МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерних технологій та професійної освіти
Кафедра агроінженерії

Допущено до захисту
«___»_____ 2026 р.
Зав. кафедри _д.т.н., професор___
(науковий ступінь, вчене звання)
_____ __Володимир ДІДУР___
(підпис) (ініціали, прізвище)

Кваліфікаційна робота (дипломний проект)

перший (бакалаврський)
(назва освітнього рівня)

тема проекту: «Удосконалення технології ремонту блоку циліндрів дизельних двигунів з розробкою конструкції гідравлічного підйомника для зняття та встановлення агрегатів»

Виконав: студент _4 курсу, групи 41-з-ім
освітньої програми___бакалавр_____
спеціальності _208 «Агроінженерія»_
__Кулик Валерій Миколайович_____
(прізвище та ініціали)
Керівник: к.т.н., доцент Ковальчук Ю.О.
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

Умань – 2026

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерних технологій та професійної освіти
Кафедра агроінженерії
Освітня програма «Бакалавр»
Спеціальність 208 «Агроінженерія»
(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Зав. кафедри
_____ Володимир ДІДУР
«___» _____ 2026 р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ (ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ)

Кулику Валерію Миколайовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту «Удосконалення технології ремонту блоку циліндрів дизельних двигунів з розробкою конструкції гідравлічного підйомника для зняття та встановлення агрегатів»

керівник проекту Ковальчук Юрій Олексійович, к.т.н.,доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом вищого навчального закладу від
" 01 " травня 2026 р. № 01-06/130
2. Строк подання студентом проекту 18.05.2026 р.
3. Вихідні дані до проекту: технологічний розрахунок процесу газового зварювання; маршрутної карти ремонту блока циліндрів двигуна КамАЗ-740
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):
аналіз стану досліджуваного питання; експериментальні дослідження; питання охорони праці; техніко-економічне обґрунтування проекту.
5. Ілюстративний матеріал: підготувати ілюстративний матеріал у вигляді презентації (до 10 слайдів) як додаток до доповіді за темою дипломного проекту: мета і завдання дослідження; вид загальний двопотокового редуктора пересувного гідравлічного підіймача; будова та принцип роботи пристрою; результати розрахунку економічного ефекту; висновки.

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Прокопенко Е.В., доцент		

7. Дата видачі завдання 26 вересня 2025 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	При-мітка
1.	Підбір та вивчення літературних джерел, підготовка вступу	15.10.2025 р.	
2.	Розділ 1. Розробка технології ремонту тріщини блоку циліндрів двигуна камаз-740	19.11.2025 р.	
3.	Розділ 2. Розробка конструкції гідравлічного підйомника для зняття та встановлення агрегатів	18.12.2025 р.	
4.	Розділ 3. Охорона праці	12.02.2026 р.	
5.	Розділ 4. Техніко-економічна частина	09.03.2026 р.	
6.	Виконання ілюстративної частини проекту	15.04.2026 р.	
7.	Представлення проекту керівнику на перевірку	18.05.2026 р.	

Студент _____ Кулик В.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проекту _____ Ковальчук Ю.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

1. РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ РЕМОНТУ ТРІЩИНИ БЛОКУ ЦИЛІНДРІВ ДВИГУНА КАМАЗ-740 5

1.1 Аналіз і обґрунтування способу ремонту тріщини блока циліндрів 5

1.2 Технологічний розрахунок процесу газового зварювання 7

1.3 Проєктування маршрутної карти ремонту блока циліндрів двигуна КамАЗ-740 .. 11

1.4 Складання операційної карти заварювання тріщини блока циліндрів 12

1.5 Проєктування виробничої дільниці газового зварювання для ремонту блока циліндрів 13

1.6 Порядок здійснення технічного контролю виконаних робіт 14

2. РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ГІДРАВЛІЧНОГО ПІДЙОМНИКА ДЛЯ ЗНЯТТЯ ТА ВСТАНОВЛЕННЯ АГРЕГАТІВ 16

2.1 Обґрунтування доцільності розроблення конструкції 16

2.2 Огляд і аналіз наявних конструктивних рішень 17

2.3 Будова конструкції та принцип її дії 18

2.4 Технологічні та конструктивні розрахунки двопотокового редуктора пересувного гідравлічного підіймача 19

2.5 Результати проєктування та розрахункового обґрунтування конструкції 22

3 ОХОРОНА ПРАЦІ 24

3.1 Охорона праці під час виконання робіт 24

4 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА 31

4.1 Аналіз техніко-економічних показників процесу відновлення блока циліндрів двигуна 31

4.2 Аналіз економічної ефективності застосування гідравлічного підіймача 32

4.3 Техніко-економічне обґрунтування організації газозварювальної дільниці 35

ВИСНОВОК 39

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 40

1. РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ РЕМОНТУ ТРІЩИНИ БЛОКУ ЦИЛІНДРІВ ДВИГУНА КАМАЗ-740

1.1 Аналіз і обґрунтування способу ремонту тріщини блока циліндрів

За своїм конструктивним призначенням блок циліндрів належить до базових деталей двигуна і являє собою виливок, виготовлений із низьколегованого чавуну.

Блоки циліндрів автомобільних і тракторних двигунів, як правило, виробляють із сірого чавуну марки СЧ. Саме такий матеріал застосовується, зокрема, для двигунів ЗіЛ-130, ЗМЗ-53 і КамАЗ.

Аналіз ремонтного фонду блоків циліндрів, а також результати їх дефектації дали змогу визначити найбільш поширені пошкодження, що трапляються під час експлуатації [2, 4, 16]:

1. поява тріщин на поверхні, що сполучається з головкою циліндрів;
2. утворення тріщин і пробоїн на стінках водяної сорочки;
3. зношування, овальність і конусність поверхонь отворів під вкладиші корінних підшипників;
4. порушення співвісності опор під вкладиші корінних підшипників;
5. зношування внутрішніх поверхонь втулок розподільного вала;
6. корозійне ураження та спрацювання посадкових місць під нижній поясок гільз циліндрів;
7. зношування та забоїни на торцевій поверхні гнізда блока циліндрів під бурт гільзи;
8. пошкодження різьби шпильок і різьбових отворів, а також злам шпильок.

Блок циліндрів підлягає вибракуванню за наявності тріщин на бобишках під шпильки кріплення головок циліндрів, якщо ці тріщини виходять у водяну порожнину, а також у разі появи тріщин, що проходять через гнізда під зовнішні кільця підшипників колінчастого вала та гнізда під втулки розподільного вала.

Розглянемо основні способи ремонту тріщин блока циліндрів двигуна.

Усунення тріщин методом штифтування є досить трудомістким процесом і потребує від виконавця високої кваліфікації. Цей спосіб застосовують під час ремонту деталей, до яких висуваються підвищені вимоги щодо герметичності, зокрема корпусів коробок передач, задніх мостів і водяних сорочок блоків циліндрів. Суть методу полягає в тому, що тріщину по всій її довжині перекривають різьбовими штифтами. Для

виготовлення таких штифтів зазвичай використовують червону мідь або бронзу. Тріщини довжиною 50 мм і більше недоцільно усувати методом штифтування.

Ремонт тріщин із застосуванням фігурних вставок дає змогу відновити не лише герметичність деталі, а й її міцність.

Технологія такого ремонту передбачає формування в деталі спеціального паза з подальшим запресовуванням у нього заздалегідь виготовленої фігурної вставки (рисунок 1.1).

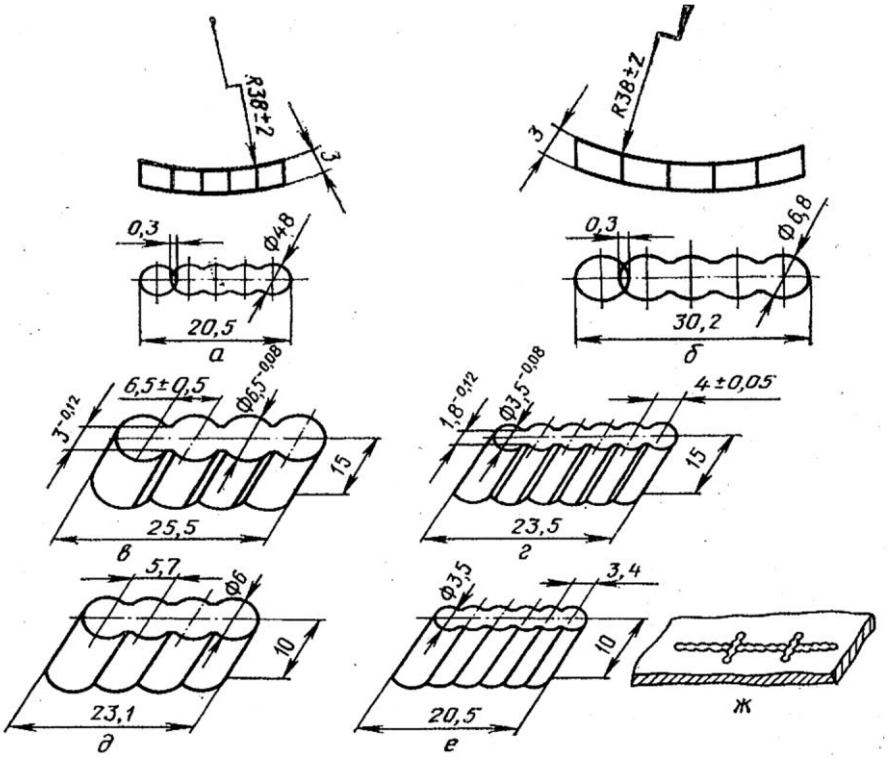


Рисунок 1.1 – Типи фігурних вставок: ущільнювальні (а, б), стягувальні (в, г, д, е) та схема свердління отворів упоперек тріщини (ж).

До основних елементів оснащення, від яких безпосередньо залежить якість виконання ремонту, належать кондуктор для свердління отворів під паз і сама фігурна вставка. Для усунення тріщин застосовують ущільнювальні та стягувальні вставки, які зазвичай виготовляють із маловуглецевої сталі 20 або сталі Ст3.

Ремонт тріщин шляхом установлення латок дає можливість відновити герметичність корпусних деталей. Латку закріплюють гвинтами або заклепками, розміщуючи їх на відстані 10–15 мм одна від одної. Перед монтажем як саму латку, так і ділянку з тріщиною покривають відповідним ущільнювальним складом. Під латку підкладають прокладку зі склотканини, яку також обробляють суриком або герметизувальною мастикою.

Заварювання тріщин непрямою дугою полягає в тому, що електрична дуга

збуджується між двома сталевими електродами. Теплова енергія дуги розплавляє поверхневий шар чавунної деталі. Значна частина розплавленого чавуну видувається, унаслідок чого формується своєрідна розробка тріщини необхідної глибини. Зварювання виконують одразу після такої підготовки, поки деталь залишається нагрітою [16].

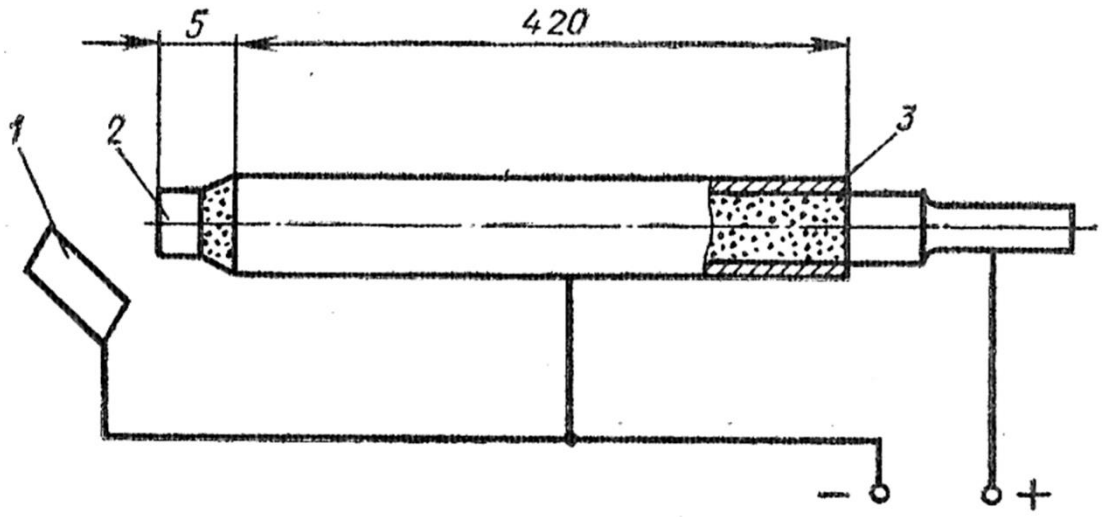


Рисунок 1.2 – Схема плавкого електрода та його підключення: 1 – деталь; 2 – електрод; З – сталева тгрнка.

Розглядаючи заварювання тріщин газовим способом, слід враховувати, що блок циліндрів двигуна КамАЗ-740 виготовлений із сірого чавуну. Саме тому необхідно звернути увагу на його хімічні властивості, а також на труднощі, які виникають у процесі зварювання такого матеріалу.

Чавуни є залізовуглецевими сплавами, у яких вміст вуглецю перевищує 1,7 %. Чавуни, що широко застосовуються у промисловості та будівництві, зазвичай містять такі домішки (%): вуглець — 2,0–4,0; марганець — 0,5–1,6; кремній — 0,5–4,0; сірка — 0,02–0,2; фосфор — 0,02–0,2. Окремі спеціальні марки чавуну додатково можуть містити легувальні елементи, зокрема нікель, хром, мідь, титан та алюміній [16].

1.2 Технологічний розрахунок процесу газового зварювання

1.2.1 Розрахунок потужності полум’я під час газового зварювання

Потужність зварювального полум’я V_a, л/год, перебуває у прямій залежності від товщини металу, що зварюється, мм [2]:

$$V_a = К_т S \quad (1.1)$$

де $К_т$ — питомий коефіцієнт витрати ацетилену, л/год на 1 мм товщини металу, необхідний для зварювання певного матеріалу. Це значення визначене

експериментальним шляхом і становить: для вуглецевої сталі, чавуну та латуні — 100–130 л/(год·мм); для легованої сталі та алюмінієвих сплавів — 75 л/(год·мм); для міді — 150–200 л/(год·мм).

S — товщина металу, що зварюється, мм.

$$V_a = 100 \cdot 7 = 700 \text{ л/год}$$

1.2.2 Вибір наконечника газового пальника

Після визначення необхідної потужності полум'я підбирають наконечник пальника, технічні характеристики якого відповідають розрахованому значенню потужності (таблиця 1.1).

Таблиця 1.1 – Технічні характеристики наконечників ацетиленових пальників (ГОСТ 1077-79Е)

Показники	Номери наконечників									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Тиск кисню, МПа	0,05…0,4	0,05…0,4	0,15…0,4	0,2…0,4	0,2…0,4	0,2…0,4	0,2…0,4	0,2…0,4	0,2…0,4	0,2…0,4
Тиск ацетилену, МПа	Не нижче 0,001 при живленні від генератора та 0,01…0,04 при живленні від балона								Не нижче 0,035	
Витрата кисню, л/год	27…80	54…135	130…260	250…440	430…750	740…1200	1150…1950	1900…3100	3100…5000	5000…8000
Витрата ацетилену, л/год	25…60	50…125	120…240	230…400	400…700	600…1100	1050…1750	1700…2800	2800…4500	4500…7000

За величиною витрати ацетилену обираємо наконечник № 4.

1.2.3 Визначення маси присадкового металу

Маса присадкового металу, необхідна для зварювання одного погонного метра шва, є пропорційною квадрату товщини зварюваних кромок [2]:

$$М = К_п \cdot S^2 \quad (1.2)$$

де $К_п$ — коефіцієнт, який при зварюванні кромок товщиною до 5 мм приймають: для сталей і чавунів — 12, для міді — 18, для латуні — 16, для алюмінію — 6,5. Якщо товщина кромок перевищує 5 мм, значення коефіцієнта $К_п$ необхідно зменшити на 20–25 %.

$$М = 9 \cdot 7^2 = 441 \text{ г}$$

Під час заварювання тріщини довжиною 150 мм витрата присадкового металу становитиме 66,2 г.

1.2.4 Основний технологічний час

Основний технологічний час газового зварювання визначають за формулою [2]:

$$t_0 = M/К_н \quad (1.3)$$

де M — маса наплавленого металу;

$К_н$ — коефіцієнт наплавлення, величина якого залежить від номера обраного наконечника.

Таблиця 1.2 – Вибір коефіцієнта наплавлення

№ наконечника	0	1	2	3	4	5	6	7
$К_н$	180…300	240…360	420…600	780…840	900…960	900…960	1020…1080	1080…1260

$$t_0 = \frac{66,2}{780…840} = 0,0848 \ldots 0,0788 \text{ год} = 5,088 \ldots 4,728 \text{ хв}$$

1.2.5 Загальний (штучний) час

Загальну тривалість газового зварювання визначають за формулою [2]:

$$Т_{шт} = t_0/К_і \quad (1.4)$$

де $К_і$ — коефіцієнт використання зварювального поста. Для умов дрібносерійного виробництва його значення приймають у межах $0,3 \ldots 0,7$.

$$\text{Т}_{\text{шт}} = 0{,}0848 \ldots \frac{0{,}0788}{0{,}5} = 0{,}169 \ldots 0{,}1576 \text{ год}$$

1.2.6 Витрата газів (ацетилену та кисню)

Витрату горючого газу визначають за формулою:

$$W_{\text{г}} = V_a \cdot t_0 \tag{1.5}$$

$$W_{\text{г}} = 700 \cdot (0{,}0848 \ldots 0{,}0788) = 59{,}36 \ldots 55{,}16 \text{ л/год}$$

Витрату кисню визначають за формулою:

$$W_{\text{к}} = \beta \cdot W_{\text{г}} \tag{1.6}$$

де β — коефіцієнт газової суміші.

$$W_{\text{к}} = 1{,}1(55{,}16 \ldots 59{,}36) = 60{,}67 \ldots 65{,}296 \text{ л/год}$$

1.2.7 Витрата карбіду кальцію

Витрату карбіду кальцію визначають за такою залежністю:

$$W(CaC_2) = W_{\text{г}}/\text{к} \tag{1.7}$$

де $\text{к} = 230 \ldots 300$ л/кг — вихід ацетилену з 1 кг карбіду кальцію.

$$W(CaC_2) = \frac{55{,}16 \ldots 59{,}36}{260} = 0{,}212 \ldots 0{,}216 \text{ кг/год}$$

1.2.8 Швидкість зварювання

Швидкість зварювання $V_{\text{зв}}$, м/год, можна подати у такому вигляді:

$$V_{\text{зв}} = \text{А}/S \tag{1.8}$$

де A, м·мм/год — коефіцієнт, що залежить від властивостей металу, який зварюється, а також певною мірою від його товщини. Для сталей і чавунів середньої товщини його приймають у межах 12–15, а для нікелю — 9–11.

$$V_{\text{зв}} = \frac{14}{7} = 2 \text{ м/год}$$

1.2.9 Вибір зварювального (присадкового) дроту

Зварювальний дріт підбирають відповідно до матеріалу виробу, тобто його хімічний склад має бути приблизно однаковим зі складом основного металу (таблиця 1.3).

Таблиця 1.3 – Зварювальний дріт (ГОСТ 2246-70)

Марка	Елемент,%						
	C	Si	Mn	S	P	Ti, Ni	Cr
А	3,0-3,5	3,0-3,4	0,5-0,8	<0,8	0,2-0,4	-	-
Б	3,0-3,5	3,5-4,0	0,5-0,8	<0,08	0,3-0,5	-	-
НЧ-1	3,0-3,5	3,0-3,4	0,5-0,8	<0,05	0,2-0,4	0,4-0,5Ni	-
НЧ-2	3,0-3,5	3,5-4,0	0,5-0,8	<0,05	0,2-0,4	0,03-0,06Ti	-
БЧ	2,5-3,0	1,0-1,5	0,2-0,6	<0,05	<0,1	-	-
ХЧ	2,5-3,0	1,2-1,5	0,5-0,8	<0,05	<0,1	-	1,2-2,0

Приймаємо зварювальний дріт марки А.

1.2.10 Розрахунок діаметра зварювального дроту

Діаметр присадкового прутка визначають за залежністю:

$$d_{\text{пр}} = \frac{S}{2} + 1 = \frac{7}{2} + 1 = 4{,}5 \text{ мм}$$

Із стандартного ряду приймаємо діаметр прутка 4 мм.

1.3 Проєктування маршрутної карти ремонту блока циліндрів двигуна КамАЗ-740

Вихідною основою для розроблення маршрутної карти є ремонтне креслення виробу, у якому зазначаються монтажні, установчі та приєднувальні розміри з граничними відхиленнями, а також характер посадок у з’єднаннях. Така карта повинна відображати раціонально вибудувану послідовність необхідних операцій, містити технічні вказівки й вимоги, способи контролю, а також дані щодо застосування потрібного обладнання.

Дефектацію блока циліндрів виконують з метою визначення його технічного стану та встановлення можливості подальшої експлуатації або потреби у відновленні чи ремонті. За результатами цієї операції складають дефектну відомість, яка є основним документом для подальшого виконання ремонтних і відновлювальних робіт, а також для визначення обсягу необхідних технологічних заходів.

Відомість дефектів також дає змогу визначити потребу в ремонтних матеріалах, від яких залежить загальна вартість виконання ремонту.

Після усунення виявлених пошкоджень блок циліндрів піддають контролю на

відповідність установленим технічним умовам.

Детальний перелік операцій:

1. Операція 005. Мийна.

Виконується очищення блока двигуна на мийній установці М-203.

$$T_{\text{п.з.}} = 7 \text{ хв}, T_{\text{шт}} = 11 \text{ хв}.$$

Роботу виконує мийник 3-го розряду.

2. Операція 010. Дефектувальна.

Проводиться дефектація блока циліндрів на випробувальному стенді моделі 470-086.

$$T_{\text{п.з.}} = 6{,}0 \text{ хв}, T_{\text{шт}} = 12{,}0 \text{ хв}.$$

Операцію виконує слюсар 5-го розряду.

3. Операція 015. Свердлильна.

Здійснюється свердління отворів діаметром 3 мм на кінцях тріщини.

$$T_{\text{п.з.}} = 1{,}5 \text{ хв}, T_{\text{шт}} = 0{,}5 \text{ хв}.$$

Роботу виконує слюсар 3-го розряду.

4. Операція 020. Слюсарна.

Виконується розробка кромок під кутом 90°.

$$T_{\text{п.з.}} = 2{,}0 \text{ хв}, T_{\text{шт}} = 3{,}0 \text{ хв}.$$

Операцію проводить слюсар 3-го розряду.

5. Операція 025. Газозварювальна.

Здійснюється заварювання тріщини.

$$T_{\text{п.з.}} = 2{,}5, T_{\text{шт}} = 10{,}01 \text{ хв}.$$

Роботу виконує зварник 3-го розряду.

6. Операція 030. Контрольна.

Проводять візуальний контроль зварного шва, а також перевірку блока циліндрів на герметичність на стенді моделі 470-086.

$$T_{\text{п.з.}} = 3, T_{\text{шт}} = 10.$$

Операцію виконує слюсар 5-го розряду.

1.4 Складання операційної карти заварювання тріщини блока циліндрів

Операційну карту зварювальних робіт розроблено для операції 025 — газозварювальна: заварювання тріщини.

Зміст переходу визначаємо з урахуванням послідовності виконання цієї операції,

а саме: встановлення блока на стенд, безпосереднє заварювання тріщини та подальше зняття блока після завершення роботи.

Технологічний режим під час заварювання тріщини встановлюють відповідно до технічних характеристик зварювального обладнання. До основних параметрів цього режиму належать потужність полум'я та витрата зварювального дроту.

Пристосування й інструмент для виконання операції приймають згідно з даними маршрутної карти.

1.5 Проєктування виробничої дільниці газового зварювання для ремонту блока циліндрів

1.5.1 Порядок виконання робіт на дільниці

Роботу на дільниці можна організувати таким чином. Після зняття двигуна з автомобіля його подають на мийну дільницю, а потім — на дільницю розбирання та складання. Після цього двигун піддають дефектації, і в разі виявлення тріщин за допомогою кран-візка його транспортують на газозварювальну дільницю, де виконують підготовку дефектної зони та заварювання тріщин у водяній сорочці блока циліндрів. Після завершення зварювальних робіт блок перевіряють на герметичність на спеціальному стенді.

Обладнання, необхідне для виконання робіт на дільниці ремонту двигунів, підбирають відповідно до «Табеля гаражного і технологічного обладнання» [25]. Перелік обладнання, передбаченого для газозварювальної дільниці, наводять у таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Обладнання газозварювальної дільниці

№	Найменування обладнання з вказівкою номера найменування ділянки	Марка обладнання	Кількість	Габаритні розміри, мм.	Загальна площа, м^2
1	Стіл	-	1	1800×900×1100	1,62
2	Стелаж	ОРГ-01-76	1	2500×500×1610	1,25
3	Шафа для інструменту	РО-0509	1	800×500×1000	0,4
4	Зварювальний стіл	ГОСТ 20741-81	1	720×800×1630	0,576
5	Кисневий балон	150Л	1	1500×220	0,33

6	Ацетиленовий генератор	ГНВ-1,25	1	-	-
Всього:		-	-	-	3,331

1.5.2 Визначення необхідної площі дільниці відновлення

Площу дільниці відновлення визначають, виходячи з площі, яку займає обладнання, з урахуванням робочих зон і проходів, за формулою [1, 4, 7, 9, 12]:

$$F_{\text{діл}} = f_{\text{об}} \cdot K_n \tag{1.9}$$

де $f_{\text{об}}$ — сумарна площа, яку займають обладнання та оснащення, м²;

K_n — коефіцієнт, що враховує робочі зони та проходи; його значення приймають у межах 5,0…5,5.

$$F_{\text{діл}} = 3{,}331 \cdot 5{,}5 = 18{,}32 \text{ м}^2$$

Площу дільниці приймаємо кратною 6: $F_{\text{діл}} = 18$ м²

1.6 Порядок здійснення технічного контролю виконаних робіт

Основне завдання технічного контролю полягає у своєчасній перевірці дотримання на підприємстві вимог стандартів, креслень, технічних умов, технологічних процесів та іншої нормативно-технічної документації з метою запобігання виникненню браку [8].

У ДУТТ-1 м. Дюртюлі функції технічного контролю виконують інженер-технолог або завідувач майстерні. До їхніх обов’язків належать:

– перевірка відповідності двигунів, що надходять у ремонт, запасних частин і комплектувальних виробів вимогам стандартів та технічних умов, тобто здійснення вхідного контролю;

– контроль якості відновлених і виготовлених деталей, а також перевірка якості складання виробів, що включає операційний і приймальний контроль;

– організація та проведення заходів, пов’язаних із запровадженням у межах повноважень підприємства нових стандартів, технічних умов і нормативів.

Аналіз виконання зазначених функцій службою технічного контролю на цьому підприємстві свідчить про те, що їх реалізація здійснюється не в повному обсязі. Значна частина необхідних заходів фактично не виконується, хоча саме від цього безпосередньо залежать якість продукції, належні умови праці та зберігання готових виробів.

У межах даного проєкту для усунення виявлених недоліків передбачено такі

заходи:

– контроль за умовами зберігання виробничих запасів і готової продукції;

– визначення технічного стану складових частин виробу та деталей, що надходять у ремонт, шляхом проведення дефектації;

– аналіз складу мийнвиявлення причин виникнення виробничих і експлуатаційних дефектів відремонтованих об’єктів, розроблення заходів щодо підвищення якості ремонту та контроль за їх виконанням [8].

2. РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ГІДРАВЛІЧНОГО ПІДЙОМНИКА ДЛЯ ЗНЯТТЯ ТА ВСТАНОВЛЕННЯ АГРЕГАТІВ

2.1 Обґрунтування доцільності розроблення конструкції

У процесі розроблення технології газового заварювання тріщин у блоці циліндрів було виявлено низку недоліків, пов’язаних насамперед з організацією виконання ремонтних операцій і переміщенням важких вузлів та агрегатів у межах ремонтного підприємства. Особливі труднощі виникають під час зняття агрегатів з автомобіля, їх подальшого транспортування на мийну дільницю, переміщення після очищення на дільницю розбирання та дефектації, а в разі виявлення тріщин — на газозварювальну дільницю для виконання відновлювальних робіт. Кожен із цих етапів супроводжується значними витратами фізичних зусиль, часу та потребує застосування допоміжних підйомно-транспортних засобів.

На практиці організація таких переміщень часто ускладнюється недостатньою маневровістю наявного обладнання, необхідністю залучення додаткових працівників, а також невідповідністю існуючих засобів умовам конкретної майстерні. Це призводить до збільшення тривалості ремонту, підвищення трудомісткості допоміжних операцій і зниження загальної ефективності технологічного процесу. Крім того, багаторазове ручне переміщення або недостатньо механізоване транспортування агрегатів негативно впливає на безпечність праці, створює ризик пошкодження деталей і вузлів та може спричиняти додаткові незручності для ремонтного персоналу.

У зв’язку з цим виникла необхідність у розробленні спеціального пересувного гідравлічного підйомника, який би забезпечував більш раціональне виконання підйомно-транспортних операцій у межах ремонтного виробництва. Основною метою створення такого пристрою є підвищення продуктивності праці ремонтників, зниження трудомісткості виконання основних і допоміжних операцій, а також покращення загальної організації процесу ремонту. Використання пересувного гідравлічного підйомника дає змогу створити зручніші умови для зняття агрегатів з автомобіля, їх безпечного переміщення між виробничими дільницями, точного встановлення у потрібне положення та подальшого розбирання.

Запровадження такого технічного засобу сприятиме скороченню непродуктивних витрат часу, зменшенню частки ручної праці, підвищенню рівня механізації ремонтних робіт і покращенню якості виконання технологічних операцій. Крім того, застосування

пересувного підйомника дозволить підвищити безпеку праці, знизити фізичне навантаження на працівників і забезпечити більш ефективне використання виробничих площ ремонтної майстерні. Таким чином, розроблення пересувного гідравлічного підйомника є технічно та організаційно обґрунтованим і спрямованим на вдосконалення процесу ремонту блоків циліндрів та інших важких агрегатів.

2.2 Огляд і аналіз наявних конструктивних рішень

Для виконання операцій зі зняття та встановлення агрегатів широко застосовують рейкові гідравлічні підйомники, конструкція яких включає кілька основних складових елементів. До їх складу, як правило, входять гідроциліндр, вантажна платформа, система важелів і рейкові захвати. Сукупна робота цих вузлів забезпечує піднімання, переміщення та встановлення важких агрегатів під час проведення ремонтно-монтажних робіт.

Разом з тим аналіз наявних конструкцій показує, що такі підйомники мають низку суттєвих недоліків, які обмежують зручність і ефективність їх використання в умовах ремонтної майстерні. Передусім слід зазначити, що більшість подібних пристроїв експлуатуються у взаємодії з тракторами, а це значно ускладнює організацію робіт усередині виробничого приміщення. Використання трактора як тягового або допоміжного засобу потребує додаткового простору для маневрування, що не завжди можливо в обмежених умовах майстерні.

Крім того, експлуатація рейкових гідравлічних підйомників передбачає необхідність прокладання спеціальних рейкових колій у приміщенні. Це потребує додаткових матеріальних витрат, ускладнює облаштування робочої зони та знижує гнучкість виробничого процесу. Наявність рейок усередині майстерні може створювати перешкоди для пересування іншого обладнання, транспортних засобів і персоналу, а також ускладнювати підтримання належного санітарного та технічного стану робочого місця.

У виробничих умовах суттєвою проблемою є й складність підведення такого гідропідйомника безпосередньо під автомобіль або іншу машину, що ремонтується. Через конструктивні особливості рейкових систем їх застосування не завжди забезпечує необхідну маневровість і точність позиціонування. Це, у свою чергу, збільшує тривалість підготовчих операцій та знижує загальну продуктивність ремонтних робіт.

Не менш важливим є і те, що під час роботи з такими підйомниками не

допускаються різкі початки руху та раптові зупинки. Недотримання цієї вимоги може призвести до порушення стійкості вантажу, виникнення додаткових динамічних навантажень на елементи конструкції, а також до зниження рівня безпеки праці. Усе це ускладнює процес експлуатації обладнання та вимагає від персоналу підвищеної уважності й обережності під час виконання технологічних операцій.

2.3 Будова конструкції та принцип її дії

Аналогом розроблюваної конструкції є пересувний гідравлічний кран і стенд для розбирання та складання двигунів моделі Р-770. Конструкція цього пристрою включає такі основні елементи (рисунок 2.1): основу 1, розподільник 2, редуктор 3, основу робочої платформи 4, рухому робочу платформу 5, гідравлічний циліндр 6, гідравлічний насос 8, електродвигун 9 та масляний бак 10.

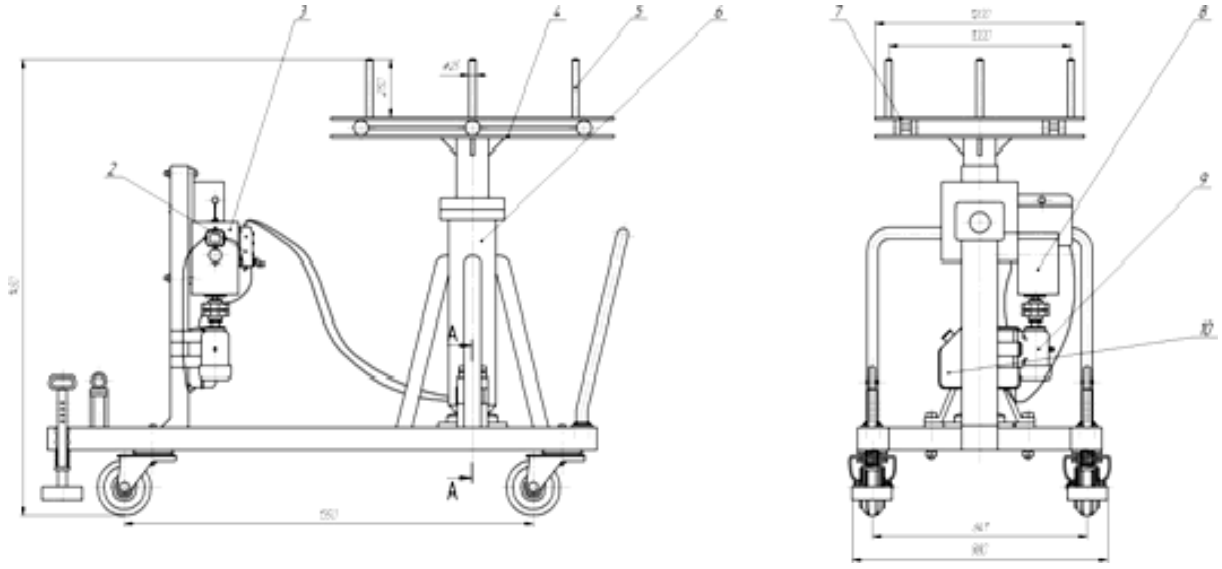


Рисунок 2.1 – Гідравлічний підйомник

Наприклад, під час зняття коробки передач автомобіль встановлюють над оглядовою ямою або на естакаді, де передбачена можливість заїзду підйомника в робочу зону. Після цього послаблюють кріпильні болти, підводять гідравлічний підйомник під агрегат і вмикають електродвигун 9, який приводить у дію гідравлічний насос. Під тиском масло по шлангах через розподільник 2 надходить у гідроциліндр 6, унаслідок чого відбувається піднімання робочої платформи.

За потреби положення робочої платформи можна скоригувати, оскільки рухома платформа 5 має можливість переміщуватися відносно нерухомої основи 4. Після цього кріпильні болти повністю виймають, робочу платформу разом із коробкою передач опускають, а демонтований агрегат транспортують на мийну дільницю або до іншого місця виконання подальших операцій. Установлення коробки передач здійснюють у

зворотній послідовності.

2.4 Технологічні та конструктивні розрахунки двопотокового редуктора пересувного гідравлічного підіймача

2.4.1 Визначення необхідної потужності електродвигуна [13]

$$\mathrm{P_п} = \frac{\mathrm{T}_{np} \cdot \pi \cdot n}{\eta_{\text{кон}} \cdot \eta_{\text{під}} \cdot \eta_{\text{чер}} \cdot 30} \tag{2.1}$$

де T_{np} — приведений момент опору, Н·м;

n — частота обертання вала барабана, хв$^{-1}$;

$\eta_{\text{кон}}$, $\eta_{\text{під}}$, $\eta_{\text{чер}}$ — коефіцієнти корисної дії відповідно конічної передачі, підшипників і черв'ячної передачі (0,96; 0,99; 0,8).

$$\mathrm{T}_{np} = J_{np} \cdot \varepsilon \tag{2.2}$$

де $J_{np} = 0{,}5MR$ — приведений момент інерції, кг·м²;

M — маса двигуна, кг, $R = 0{,}5$ м;

$\varepsilon = \frac{d\omega}{dt} = \frac{1{,}046}{1} = 1{,}04$ с$^{-2}$ – кутове прискорення;

$$J_{np} = 0{,}5 \cdot 1000 \cdot 0{,}5^2 = 125 \text{ кг·м}^2$$

$$\mathrm{T}_{np} = 125 \cdot 1{,}046 = 130{,}75 \text{ Н·м}$$

$$\mathrm{P_п} = \frac{130{,}75 \cdot \pi \cdot 10}{0{,}96 \cdot 0{,}99^6 \cdot 0{,}8 \cdot 30} = 189 \text{ Вт}$$

Приймаємо електродвигун єдиної серії 4А з такими параметрами:

$P_{\text{дв}} = 250$ Вт, ковзання — 12 %, частота обертання $n = 660$ хв$^{-1}$, коефіцієнт корисної дії — 56 %, $cos\varphi = 0{,}65$[13].

2.4.2 Визначення загального передавального відношення

Визначаємо загальне передаточне число та розподіляємо його за ступенями [13]:

$$u = \frac{n_{\text{дв}}}{n_{\text{вих}}} \tag{2.3}$$

$$u = \frac{660}{10} = 66$$

Для конічної передачі приймаємо передаточне число $u_{\text{кон}} = 3$.

Тоді передаточне число черв'ячної передачі становитиме:

$$u_{\text{чер}} = \frac{u}{u_{\text{кон}}} \tag{2.4}$$

$$u_{\text{чер}} = \frac{66}{3} = 22$$

2.4.3 Визначення потужності на валах редуктора

$$\mathrm{P_I} = \mathrm{P_{дв}} = 0{,}25 \text{ кВт}$$

$$\mathrm{P_i} = \mathrm{P_I} \cdot \eta_{\text{кон}} \cdot \eta_{\text{під}}{}^3 = 0{,}25 \cdot 0{,}96 \cdot 0{,}99^3 = 0{,}233 \text{ кВт}$$

$$\mathrm{P_{III}} = \mathrm{P_П} \cdot \eta_{\text{чер}} \cdot \eta_{\text{під}}{}^3 = 0{,}233 \cdot 0{,}8 \cdot 0{,}99^3 = 0{,}181 \text{ кВт}$$

2.4.4 Розрахунок крутних моментів на валах

$$\mathrm{T_{дв}} = \mathrm{T_1} = 9{,}55 \cdot 10^6 \frac{\mathrm{P_{дв}}}{n_{\text{дв}}} = 9{,}55 \cdot 10^6 \cdot \frac{0{,}25}{660} = 3{,}6 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

$$\mathrm{T_i} = 9{,}55 \cdot 10^6 \frac{\mathrm{P_i}}{n_{\text{i}}} = 9{,}55 \cdot 10^6 \frac{0{,}233}{220} = 10{,}11 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

$$\mathrm{T_{вих}} = \mathrm{T_{III}} = 9{,}55 \cdot 10^6 \frac{\mathrm{P_{III}}}{n_{\text{III}}} = 9{,}55 \cdot 10^6 \frac{0{,}181}{10} = 172{,}3 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

2.4.5 Проєктний розрахунок валів [13]

$$\mathrm{d} = \sqrt[3]{\frac{T}{0{,}2[\tau]}} \tag{2.5}$$

$$d_{\text{дв}} = 48 \text{ мм}$$

$$d_1 = \sqrt[3]{\frac{\mathrm{T_1}}{0{,}2[\tau]}} = \sqrt[3]{\frac{3{,}6 \cdot 10^3}{0{,}2(12 \ldots 15)}} = 14{,}5 \ldots 13{,}5 \text{ мм}$$

$$d_{\text{i}} = \sqrt[3]{\frac{\mathrm{T_i}}{0{,}2[\tau]}} = \sqrt[3]{\frac{10{,}11 \cdot 10^3}{0{,}2(12 \ldots 15)}} = 22{,}2 \ldots 20{,}6 \text{ мм}$$

$$d_{\text{III}} = \sqrt[3]{\frac{\mathrm{T_{III}}}{0{,}2[\tau]}} = \sqrt[3]{\frac{172{,}3 \cdot 10^3}{0{,}2(12 \ldots 15)}} = 63{,}3 \ldots 45{,}5 \text{ мм}$$

2.4.6 Розроблення конструкції черв'ячної передачі

Приймаємо стандартне значення передаточного числа $u = 22$. Для виготовлення черв'яка обираємо сталь 45, для якої межа міцності становить $\sigma_{\text{В}} = 750$ МПа, а межа текучості — $\sigma_{\text{Т}} = 450$ МПа [22].

Обчислюємо швидкість ковзання:

$$V_s = 4{,}5 \cdot 10^{-4} \cdot n_1 \cdot \sqrt[3]{T_2} \tag{2.6}$$

$$V_s = 4{,}5 \cdot 10^{-4} \cdot 220 \cdot \sqrt[3]{172{,}3} = 0{,}55 \text{ м/с}$$

За рекомендаціями як матеріал черв'ячного колеса приймаємо бронзу БрО10Ф-1, для якої межа міцності становить $\sigma_{\text{В}} = 200$ МПа, а межа текучості — $\sigma_{\text{Т}} = 120$ МПа.

Допустимі контактні напруження:

$$[\sigma_н] = C_v \cdot 0{,}85 \cdot \sigma_В \quad (2.7)$$

$$[\sigma_н] = 1{,}33 \cdot 0{,}85 \cdot 200 = 226{,}1 \text{ МПа}$$

Допустимі напруження на згин:

$$[\sigma_F] = 0{,}25\sigma_Т + 0{,}08\sigma_В \quad (2.8)$$

$$[\sigma_F] = 0{,}25 \cdot 120 + 0{,}08 \cdot 200 = 46 \text{ МПа}$$

Виконаємо проєктний розрахунок для визначення основних конструктивних параметрів черв'ячної передачі [18].

Міжосьова відстань [13]:

$$a_2 = 0{,}625 \cdot (\frac{q}{z_2} + 1)\sqrt[3]{\frac{E_{пр} \cdot Т_2}{[\sigma_н]^2 \cdot \frac{q}{z_2}}} \quad (2.7)$$

де $E_{пр}$ — приведений модуль пружності, МПа.

$E_1 = 2{,}1 \cdot 105$ МПа і $E_2 = 1{,}9 \cdot 105$ МПа — відповідно для сталі та бронзи.

$$E_{пр} = \frac{2 \cdot E_1 \cdot E_2}{E_1 + E_2} \quad (2.8)$$

$$E_{пр} = \frac{2 \cdot 2{,}1 \cdot 0{,}9}{2{,}1 + 0{,}9} = 1{,}26 \cdot 10^5 \text{ МПа}$$

q — коефіцієнт діаметра черв'яка, який визначають у межах $q = (0{,}2 \dots 0{,}4)z_2$..

Відповідно до рекомендацій, при $u = 14 \dots 30$ приймаємо число заходів черв'яка $z_1 = 2$..

Тоді число зубців колеса становитиме:

$$z_2 = z_1 \cdot u \quad (2.9)$$

$$z_2 = 2 \cdot 22{,}4 = 44{,}8$$

$$q = (0{,}2 \dots 0{,}4) \cdot 44{,}8 = 9{,}856 \dots 17{,}92$$

Приймаємо $q = 12{,}5$ [13].

При $T_2 = 172{,}3$ Н·м одержуємо:

$$a_2 = 0{,}625\left(\frac{12{,}5}{45} + 1\right)\sqrt[3]{\frac{1{,}26 \cdot 10^5 \cdot 172{,}3 \cdot 10^3}{226{,}1^2 \cdot \frac{12{,}5}{45}}} = 91{,}95 \text{ мм}$$

Із стандартного ряду приймаємо $a_w = 100$ мм.

Визначаємо модуль передачі:

$$m = \frac{2a}{q + z_2} \quad (2.10)$$

За стандартним рядом приймаємо модуль $m = 3{,}5$ мм.

$$q = \frac{2a - m \cdot z_2}{m} \quad (2.11)$$

$$q = \frac{2 \cdot 100 - 3{,}5 \cdot 45}{3{,}5} = 12{,}14$$

Приймаємо стандартне значення $q = 12{,}5$.

Визначимо геометричні параметри черв'ячної передачі та колеса, мм:

$$d_1 = m \cdot q = 3{,}5 \cdot 12{,}5 = 43{,}75 \text{ мм}$$

$$d_2 = m \cdot z_2 = 3{,}5 \cdot 45 = 157{,}5 \text{ мм}$$

$$d_{a1} = d_1 + 2m = 43{,}75 + 2 \cdot 3{,}5 = 50{,}75 \text{ мм}$$

$$d_{a2} = d_2 + 2m = 157{,}5 + 2 \cdot 3{,}5 = 164{,}5 \text{ мм}$$

$$d_{f2} = d_1 - 2{,}4m = 43{,}75 - 2{,}4 \cdot 3{,}5 = 52{,}15 \text{ мм}$$

$$d_{f2} = d_2 - 2{,}4m = 157{,}5 - 2{,}4 \cdot 3{,}5 = 165{,}9 \text{ мм}$$

$$b_1 = (11 + 0{,}06z_2)m = (11 + 0{,}06 \cdot 45) \cdot 3{,}5 = 47{,}95 \text{ мм}$$

$$b_2 = 0{,}75 \cdot d_a = 0{,}75 \cdot 50{,}75 = 38 \text{ мм}$$

Уточнене значення міжосьової відстані:

$$a = 0{,}5(d_1 + d_2) = 0{,}5(43{,}75 + 157{,}5) = 100{,}6 \text{ мм}$$

2.5 Результати проєктування та розрахункового обґрунтування конструкції



Рисунок 2.2 – Пересувний гідравлічний підйомник для зняття та встановлення агрегатів

На підставі розробленої конструкторської документації, робочих креслень та виконаних інженерних розрахунків на міцність і працездатність був виготовлений дослідний зразок гідравлічного підйомника в умовах ремонтного підприємства. У

процесі виготовлення було враховано вимоги до надійності, жорсткості, стійкості конструкції та безпеки її експлуатації, що дало змогу створити пристрій, придатний для практичного використання у виробничих умовах.

Після виготовлення підйомник пройшов перевірку в роботі та підтвердив відповідність закладеним у проєкті технічним параметрам. Практичне застосування показало, що конструкція є зручною в експлуатації, забезпечує необхідну висоту підіймання, полегшує виконання ремонтно-монтажних операцій і зменшує фізичне навантаження на обслуговуючий персонал. Особливо ефективним виявилося використання підйомника під час проведення ремонтів вузлів і агрегатів автомобільної та тракторної техніки, де необхідне швидке, безпечне та надійне підіймання важких елементів.

На сьогодні розроблений гідравлічний підйомник успішно використовується на підприємстві як ефективний допоміжний засіб у процесі технічного обслуговування і ремонту машин. Його впровадження сприяє підвищенню продуктивності праці, скороченню тривалості окремих технологічних операцій, покращенню умов праці робітників та зниженню ризику травмування під час виконання ремонтних робіт. Зовнішній вигляд виготовленої конструкції наведено на рисунку 2.2.

3 ОХОРОНА ПРАЦІ

3.1 Охорона праці під час виконання робіт

3.1.1 Основні вимоги безпеки при ремонті двигунів внутрішнього згоряння

Безпека праці — це такий стан умов праці, за якого на працівників не впливають небезпечні та шкідливі виробничі фактори.

Під час ремонту двигунів внутрішнього згоряння обладнання, пристрої, інструмент і підйомно-транспортні засоби повинні перебувати у повністю справному стані. До роботи на обладнанні допускаються лише ті працівники, які пройшли інструктаж з охорони праці та ознайомлені з правилами його експлуатації. Складання дрібних вузлів із виконанням слюсарного припасування необхідно проводити на спеціально обладнаних столах і верстаках, що дає змогу запобігти падінню деталей.

Для миття деталей слід застосовувати лише технічно справні мийні машини та установки. Мийні дільниці повинні бути оснащені витяжними пристроями для відведення парів і рідин. У разі використання технічного керосину для очищення деталей необхідно застосовувати пересувні ванни.

Щоб запобігти подразненню та пошкодженню шкіри рук під час миття деталей двигуна в керосині, працівники повинні попередньо наносити на руки захисний шар вазеліну.

Слюсарні роботи потрібно виконувати на міцних і стійких верстаках зі сталевим покриттям. Увесь слюсарний інструмент має бути справним і придатним до безпечного використання.

Усе обладнання дільниці, а також закріплений за ним інструмент повинні обслуговуватися працівниками, які відповідають за його експлуатацію. Деталі, що підлягають обробці, необхідно точно встановлювати та надійно закріплювати на верстатах.

3.1.2 Організація робочого місця і вимоги безпеки праці при газополуменевому ремонті тріщин блока циліндрів двигуна КамАЗ-740

Безпечне виконання робіт під час газового зварювання та різання можливе лише за умови правильного користування обладнанням, апаратурою й матеріалами.

Балони призначені для транспортування та зберігання кисню і горючих газів. Під час роботи їх необхідно закріплювати у вертикальному положенні за допомогою хомута

або ланцюга, розміщуючи не ближче ніж за 5 м від джерел відкритого вогню і не ближче ніж за 1 м від приладів центрального опалення.

Не допускається повне використання газу з балона. Залишковий тиск кисню в балоні повинен бути не менше 0,5 атм, а ацетилену — не менше 0,5–2 атм за температури 15–20 °С.

Особливу увагу слід приділяти зберіганню карбіду кальцію. Сам по собі він не є вибухонебезпечним, однак при контакті з водою розкладається з утворенням ацетилену, який у суміші з повітрям може створювати вибухонебезпечне середовище. Саме тому під час перевезення та зберігання карбід кальцію упаковують у герметично закриті бідони або барабани з відповідним маркуванням «Карбід». Зберігати його необхідно в окремому приміщенні, ізольованому від генератора, у кількості не більше 200 кг.

Для з’єднання рукавів, балонів або генераторів із пальниками чи різаками застосовують гнучкі гумові рукави обплетеної конструкції відповідно до ГОСТ 9356-60. Під час роботи з пальниками і різаками полум’я слід запалювати в чітко визначеній послідовності: спочатку трохи відкривають кисневий вентиль, потім більшою мірою — ацетиленовий, після чого суміш одразу підпалюють. Далі виконують регулювання полум’я. Для гасіння полум’я спочатку перекривають ацетиленовий вентиль, а вже потім — кисневий [11].

Газозварники та газорізальники повинні працювати у рукавицях і спеціальному одязі, що забезпечує захист шкіри від потрапляння бризок металу та шлаку. Для захисту очей зварники зобов’язані користуватися окулярами із захисними скельцями відповідно до ГОСТ 9497-60.

Під час ручного електродугового зварювання нещасні випадки можуть виникати внаслідок ураження електричним струмом, інтенсивного світлового випромінювання дуги, а також опіків від крапель розплавленого металу й шлаку.

Характер і ступінь ураження залежать від сили струму та електричного опору тіла людини. Струм силою до 0,002 А зазвичай переноситься безболісно, тоді як 0,05 А вже є небезпечним для життя. Вищі значення можуть спричинити смертельні наслідки. Чим вища напруга і менший опір тіла, тим сильнішим буде ураження електричним струмом.

Електрична дуга чинить сліпучий вплив не лише на зварника, а й на людей, які перебувають поблизу. Крім видимого випромінювання, у спектрі дуги містяться невидимі ультрафіолетові та інфрачервоні промені, що можуть викликати запалення

слизової оболонки очей і опіки шкіри. Для захисту обличчя та очей зварники використовують щитки або маски (ГОСТ 1361-69), обладнані спеціальними світлофільтрами (ГОСТ 9497-60). Залежно від умов праці підбирають світлофільтр відповідного номера. Із зовнішнього боку світлофільтр додатково захищають звичайним віконним склом, яке замінюють у міру його забруднення.

Захисні гази, що застосовуються під час зварювання, зокрема аргон, гелій, азот і вуглекислий газ, зберігають у балонах під надлишковим тиском до 150 атм. Саме тому під час їх транспортування, зберігання та експлуатації необхідно суворо дотримуватися встановлених правил безпеки та вимог органів технічного нагляду [11].

3.1.3 Розрахування системи місцевої вентиляції на газозварювальній дільниці

Об'єм повітря, що видаляється місцевою витяжною вентиляцією для зварювального поста, визначаємо за формулою [6]:

$$L = \frac{10 \cdot G \cdot g \cdot K}{g_{\text{ПДК}} - g_{\text{Н}}} \tag{3.1}$$

де G — маса електродів, що витрачаються за годину, кг/год;

g — вміст шкідливих компонентів в електродах, г/кг;

K — частка токсичних речовин, що виділяються в повітря, у відсотках від g;

$g_{\text{ПДК}}$ — гранично допустима концентрація шкідливої речовини в повітрі робочої зони, мг/м³;

$g_{\text{Н}}$ — концентрація шкідливої речовини в зовнішньому повітрі, мг/м³.

Для розрахунку приймаємо: $G = 1$ кг/год; $g = 67{,}2$ г марганцю в 1 кг електродів;

$K = 3\%$ — частка оксиду марганцю, що потрапляє в повітря під час згоряння електрода: $g_{\text{ПДК}} = 0{,}3$ мг/м³; $g_{\text{Н}} = 0$.

$$L = \frac{10 \cdot 1 \cdot 67{,}2 \cdot 3}{0{,}3} = 672000 \text{ м}^3/\text{год}$$

Втрати напору на прямих ділянках тгрнопроводу визначаємо за формулою [6]:

$$\text{Н}_{\text{пп}} = \frac{\psi \cdot l_{\text{т}} \cdot \text{Р}_{\text{в}} \cdot V_{2\text{ср}}}{2 \cdot D_{\text{Т}}} \tag{3.2}$$

где ψ – коэффициент, учитывающий сопротивление тгрн (для металлических тгрн $\psi = 0{,}02$);

$l_{\text{т}}$ – длина участка тгрны, м.;

$\text{Р}_{\text{в}}$ – плотность удаляемого воздуха, кг/м3;

$$Р_в = \frac{353}{273 + 18} = 1{,}213$$

$V_{ср}$ – средняя скорость на рассчитываемом участке воздушной сети, м/с. $D_т$ – принятый диаметр тгрны на участке, м, принимаем, $D_т = 0{,}28$ м.

$$Н_{пп} = \frac{0{,}02 \cdot 5 \cdot 1{,}213 \cdot 100}{2 \cdot 0{,}28} = 22 \text{ Па}$$

Розрахуємо місцеві втрати напору, $Н_м$, у переходах, колінах і жалюзі:

$$Н_м = 0{,}5 \cdot \psi_м \cdot V_{ср2} \cdot Р_в \quad (3.3)$$

Де $\psi_м$ — коефіцієнт місцевих втрат напору.

$$\psi_м = 0{,}5 + 0{,}2 + 1{,}1 + 1{,}1 + 3 = 5{,}9$$

Тоді місцеві втрати напору становитимуть:

$$Н_м = 0{,}5 \cdot 5{,}4 \cdot 100 \cdot 1{,}213 = 358 \text{ Па}$$

Сумарні втрати напору [6]:

$$Н_л = Н_{пп} + Н_м = Н_в \quad (3.4)$$

$$Н_л = 22 + 358 = 380 \text{ Па}$$

Знаючи величину максимальних втрат, за номограмою підбираємо вентилятор з такими параметрами: $N = 5, \eta = 0{,}56, A = 3000.$

Визначаємо частоту обертання вентилятора:

$$n_В = А/N \quad (3.5)$$

Визначаємо потужність електродвигуна для місцевої вентиляції, кВт:

$$Р = L \cdot H_в/3{,}6 \cdot 10^6 \cdot \eta_в \cdot R_n \quad (3.6)$$

де: L — необхідна продуктивність вентилятора, м³/год;

$Н_в$ — тиск, що створюється вентилятором, Па;

$\eta_в$ — коефіцієнт корисної дії вентилятора;

$\eta_п$ — коефіцієнт корисної дії передачі.

$$Р_{дв} = 6 \cdot 720 \cdot \frac{380}{3{,}6} \cdot 10^6 \cdot 0{,}56 \cdot 0{,}95 = 1{,}33 \text{ кВт}$$

Приймаємо електродвигун нормального виконання. Визначаємо встановлену потужність електродвигуна Руст, кВт [6]:

$$Р_{уст} = Р_{дв} \cdot К \quad (3.7)$$

де K — коефіцієнт запасу потужності; у розрахунку приймаємо $K = 1{,}2$.

$$Р_{уст} = 1{,}33 \cdot 1{,}2 = 1{,}6 \text{ кВт}$$

Приймаємо електродвигун із номінальною потужністю 2,2 кВт.

За номограмою підбору вентиляторів обираємо вентилятор № 4 серії Ц4-70 з коефіцієнтом корисної дії 0,4 [19].

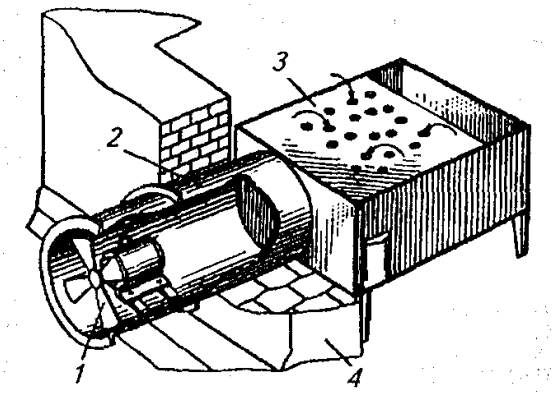


Рисунок 3.1 – Витяжна вентиляція на робочому місці зварника: 1 – вентилятор; 2 – витяжна тгрна; 3 – стіл зварника; 4 – стіна.

3.1.4 Визначення розрахункового струму плавкої вставки

У другому розділі кваліфікаційної роботи розроблено пересувний гідравлічний підйомник, призначений для зняття агрегатів з автомобіля, їх розбирання та транспортування. Привід цього пристрою здійснюється за допомогою електродвигуна, шестеренного насоса та гідроциліндра.

На дільниці відновлення, обкатки та випробування двигунів і агрегатів за певних умов може утворюватися виробниче середовище, шкідливе для організму людини. Основну небезпеку для працівників становлять рухомі механізми, електричний струм, а також шкідливі речовини у вигляді газів і парів нафтопродуктів. З огляду на це до виконання робіт допускаються лише особи, яким виповнилося 18 років, які мають відповідне кваліфікаційне посвідчення, добре знають будову машин і механізмів та пройшли первинний інструктаж з охорони праці.

Привід гідроциліндра крана здійснюється від електродвигуна. Під час увімкнення агрегату може виникнути небезпечна ситуація, пов’язана із замиканням фазного проводу на корпус електродвигуна. Для запобігання ураженню працівників електричним струмом застосовують захисне занулення, тобто навмисне електричне з’єднання металевих неструмоведучих частин електродвигуна, які можуть опинитися під напругою, з нульовим проводом мережі. З цією метою корпус електродвигуна електрично з’єднують із нульовим проводом.

У разі замикання фазного проводу електродвигуна на корпус виникає струм великої сили, під дією якого швидко перегорають плавкі вставки запобіжників, що

забезпечує відключення пошкодженої фази. Такий захист буде ефективним лише за умови, що струм короткого замикання є достатнім для розплавлення плавкої вставки запобіжника. Саме тому необхідно правильно визначити розрахунковий струм плавкої вставки.

Відповідно до ПУЕ, струм короткого замикання $I_{к.з.}$ повинен перевищувати струм плавкої вставки $I_{п}$ за такою умовою:

$$I_{к.з.} \geq 3 \cdot I_{п} \tag{3.8}$$

Визначаємо номінальний струм плавкої вставки запобіжника $I_{п}$:

$$I_{п} = К_{п} \cdot I_{н} \tag{3.9}$$

де $К_{п}$ — коефіцієнт кратності пускового струму, який приймають у межах 5…7;

$I_{н}$ — номінальний струм електродвигуна, А.

Визначаємо $I_{н}$ із формули потужності [6]:

$$N = \sqrt{3 \cdot U \cdot I_{н} \cdot cos\varphi \cdot \eta} \tag{3.10}$$

де N — потужність електродвигуна, кВт;

U — напруга мережі, В;

$cos\varphi$ — коефіцієнт зсуву фаз;

η — коефіцієнт корисної дії електродвигуна, який приймають у межах 0,85…0,90.

$$I_{н} = \frac{N}{\sqrt{3 \cdot U \cdot I_{н} \cdot cos\varphi \cdot \eta}} \tag{3.11}$$

$$I_{н} = \frac{5...7}{\frac{N}{\sqrt{3 \cdot U \cdot I_{н} \cdot cos\varphi \cdot \eta}}} \tag{3.12}$$

Для електродвигуна, приймаємо такі параметри: $N = 2{,}8$ кВт, $cos\varphi = 0{,}95$, $\eta = 0{,}90$.

При цьому коефіцієнт кратності пускового струму приймаємо $K_{п} = 7$.

Підставимо числові значення у формулу:

$$I_{п} = \frac{7 \cdot 2{,}8 \cdot 1000}{\sqrt{3 \cdot 380 \cdot 0{,}95 \cdot 0{,}90}} = 34{,}9 \text{ А}$$

Визначимо струм запобіжника:

$$I_{п.р} = I_{п}/2{,}5 \tag{3.13}$$

$$I_{п.р} = \frac{34{,}9}{2{,}5} = 13{,}9 \text{ А}$$

За розрахунковим значенням струму підбираємо тип запобіжника: приймаємо до встановлення запобіжник типу ПР-2 на струм 15 А.

3.1.5 Вимоги пожежної безпеки

Вимоги пожежної безпеки регламентуються Правилами протипожежного режиму.

Для забезпечення належного рівня пожежної безпеки необхідно неухильно дотримуватися встановлених правил і вимог.

Електропроводка, а також усі електромонтажні роботи повинні виконуватися у повній відповідності до чинних правил улаштування електроустановок.

Для гасіння пожежі на початковій стадії її розвитку на дільниці ремонту двигунів внутрішнього згоряння обов’язково має бути справний і заряджений вогнегасник, наприклад ОУ-5. Стелажі, верстаки та підлогу необхідно регулярно очищати від слідів масла. Миття деталей і вузлів слід проводити керосином у металевій ємності з кришкою, при цьому робочий стіл, на якому виконуються ці операції, повинен бути оббитий листовою сталлю. Пролите масло або паливо необхідно негайно засипати піском. Усі робочі місця мають бути забезпечені ефективною вентиляцією.

Після завершення роботи потрібно ретельно прибрати приміщення, а також вимкнути силову та освітлювальну електромережу.

На робочому місці забороняється:

– палити;
– захаращувати проходи;
– залишати працююче обладнання без нагляду.

4 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Аналіз техніко-економічних показників процесу відновлення блока циліндрів двигуна

Повну собівартість відновлення блока визначаємо за формулою [22]:

$$С_{п} = С_{р.м} + С_{пр.н} + С_{оп} + С_{ох} + С_{вп} \quad (4.1)$$

де $С_{пр.н}$ — заробітна плата виробничих робітників з нарахуваннями, грн.;

$С_{р.м}$ — вартість ремонтних матеріалів, грн.;

$С_{оп}$, $С_{ох}$ і $С_{вп}$ — відповідно загальновиробничі, загальногосподарські та позавиробничі накладні витрати, грн.

Для відновлення однієї тріщини в одному блоці, включаючи його підігрів, витрачається 4 л ацетилену, 4,4 л кисню та 0,06615 кг електрода. Вартість 1 л ацетилену становить 115 грн., 1 л кисню — 5 грн., а 1 кг електрода — 64 грн. Отже, вартість матеріалів дорівнюватиме:

$$С_{р.м} = 460 + 22 + 4{,}23 = 491{,}23 \text{ грн}$$

Заробітна плата виробничих робітників визначається за формулою [22]:

$$С_{пр.н} = С_{пр} + С_{дод} + С_{від} \quad (4.2)$$

де $С_{пр}$ — основна заробітна плата, грн.

де $С_{дод}$ — додаткова заробітна плата, грн.;

$С_{від}$ — відрахування із заробітної плати на соціальне страхування, грн.

Основна заробітна плата [22]:

$$С_{пр} = Т_{ш.к.} \cdot С_{ч} \cdot К_{д} \quad (4.3)$$

де $Т_{ш.к.}$ — штучно-калькуляційний час, год;

$С_{ч} = 100$ грн./год — годинна тарифна ставка за середнім розрядом робітників, які беруть участь у відновленні (4-й розряд), при $К_{отр} = 1{,}8$;

$К_{д} = 1{,}03$ — коефіцієнт, що враховує доплати до основної заробітної плати.

Штучно-калькуляційний час визначаємо за формулою [22]:

$$Т_{ш.к.} = Т_{шт} + \frac{Т_{п.з}}{n} \quad (4.4)$$

$$Т_{ш.к.} = 46{,}51 + \frac{22}{12} = 48{,}34 \text{ хв} = 0{,}805 \text{ год}$$

де $Т_{п.з}$ — підготовчо-заключний час, хв;

$Т_{шт}$ — штучний час, хв;

n — розмір виробничої партії.

Підготовчо-заключний час $T_{п.з}$ визначають шляхом підсумовування значень $t_{п.з}$ за всіма операціями маршрутної карти. Штучний час $T_{шт}$ також встановлюють сумуванням штучного часу за всіма операціями маршрутної карти.

Отже:

$$С_{ПР} = 0{,}805 \cdot 100 \cdot 1{,}03 = 82{,}9 \text{ грн}$$

Додаткова заробітна плата виробничих робітників:

$$С_{дод} = 0{,}12 \cdot С_{ПР} \quad (4.5)$$

$$С_{дод} = 0{,}12 \cdot 82{,}9 = 9{,}9 \text{ грн}$$

Відрахування із заробітної плати на соціальне страхування:

$$С_{від} = 0{,}30(С_{ПР} + С_{дод}) \quad (4.6)$$

$$С_{від} = 0{,}30(82{,}9 + 9{,}9) = 27{,}8 \text{ грн}$$

$$С_{пр.н} = 82{,}9 + 9{,}9 + 27{,}8 = 120{,}6 \text{ грн}$$

Загальновиробничі, загальногосподарські та позавиробничі витрати визначаємо за формулами [22]:

$$С_{ОП} = R_{ОП} \cdot С_{ПР}/100 \quad (4.7)$$

$$С_{ОХ} = R_{ОХ} \cdot С_{ПР}/100 \quad (4.8)$$

$$С_{ВП} = R_{ВП} \cdot С_{ПР}/100 \quad (4.9)$$

де $R_{ОП}$, $R_{ОХ}$ і $R_{ВП}$ — відповідно відсоток загальновиробничих, загальногосподарських і позавиробничих витрат.

Приймаємо: $R_{ОП} = 66\%$, $R_{ОХ} = 12\%$, $R_{ВП} = 1\%$.

Таким чином:

$$С_{ОП} = 66 \cdot \frac{82{,}9}{100} = 54{,}7 \text{ грн}$$

$$С_{ОХ} = 12 \cdot \frac{82{,}9}{100} = 10 \text{ грн}$$

$$С_{ВП} = 1 \cdot \frac{82{,}9}{100} = 0{,}8 \text{ грн}$$

Тоді повна собівартість відновлення блока становитиме:

$$С_{П} = 491{,}23 + 116{,}9 + 54{,}7 + 10 + 0{,}8 = 677{,}3 \text{ грн}$$

4.2 Аналіз економічної ефективності застосування гідравлічного підіймача

4.2.1 Обчислення собівартості виготовлення пристрою

Визначаємо витрати на виготовлення пристрою за формулою [22]:

$$С_{кон} = С_{к.д} + С_{о.д} + С_{п.д} + С_{зб.н} + С_{оп} \quad (4.10)$$

де $С_{к.д}$ — вартість виготовлення корпусних деталей, рам і каркасів, грн.;

$С_{о.д}$ — витрати на виготовлення оригінальних деталей, грн.;

$С_{п.д}$ — вартість покупних деталей і вузлів за прейскурантом, грн.;

$С_{зб.н}$ — повна заробітна плата виробничих робітників з нарахуваннями, зайнятих складанням конструкції, грн.;

$С_{оп}$ — загальновиробничі (цехові) накладні витрати на виготовлення пристрою, грн.

Вартість корпусних деталей визначаємо за формулою [22]:

$$С_{к.д} = Q_к \cdot С_{г.д} \quad (4.11)$$

$$С_{к.д} = 80 \cdot 60 = 4800 \text{ грн}$$

де $Q_к = 80$ кг — маса матеріалу, витраченого на виготовлення корпусу двопотокового редуктора, рами та інших деталей, кг;

$С_{г.д} = 60$ грн./кг — середня вартість 1 кг готових деталей, грн./кг.

Витрати на виготовлення оригінальних деталей [22]:

$$С_{о.д} = С_{пр.н} + С_{м.з} \quad (4.12)$$

де $С_{пр.н}$ — заробітна пллата виробничих робітників з нарахуваннями, зайнятих виготовленням оригінальних деталей, грн.;

$С_{м.з}$ — вартість матеріалу заготовок, грн.

Повна заробітна плата робітників, зайнятих виготовленням оригінальних деталей [22]:

$$С_{пр.н} = С_{пр} + С_д + С_{соц} \quad (4.13)$$

де $С_{пр}$ — основна заробітна плата виробничих робітників, грн.;

$С_д$ — додаткова заробітна плата робітників, грн.;

$С_{соц}$ — нарахування на соціальне страхування, грн.

Основна заробітна плата виробничих робітників [22]:

$$С_{пр} = \sum t_{ср} \cdot С_ч \cdot К_д \quad (4.14)$$

$$С_{пр} = 12{,}3 \cdot 100 \cdot 1{,}03 = 1266{,}9 \text{ грн}$$

де $\sum t_{ср}$ — середня сумарна трудомісткість виготовлення оригінальних деталей, люд.-год;

$С_ч = 100$ грн. — погодинна тарифна ставка робітників за середнім розрядом (4-й розряд);

$К_д = 1,03$ — коефіцієнт, що враховує доплати до основної заробітної плати.

Додаткова заробітна плата виробничих робітників:

$$С_д = 0,1 \cdot С_{пр} \quad (4.15)$$

$$С_д = 0,1 \cdot 1266,9 = 126,7 \text{ грн}$$

Нарахування на соціальне страхування:

$$С_{соц} = 0,30(С_{пр} + С_д) \quad (4.16)$$

$$С_{соц} = 0,30(1266,9 + 126,7) = 418,1 \text{ грн}$$

$$С_{пр.н} = 1266,9 + 126,7 + 418,1 = 1811,7 \text{ грн}$$

Вартість матеріалу заготовок для виготовлення оригінальних деталей (валів, вилок перемикання, стаканів підшипників) визначаємо за формулою [22]:

$$С_{м.з} = С_з \cdot Q_з \quad (4.17)$$

$$С_{м.з} = 40 \cdot 10 = 400 \text{ грн}$$

де $С_з = 40$ грн./кг — вартість 1 кг матеріалу заготовок (прокату), грн.;

$Q_з = 10$ кг — маса заготовок, кг.

Звідси:

$$С_{о.д} = 1755,9 + 400 = 2155,9 \text{ грн}$$

Вартість покупних деталей і виробів. До них належать електродвигун, гідроциліндр, маслобак, розподільник, гідравлічні шланги, поворотні колеса, шестерні, болти, гайки, шайби, ущільнювальні кільця та підшипники. Загальна вартість покупних деталей становить: $С_{п.д} = 6500$ грн.

Повна заробітна плата виробничих робітників, зайнятих на складанні конструкції [22]:

$$С_{сб.н} = С_{зб} + С_{д.зб} + С_{соц.зб} \quad (4.18)$$

де $С_{зб}$ — основна заробітна плата виробничих робітників, зайнятих складанням, грн.;

$С_{д.зб}$ — додаткова заробітна плата робітників, грн.;

$С_{соц.зб}$ — нарахування на соціальне страхування, грн.

Основну заробітну плату робітників, зайнятих складанням, обчислюємо за формулою [22]:

$$С_{зб} = Т_{зб} \cdot С_ч \cdot К_д \quad (4.19)$$

де $Т_{зб}$ — нормативна трудомісткість складання конструкції, люд.-год.

Нормативну трудомісткість визначають за формулою:

$$Т_{зб} = К_з \cdot \sum t_{зб} \quad (4.20)$$

$$Т_{зб} = 1{,}08 \cdot 5{,}8 = 6{,}264 \text{ люд/год}$$

де $К_з$ — коефіцієнт, що враховує співвідношення між повним і оперативним часом складання; у розрахунку приймаємо $К_з = 1{,}08$;

$\sum t_{зб}$ — сумарна трудомісткість складання окремих елементів конструкції, люд.-год.

Отже:

$$С_{зб} = 6{,}264 \cdot 100 \cdot 1{,}03 = 645{,}2 \text{ грн}$$

Додаткова заробітна плата робітників, зайнятих складанням конструкції:

$$С_{д.зб} = 0{,}1 \cdot С_{зб} \quad (4.21)$$

$$С_{д.зб} = 0{,}1 \cdot 645{,}2 = 64{,}5 \text{ грн}$$

Нарахування на соціальне страхування [22]:

$$С_{соц.зб} = 0{,}30(С_{зб} + С_{д.зб}) \quad (4.22)$$

$$С_{соц.зб} = 0{,}30(645{,}2 + 64{,}5) = 212{,}9 \text{ грн}$$

$$С_{сб.н} = 645{,}2 + 64{,}5 + 212{,}9 = 922{,}6 \text{ грн}$$

Загальновиробничі (цехові) накладні витрати на виготовлення конструкції визначаємо за формулою [22]:

$$С_{оп} = (С_{пр} + С_{зб}) \cdot R_{оп}/100 \quad (4.23)$$

$$С_{оп} = (1266{,}9 + 645{,}2) \cdot \frac{18}{100} = 344{,}2 \text{ грн}$$

де$С_{пр}$ і $С_{зб}$ — заробітна плата виробничих робітників, зайнятих виготовленням деталей і складанням конструкції, грн.;

$R_{оп} = 18\%$— загальновиробничі накладні витрати.

Отже, загальні витрати на виготовлення конструкції становитимуть:

$$С_{кон} = 4800 + 2155{,}9 + 6500 + 894{,}2 + 344{,}2 = 14722{,}7 \text{ грн}$$

Приймаємо вартість виготовлення конструкції на рівні 15000 грн.

4.3 Техніко-економічне обґрунтування організації газозварювальної дільниці

Цехову собівартість робіт за рік по цеху визначаємо за формулою [22]:

$$С_ц = С_{пр.н} + С_{р.м} + С_{оп} \quad (4.24)$$

де $С_{пр.н}$ — повна заробітна плата виробничих робітників, грн.;

$С_{р.м}$ — вартість ремонтних матеріалів, грн.;

$С_{оп}$ — накладні витрати, грн.

Повну заробітну плату визначають за формулою [22]:

$$С_{пр.н} = С_{пр} + С_{дод} + С_{соц} \quad (4.25)$$

де $С_{пр}$ — оплата праці виробничих робітників, грн.;

$С_{дод}$ — додаткова оплата праці виробничих робітників, грн.;

$С_{соц}$ — відрахування на соціальне страхування, грн.

Оплату праці виробничих робітників визначають за формулою [22]:

$$С_{пр} = Т \cdot С_{ч} \cdot К_{t} \quad (4.26)$$

де $T = 14041{,}02$ люд.-год — сумарна трудомісткість робіт по цеху;

$С_{ч} = 100$ грн./год — середня погодинна тарифна ставка слюсарів 4-го розряду при $K_{від} = 1{,}8$;

$К_{t} = 1{,}03$ — коефіцієнт, що враховує доплату за понаднормові години роботи.

$$С_{пр} = 14041{,}02 \cdot 100 \cdot 1{,}03 = 1446225 \text{ грн}$$

Додаткова оплата праці виробничих робітників:

$$С_{дод} = 0{,}1 \cdot 1446225 = 144622{,}5 \text{ грн}$$

Відрахування на соціальне страхування [22]:

$$С_{соц} = 0{,}30(С_{пр} + С_{дод}) \quad (4.27)$$

$$С_{соц} = 0{,}30(1446225 + 144622{,}5) = 477254{,}3 \text{ грн}$$

Тоді повна заробітна плата виробничих робітників становитиме:

$$С_{пр.н} = 1446225 + 144622{,}5 + 477254{,}3 = 2068101{,}8 \text{ грн}$$

Вартість ремонтних матеріалів:

$$С_{рм} = 1{,}25 \cdot С_{пр.н} \quad (4.28)$$

$$С_{рм} = 1{,}25 \cdot 2068101{,}8 = 2585127{,}3 \text{ грн}$$

Загальновиробничі витрати (за даними підприємства — 9,2 % від заробітної плати):

$$С_{оп} = 0{,}092 \cdot С_{пр} \quad (4.29)$$

$$С_{оп} = 0{,}092 \cdot 1446225 = 133052{,}7 \text{ грн}$$

Таким чином, цехова собівартість ремонтних робіт становитиме:

$$С_{ц} = 20618101{,}8 + 2585127{,}3 + 133052{,}7 = 4786281{,}8 \text{ грн}$$

Повна собівартість робіт на дільниці становитиме [22]:

$$С_{п} = С_{ц} + С_{ох} + С_{вп} \quad (4.30)$$

де $С_{ох}$ — загальногосподарські витрати, грн.;

$С_{вп}$ — позавиробничі витрати, грн.

Загальногосподарські та позавиробничі витрати визначаємо за такими формулами:

$$С_{ох} = С_{пр} \cdot R_{ох}/100 \text{ та } С_{вп} = С_{пр} \cdot R_{вп}/100 \quad (4.31)$$

де $R_{ох}$ і $R_{вп}$ — відсоток відповідно загальногосподарських і позавиробничих витрат.

$$С_{ох} = 1446225 \cdot \frac{14}{100} = 202471{,}5 \text{ грн}$$

$$С_{вп} = 1446225 \cdot \frac{1{,}0}{100} = 14462{,}25 \text{ грн}$$

Таким чином, повна собівартість робіт з ремонту двигунів становитиме:

$$С_{п} = 4786281{,}8 + 202471{,}5 + 14462{,}25 = 5003215{,}6 \text{ грн}$$

Рівень рентабельності продукції визначаємо за формулою [22]:

$$Р_{п} = (С_{о.ц} - С_{п}) \cdot 100/С_{п} \quad (4.32)$$

$$Р_{п} = (2300 - 673{,}6)\frac{100}{673{,}6} = 241{,}4\%$$

де $С_{о.ц} = 2300$ грн. — середня вартість відновлення блока на інших підприємствах.

$С_{п} = 677{,}3$ грн. — повна собівартість відновлення блока за розробленою технологією.

Річна економія від упровадження технології відновлення блока визначається за формулою [22]:

$$Е_{г} = (С_{о.ц} - С_{п}) \cdot N \quad (4.33)$$

$$Е_{г} = (2300 - 677{,}3)100 = 162270 \text{ грн}$$

де $N = 100$ — річна програма ремонту блоків.

Капітальні вкладення на впровадження технології відновлення блока включають вартість комплекту газозварювального обладнання: ГНВ-1,25, гумові рукави за ГОСТ 9365-79, балони для ацетилену та кисню об’ємом 150 л, ацетиленовий газовий пальник Г2С-М (Красс), зварювальні кліщі К-243В. Загальна вартість цього обладнання становить 81500 грн. Крім того, у розрахунок включено вартість гідравлічного підйомника в сумі 15000 грн.

Отже, загальний обсяг капітальних вкладень становить: $К = 96500$ грн.

Строк окупності капітальних вкладень при впровадженні технології відновлення блоків циліндрів визначаємо за формулою [22]:

$$О_{г} = К/Е_{г} \quad (4.34)$$

$$О_{г} = \frac{96500}{162270} = 0{,}6 \text{ роки}$$

Фондоозброєність — це показник, що характеризує рівень забезпеченості праці персоналу підприємства основними виробничими засобами:

$$К_в = \frac{К}{Р_{ср}} \quad (4.35)$$

де $Р_{ср}$ — кількість робітників на газозварювальній дільниці $Р_{ср} = 2$.

$$К_в = \frac{96500}{2} = 48250 \text{ грн/люд}$$

Основні техніко-економічні показники розробленої технології наведено в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Техніко-економічні показники

Найменування показника	Варіант	
	базовий	новий
1. Додаткові капітальні вкладення, грн.	-	96500
2. Вартість відновлення блоку за існуючою технологією, грн.	2300	-
3. Собівартість відновлення блоку за розробленою технологією, грн.	-	677,3
4. Річна програма з ремонту, прим.	100	100
5. Річний економічний ефект, грн.	-	162270
6. Строк окупності капітальних вкладень, років	-	0,6
7. Коефіцієнт ефективності капітальних вкладень	-	1,7

За результатами виконаних розрахунків можна зробити висновок, що запропонована технологія є економічно доцільною для впровадження. За умови додаткових капіталовкладень у розмірі 96500 грн. зниження собівартості ремонту забезпечує отримання річної економії 162270 грн. При цьому строк окупності вкладених коштів становить 0,6 року, що свідчить про достатньо високу ефективність розроблених технічних і технологічних рішень.

ВИСНОВОК

У роботі проведено аналіз основних дефектів блока циліндрів двигуна КамАЗ-740 та розглянуто способи їх усунення.

Розроблено технологічний процес заварювання тріщин у блоках циліндрів двигуна КамАЗ-740 методом газового зварювання. Для впровадження цієї технології підібрано необхідне обладнання. На підставі виконаних розрахунків установлено, що площа газозварювальної дільниці повинна становити 18 м².

Також спроєктовано мобільний гідравлічний підйомник і виконано технологічні та міцнісні розрахунки його основних елементів.

Опрацьовано заходи з охорони праці та екологічного забезпечення під час відновлення блоків циліндрів методом газового зварювання. Крім того, виконано розрахунок місцевої вентиляції для газозварювальної дільниці.

За результатами економічних розрахунків установлено, що річний економічний ефект від упровадження технології відновлення блоків циліндрів двигуна КамАЗ-740 газовим зварюванням становитиме 162270 грн., а строк окупності додаткових капіталовкладень дорівнюватиме 0,6 року.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ремонт машин та обладнання : підручник / В. І. Черкун, М. І. Бєлов, О. В. Мельник. Київ : Урожай, 2018. 376 с.

2. Технологія ремонту машин : навч. посіб. / О. І. Сідашенко, О. А. Науменко, А. Я. Поліський. Харків : ХНТУСГ, 2017. 452 с.

3. Ремонт сільськогосподарської техніки : навч. посіб. / В. М. Кравчук, М. І. Грицишин, В. В. Каплун. Київ : Аграрна освіта, 2015. 320 с.

4. Технологічні процеси ремонту машин : навч. посіб. / А. І. Бойко, В. М. Чумак, С. П. Погорілий. Київ : НУБіП України, 2016. 428 с.

5. Надійність і ремонт машин : навч. посіб. / В. Я. Анілович, В. М. Гриньов, М. І. Черновол. Харків : ХДТУСГ, 2014. 348 с.

6. Черновол М. І. Відновлення деталей машин : навч. посіб. Кропивницький : ЦНТУ, 2012. 352 с.

7. Молодик М. В., Зенкін А. С. Відновлення деталей машин. Київ : Урожай, 1989. 264 с.

8. Організація та технологія ремонту машин : навч. посіб. / В. М. Барановський, С. М. Кухарець, В. М. Поліщук. Житомир : ЖНАЕУ, 2018. 286 с.

9. Технічна експлуатація автомобілів : підручник / В. П. Волков, В. П. Матейчик, П. Б. Комов. Харків : ХНАДУ, 2012. 520 с.

10. Технологічне обладнання для технічного обслуговування та ремонту автомобілів : навч. посіб. / В. П. Волков, В. М. Павленко, О. Б. Комов. Харків : ХНАДУ, 2016. 440 с.

11. Автотракторні двигуни : навч. посіб. / В. М. Кравчук, М. І. Грицишин, В. В. Каплун. Київ : Аграрна освіта, 2014. 312 с.

12. Двигуни внутрішнього згоряння : підручник / А. П. Марченко, А. Ф. Шеховцов, В. В. Пильов. Харків : НТУ «ХПІ», 2015. 500 с.

13. Трактори та автомобілі : підручник / В. М. Погорілий, В. М. Кравчук, О. В. Лавріненко. Київ : Урожай, 2016. 420 с.

14. Деталі машин і основи конструювання : підручник / М. Н. Кіницький, В. О. Бойко, М. М. Кіницький. Київ : Кондор, 2018. 520 с.

15. Писаренко Г. С., Квітка О. Л., Уманський Е. С. Опір матеріалів : підручник. Київ : Вища школа, 2004. 655 с.

16. Розрахунок і конструювання передач : навч. посіб. / В. О. Бойко, О. М.

Кіницький. Київ : Кондор, 2017. 280 с.

17. Металорізальні верстати та технологічне оснащення : навч. посіб. / В. В. Боженко, О. М. Литвиненко. Київ : Центр учбової літератури, 2016. 368 с.

18. Технологія машинобудування : підручник / М. А. Солонинко, О. І. Капустян, В. В. Мельник. Львів : Новий Світ-2000, 2018. 536 с.

19. Зварювання та наплавлення в ремонтному виробництві : навч. посіб. / В. М. Корж, В. Д. Кузнецов, Ю. С. Борисов. Київ : Арістей, 2005. 284 с.

20. Газове зварювання і різання металів : навч. посіб. / В. І. Лихвар, О. М. Макаренко. Київ : Либідь, 2014. 256 с.

21. Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів : підручник / В. М. Корж, В. Д. Кузнецов, Ю. С. Борисов. Київ : Либідь, 2016. 448 с.

22. Проєктування ремонтно-обслуговуючих підприємств : навч. посіб. / О. І. Сідашенко, В. М. Власовець, В. П. Войтов. Харків : ХНТУСГ, 2019. 310 с.

23. Гідравліка, гідромашини та гідроприводи : підручник / О. Ф. Дащенко, О. В. Кравець, В. М. Коваленко. Київ : Каравела, 2017. 480 с.

24. Гідропривід сільськогосподарської техніки : навч. посіб. / В. М. Булгаков, В. В. Адамчук, В. Т. Надикто. Київ : Аграрна наука, 2018. 312 с.

25. ДСТУ 3321:2003. Система конструкторської документації. Терміни та визначення основних понять. Київ : Держспоживстандарт України, 2005. 55 с.