвих втрат світла чи появи тіней у зоні виконання робіт.



Підставивши значення у формулу визначаємо висоту світильників над робочою поверхнею:



Визначаємо показник *і* для приміщення за формулою:



Підставивши значення у формулу визначаємо показник *і*:



Приймаємо *і* = 1,5 *Рстелі* = 70%, *Рстелі*= 50% для світильників ЛП001 коефіцієнт використання дорівнює *η* = 2.

Зм.

Арк.

№ Документа

Підпис

Дата

Арк.

44

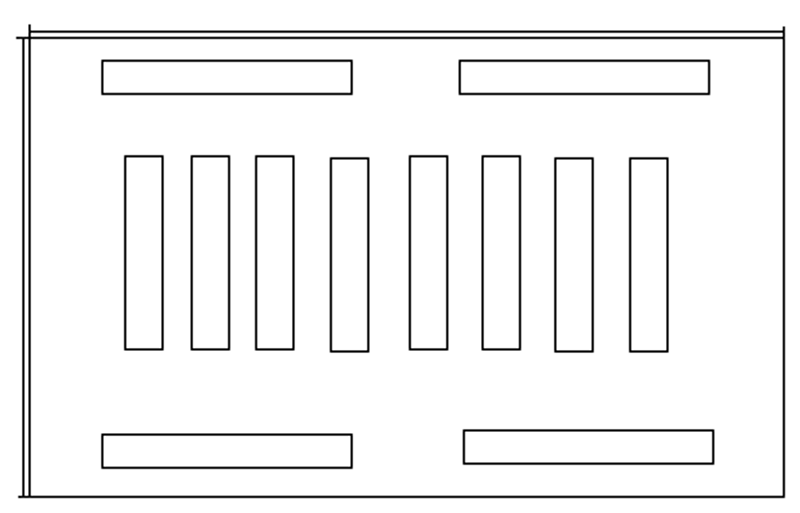
*ДП.208.041.467н.002.ПЗ*

Визначаємо необхідну кількість світильників, лампи ЛБ – 40, а світловий потік однієї лампи становить *Фд* = 3200 лм.

 *(шт.)*

Приймаємо 11світильників.

Рисунок 3.1 - розташування світильників.



3.6. Екологічна безпека та охорона довкілля під час виробничої діяльності

Зм.

Арк.

№ Документа

Підпис

Дата

Арк.

45

*ДП.208.041.467н.002.ПЗ*

Україна, маючи тривалу історію сировинно-енергетичної орієнтації економіки та технологічно застаріле виробництво, сьогодні стикається з надмірним навантаженням на довкілля. Щорічне накопичення відходів, яке станом на 2023 рік сягнуло понад 1,2 мільярда тонн, є серйозною екологічною та економічною проблемою.

У таких умовах важливим інструментом впливу на природоохоронну діяльність підприємств стають економічні методи регулювання. Вони спрямовані на формування матеріальної зацікавленості виробництв у зменшенні негативного впливу на навколишнє середовище. Економічний механізм охоплює як фінансове стимулювання, так і обов’язкові платежі за забруднення.

Одним з ключових елементів системи є лімітування використання природних ресурсів. В минулому підприємства безкоштовно користувалися водою, землею, повітрям, що призводило до зловживань і екологічного занепаду. Введення плати за природокористування стало кроком до більш раціонального ставлення до ресурсів.

На рівні підприємства функціонують структурні підрозділи, відповідальні за координацію екологічної діяльності. Їх завдання — налагодження взаємодії між цехами, контроль за дотриманням природоохоронних норм та збереження безпечного середовища для працівників і мешканців прилеглих територій.

Важливою частиною екосистеми підприємства є система очищення стічних вод. Всі скиди проходять очищення відповідно до затверджених нормативів (СанПіН 4630-88), а їх якість регулярно перевіряється санітарно-епідеміологічними службами. Інфраструктура очисних споруд має бути обладнана вентиляцією, а простір між установками повинен забезпечувати вільний доступ для обслуговування.

Організовано і збирання твердих побутових відходів. Контейнери та сміттєприймачі встановлюються на твердому покритті, розташовуються на достатній відстані від виробничих об’єктів і регулярно очищуються та дезінфікуються згідно з встановленими санітарними вимогами.

Економічна ефективність природоохоронної діяльності забезпечується також через впровадження системи матеріального стимулювання. Підприємства, що дотримуються екологічних стандартів, отримують фінансові переваги, а їхні працівники – моральне та матеріальне заохочення.

Зм.

Арк.

№ Документа

Підпис

Дата

Арк.

46

*ДП.208.041.467н.002.ПЗ*

Сучасна екологічна політика базується на кількох ключових принципах:

* суворе дотримання нормативних вимог та інструкцій;
* профілактичний характер екологічних заходів;
* проведення обов’язкової оцінки впливу на довкілля для всіх нових об’єктів;
* відкритість процесу ухвалення рішень, що стосуються довкілля, та формування екологічної культури серед працівників;
* поєднання заохочення та відповідальності у сфері охорони природи.

**РОЗДІЛ 4**

Зм.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Аркуш

47

*ДП.208.041.467н.002.ПЗ*

Розробив

Головач А.М.

Перевірив

Власюк О.І.

Консульт.

*Веремій Т.Б.*

Н. Контр.

Вензовська Н.П.

Затв.

Руденко В.Г.

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ПРОЕКТУ

Літ

Аркушів

ЖАТФК гр. Аі-41

**ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ПРОЕКТУ**

**4.1 Зведена таблиця чисельності працівників та фонду заробітної плати**

Чисельність працівників та фонду заробітної плати заносимо в таблицю 4.1.

Таблиця 4.1 - Зведена таблиця чисельності працівників та фонду заробітної плати

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Категорії працівників | Чисельність, чол. | Фонд зарплати, грн. | Середньомісячна зарплата одного працівника, грн. |
| 1. Виробничі (основні) робітники | 10 | 156540 | 1304,5 |
| 2. Допоміжні робітники | 2 | 35363,09 | 1473,46 |
| 3. Інженерно-технічні працівники | 1 | 15600 | 1300 |
| Разом | 13 | 207503,09 | 1330,15 |

**4.2Основні техніко-економічні показники**

Основні техніко-економічні показники наведені в таблиці 4.2

Таблиця 4.2 - Основні техніко-економічні показники підприємства

Зм.

Арк.

№ Документа

Підпис

Дата

Арк.

48

*ДП.208.041.467н.002.ПЗ*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Показники | Одиниця виміру | Дані по проекту |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1. | Річний випуск продукції | шт. | 6000 |
| 2. | Виробнича собівартість деталі | грн. | 94,24 |
| 3. | Випуск продукції за рік по виробничій собівартості | грн. | 565440 |
| 4. | Коефіцієнт завантаження устаткування | — | 0,83 |
| 5. | Кількість технологічного устаткування | одиниць | 10 |
| 6. | Виробнича площа на одиницю устаткування | м2. | 21,6 |
| 7. | Виробнича площа дільниці | м2. 1 | 216 |
| 8. | Чисельність працюючих | чол. | 13 |
| 9. | Фонд заробітної плати працівників дільниці | грн. | 207503,09 |
| 10. | Середньомісячна заробітна плата одного працівника | грн. | 1330,15 |
| 11. | Собівартість відновлення деталі | грн. | 107,63 |
| 12. | Загальна вартість капітальних вкладень | грн. |  |
| 13. | Зниження собівартості продукції | % | 9,1 |
| 14. | Підвищення продуктивності праці | % | 9,99 |
| 15. | Економія електроенергії | % | 64,5 |
| 16. | Строк окупності капітальних вкладень | років | 0,81 |
| 17. | Річний економічний ефект | грн. | 47412 |

**Висновки**

Зм.

Арк.

№ Документа

Підпис

Дата

Арк.

49

*ДП.208.041.467н.002.ПЗ*

У рамках дипломного проєктування після проведення економічного аналізу було обґрунтовано доцільність створення спеціалізованого відділення для відновлення колінчастих валів. На основі отриманих розрахунків виконано планування просторової організації дільниці, а також здійснено оцінку економічних показників ефективності впроваджених заходів.

Результати проведеного аналізу демонструють позитивні зміни в основних параметрах діяльності:

* рівень собівартості виконуваних робіт зменшено на 9,1%;
* продуктивність праці зросла на 9,99%, що свідчить про оптимізацію виробничого процесу;
* споживання електроенергії вдалося скоротити на 64,5%, завдяки впровадженню енергоощадних технологій;
* річна економія становить 42972 грн, що підтверджує економічну доцільність проєкту;
* період окупності капітальних вкладень дорівнює 0,81 року, що свідчить про швидке повернення інвестицій.

Отримані дані підтверджують ефективність запропонованих рішень як з технічного, так і з фінансового погляду, що робить реалізацію цього проєкту обґрунтованою та перспективною для впровадження в реальних умовах.

ВИСНОВКИ

Зм.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Аркуш

50

*ДП.208.041.467н.002.ПЗ*

Розробив

Головач А.М.

Перевірив

Власюк О.І.

Н. Контр.

Вензовська Н.П.

Затв.

Руденко В.Г.

**ВИСНОВКИ**

Літ

Аркушів

ЖАТФК гр. Аі-41

Основною метою дипломного проєкту стало удосконалення технологічного процесу відновлення технічного стану колінчастого валу дизельних двигунів шляхом оптимізації операцій наплавлення зношених ділянок.

У процесі підготовки виконано глибокий аналіз технічної інформації з ремонту вузлів дизельних двигунів. Також було вивчено технічний стан машинного парку, що дало змогу виділити основні проблеми, зокрема:

1. Розглянуто умови експлуатації колінчастих валів і визначено основні причини їхнього зношування та виходу з ладу. Надано стислу характеристику дизельного двигуна СМД-60, а також описано його конструктивні й технологічні особливості.
2. Розроблено повний технологічний маршрут дефектування колінчастого валу. Надано детальний опис процесу відновлення шатунних і корінних шийок методом наплавлення. Проведено розрахунки операцій механічної обробки, підібрано відповідний ріжучий інструмент, а також визначено режими виконання технологічних операцій.
3. Спроєктовано дільницю з ремонту колінчастих валів. Виконано розрахунки фондів робочого часу, визначено трудомісткість операцій, необхідну кількість працівників та підібрано відповідне технологічне обладнання. Також проведено розрахунок параметрів систем природного освітлення й вентиляції.
4. У фінальній частині проєкту здійснено економічне обґрунтування організації виробничої дільниці. Розрахунки підтверджують ефективність запропонованих рішень:
   * зниження собівартості робіт — на 9,1%;
   * зростання продуктивності праці — на 9,99%;
   * скорочення енергоспоживання — на 64,5%;
   * річний економічний ефект становить 42972 грн;
   * період окупності капітальних інвестицій — 0,81 року.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

Зм.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Аркуш

51

*ДП.208.041.467н.002.ПЗ*

Розробив

Головач А.М.

Перевірив

Власюк О.І..

Н. Контр.

Вензовська Н.П.

Затв.

Руденко В.Г.

Список використаних джерел

Літ

Аркушів

ЖАТФК гр. Аі-41

1. Горященко Д.В. Обґрунтування раціонального технологічного процесу відновлення колінчатих валів автотракторних двигунів: дипломна робота. – Дніпро: ДДАУ, 2021. – 87 с.
2. Говенко Б.П., Бернадій М.О. Відновлення колінчастих валів автомобілів: кваліфікаційна робота. – Тернопіль: ТНТУ, 2023. – 75 с.
3. Гут Є.Т. Підвищення довговічності колінчастих валів двигунів нанесенням зносостійкого покриття: кваліфікаційна робота. – Дубляни: ЛНУП, 2023. – 46 с.
4. Матеріали та технології для відновлення зношених поверхонь автомобільних деталей. – Кропивницький: КНТУ, 2024. – 60 с.
5. Відновлення деталей автомобілів: навчальний посібник. – Чернігів: ЧНТУ, 2018. – 120 с.
6. Ремонт автомобілів: навчальний посібник. – Кіровоград: Кіровоградська районна друкарня, 2007. – 200 с.
7. Основні технологічні процеси відновлення деталей машин: навчальний посібник. – Луцьк: ЛНТУ, 2016. – 150 с.
8. Практикум з ремонту машин: навчальний посібник. – Київ: НУБіП, 2018. – 100 с.
9. Ремонт та відновлення машин: навчальний посібник. – Вінниця: ВНАУ, 2019. – 130 с.
10. Основи експлуатації, обслуговування та ремонту машин: навчальний посібник. – Харків: ХНТУСГ, 2020. – 140 с.
11. Сучасні наукові дослідження на шляху до євроінтеграції: збірник наукових праць. – Мелітополь: ТДАТУ, 2022. – С. 224–226.
12. Метод відновлення деталей тертя за допомогою зносостійких покриттів. – Луганськ: Вісник СНУ, 2023. – №1. – С. 106–112.
13. Дослідження технічного стану деталей циліндро-поршневої групи двигунів. – Київ: НУБіП, 2023. – 80 с.

Зм.

Арк.

№ Документа

Підпис

Дата

Арк.

52

*ДП.208.041.467н.002.ПЗ*

1. Кваліфікаційна робота: охорона праці в майстернях з відновлення колінчастих валів. – Херсон: ХДУ, 2020. – 60 с.
2. Про затвердження Правил охорони праці на автомобільному транспорті: наказ Мінпраці України від 09.07.2012 № 964. – Київ: Міністерство праці та соціальної політики України, 2012.
3. Наказ від 09.07.2012 № 964 Про затвердження Правил охорони праці на автомобільному транспорті. – Київ: Будстандарт, 2012.
4. Дипломний проєкт: удосконалення технологічного процесу ремонту форсунок автотракторних двигунів. – Дубляни: ЛНУП, 2023. – 70 с.
5. Удосконалення технології ремонту розподільних валів двигунів з використанням сучасних методів. – Вінниця: ВНАУ, 2023. – 90 с.
6. Системний підхід до оцінки якості нанесення захисного покриття для відновлення деталей транспортного призначення. – ResearchGate, 2021.
7. Обзор інформаційних матеріалів: підвищення довговічності колінчастих валів двигунів нанесенням зносостійкого покриття. – Львів: ЛНУП, 2023. – 50 с.
8. Новітні технології відновлення колінчастих валів дизелів: збірник наукових праць. – Київ: НУБіП, 2024. – 60 с.
9. Українська державна академія залізничного транспорту: відновлення колінчастих валів тепловозних дизелів. – Харків: УкрДАЗТ, 2023. – 70 с.
10. Сучасні методи відновлення колінчастих валів: навчальний посібник. – Київ: НТУ, 2022. – 110 с.
11. Економічна ефективність відновлення колінчастих валів дизелів: аналітичний огляд. – Львів: ЛПІ, 2023. – 80 с.
12. Охорона праці при відновленні колінчастих валів: методичні рекомендації. – Дніпро: ДДАУ, 2023. – 90 с.
13. Методичні рекомендації щодо виконання кваліфікаційної роботи здобувачів освітньо-професійного ступеня фахового молодшого бакалавра за освітньо-професійною програмою Агроінженерія / Укл.: Борак К.В., Руденко В.Г., Веремій Т.Б., Поліщук О.С., Добранський С.С., Бучко І.О. Житомир: ЖАТФК 2023. 71с.

Зм.

Арк.

№ Документа

Підпис

Дата

Арк.

53

*ДП.208.041.467н.002.ПЗ*