

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ**  
**ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**  
**КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ ІМ. ПРОФ. О.Д. СЕМКОВИЧА**

## **КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

на тему:

Удосконалення процесу заміни шатунно-поршневої групи двигунів легкових автомобілів в умовах станції технічного обслуговування автомобілів на 10 постів кваліфікаційна робота

Виконав: студент групи Ат-41

спеціальності 274 „Автомобільний транспорт”

Беген Іван Михайлович

Керівник: д. т. н., професор Оліскевич М.С.

---

Дубляни 2024



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ**  
**ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**  
**КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО**  
**СЕРВІСУ ІМ. ПРОФ. О.Д. СЕМКОВИЧА**

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Зав. кафедри \_\_\_\_\_

(підпис)

к.т.н., доцент Шарибура А.О.

“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2024 р.

## **ЗАВДАННЯ**

на кваліфікаційну роботу студенту  
**Бегену Івану Михайловичу**

1. Тема роботи: **Удосконалення процесу заміни шатунно-поршневої групи двигунів легкових автомобілів в умовах станції технічного обслуговування автомобілів на 10 постів**  
Керівник роботи: д.т.н., проф. Оліскевич М.С.

Затверджена наказом по університету від 27.11.23 р. 641/К-С

2. Строк здачі студентом закінченої роботи 31.05.2024 року.

3. Вихідні дані: *середньодобова кількість заїздів автомобілів на СТО – 14±6 Технічні умови на поточний ремонт двигунів легкових автомобілів. Розглянути 5-6 аналогів і вибрати прототип пристрою для заміни ШПГ. Режими роботи на підприємстві.*

4. Перелік питань, які необхідно розробити:

*1. Аналіз науково-технічної інформації*

*2. Удосконалення технологічного процесу*

*3. Конструювання пристрою для заміни шатунно-поршневої групи двигунів*

*4. Охорона праці*

*5. Оцінка впливу підприємства на якість атмосферного повітря*

*6. Економічна частина*

**6. Консультанти розділів роботи:**

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата		Відмітка про виконання
		завдання видав	завдання прийняв	
1, 2, 3, 5,6	Оліскевич М.С., д.т.н., професор кафедри агроінженерії та технічного сервісу ім. професора О.Д. Семковича			
4	Городецький І.М. к.т.н., доцент кафедри фізики, інженерної механіки та безпеки виробництва			

7. Дата видачі завдання : 16 квітня 2024 р.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

Пор. №	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Відмітка про виконання
1.	<i>Написання розділу: «Аналіз науково-технічної інформації»</i>	<i>23.04.24-10.05.24</i>	
2.	<i>Виконання другого розділу: «Удосконалення технологічного процесу»</i>	<i>10.05.24-23.05.24</i>	
3.	<i>Виконання третього розділу: «Конструювання пристрою для заміни шатунно-поршневої групи двигунів»</i>	<i>24.05.24-10.06.24</i>	
4.	<i>Написання розділу: «Охорона праці»</i>	<i>1.06.24-10.06.24</i>	
5.	<i>Написання розділу «Оцінка впливу підприємства на якість атмосферного повітря»</i>	<i>1.06.24-10.06.24</i>	
6.	<i>Виконання розділу: «Економічна частина»</i>	<i>10.06.24-13.06.24</i>	
7.	<i>Завершення оформлення розрахунково-пояснювальної записки. Завершення роботи в цілому</i>	<i>15.06.24</i>	

Студент \_\_\_\_\_ Беген Іван Михайлович  
(підпис)

Керівник роботи \_\_\_\_\_ Оліскевич М.С.

## УДК 629.3

Беген І. М. Удосконалення процесу заміни шатунно-поршневої групи двигунів легкових автомобілів в умовах станції технічного обслуговування автомобілів на 10 постів кваліфікаційна робота. Дубляни: Львівський національний університет природокористування, 2024. 65 с.; розділів – 6; рис. 18; табл. – 12; дод. – 1; вик. бібліогр. джерел – 20.

Проаналізовано технології заміни деталей шатунно-поршневої групи. З'ясовано, що місце виконання демонтажу-монтажу деталей шатунно-поршневої групи для якісного ремонту краще влаштувати з демонтованим двигуном. Запропоновано конструкцію пристрою для виконання процесу при демонтажі двигуна. Пристрій можна використовувати для демонтажу-монтажу і для розбирання двигуна з можливістю його обертання. Зроблено розрахунок конструкції пристрою. Спроектовано новий технологічний процес. Розроблено рекомендації щодо покращення умов праці виконавців. Запропоновано заходи з охорони довкілля на підприємстві. Обчислено економічні показники процесу.

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	9
1 АНАЛІЗ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ.....	10
1.1 Аналіз відомих технологій поточного ремонту двигунів .....	10
1.1.1 Технологія технічного обслуговування та поточного ремонту кривошипно-шатунного механізму (КШМ) двигуна .....	10
1.1.2 Операції поточного ремонту двигуна .....	10
1.1.3 Поширені технології заміни деталей КШМ .....	10
1.1.4 Комплектування, складання і встановлення шатунно-поршневої групи .....	12
1.2 Обладнання поточного ремонту двигунів .....	13
1.3 Аналіз чинного технологічного процесу на підприємстві .....	18
1.4 Основні недоліки чинної на підприємстві технології .....	20
1.5 Висновки .....	21
2 УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ .....	23
2.1 Удосконалення технологічного процесу заміни шатунно-поршневої групи.....	23
2.1.1 Загальна послідовність робіт .....	23
2.1.2 Технічні вимоги на виконання процесу заміни шатунно-поршневої групи на прикладі двигуна Фольксваген Пассат .....	23
2.2 Планування відділення діагностування і ремонту двигунів .....	30
3 КОНСТРУЮВАННЯ ПРИСТРОЮ ДЛЯ ЗАМІНИ ШАТУННО-ПОРШНЕВОЇ ГРУПИ ДВИГУНІВ .....	32
3.1 Початкові дані .....	32
3.2 Опис конструкції пристрою.....	33
3.3 Принцип використання пристрою.....	35
3.4 Розрахунок конструктивних параметрів пристрою.....	36
3.4.1 Кінематичний розрахунок .....	36
3.4.2 Динамічний розрахунок.....	37

3.4.3 Розрахунок параметрів і вибір гідроциліндра.....	40
3.4.4 Розрахунок елементів конструкції пристрою на міцність .....	41
3.4.5 Розрахунок зварних з'єднань .....	42
3.4.6 Вибір гакової підвіски .....	45
4. ОХОРОНА ПРАЦІ .....	46
4.1 Актуальність питань охорони праці на підприємстві .....	46
4.2. Коротка характеристика процесу .....	46
4.3 Потенційні небезпеки у відділенні.....	49
4.4. Пропозиції щодо покращення умов праці.....	51
5 ОЦІНКА ВПЛИВУ ПІДПРИЄМСТВА НА ЯКІСТЬ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ.....	52
6 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА .....	55
6.1. Оцінка річного економічного ефекту .....	55
6.2 Оцінювання вартості виготовлення пристрою .....	58
6.2.1. Трудомісткість виготовлення деталей пристрою .....	58
6.2.3. Витрати на оплату праці по виготовленні пристрою .....	59
6.2.4. Відрахування на єдиний соціальний внесок.....	59
6.2.5. Матеріальні витрати.....	59
6.2.6 Амортизація основних фондів .....	60
6.2.8 Вартість виготовлення конструкції пристрою .....	60
6.3 Термін окупності інвестицій.....	60
ВИСНОВКИ.....	61
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ .....	62
ДОДАТКИ.....	64





## ВСТУП

Поточний ремонт має велике економічне і народногосподарське значення. Однак в сучасних умовах, коли ринок перевезень захопили малі підприємства, котрі мають 5...10 авто і надають перевагу агрегатному ремонту, то станції технічного обслуговування автомобілів втрачають свої позиції і почали випускати запасні деталі поряд з виконанням ремонтів авто. Інші організації на своїх потужностях – виробництво складових частин автомобілів. Однак, чільне місце за обсягом робіт тепер займає поточний ремонт агрегатів, зокрема двигунів. Основним джерелом економічного ефекту від поточного ремонту, мають залишковий ресурс і можуть бути використані повторно без ремонту, або після незначного ремонтного впливу. Основним завданням автосервісного підприємства у такому випадку є:

- покращення якості ремонту;
- проведення ремонту в необхідних кількостях і в найкоротший час;
- підвищення ефективності використання ресурсу агрегатів;
- зниження витрат на корисну роботу відремонтованих автомобілів;
- підвищення продуктивності праці і рентабельності виробництва.

Якість робіт є основною проблемою на СТО, і її оцінюють для того, щоб визначити фактичний рівень послуг і якості їх, порівняти досягнутий рівень якості з запланованим, проаналізувати діяльність СТО щодо забезпечення стабільності рівня якості послуг, морального і матеріального стимулювання виконавців робіт за якісні показники в роботі.

У зв'язку з цим вважаю, що тема даної бакалаврської кваліфікаційної роботи є актуальною. У цій роботі головна увага відведена проблемі підвищення технологічності поточного ремонту ДВЗ.

# **1 АНАЛІЗ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ**

## **1.1 Аналіз відомих технологій поточного ремонту двигунів**

1.1.1 Технологія технічного обслуговування та поточного ремонту кривошипно-шатунного механізму (КШМ) двигуна

До характерних пошкоджень КШМ відносяться: знос циліндрів, поршневих кілець, канавок, стінок і отворів в бобишках поршня, поршневих пальців, втулок головок шатунів, шийок і вкладишів колінчастого валу; закоксування кілець. До характерних відмов — поломка поршневих кілець, задирки дзеркала циліндрів і заклинювання поршнів, підпалення підшипників, поява тріщин блоку циліндрів і головки блоку циліндрів.

Основними ознаками несправності КШМ є: зменшення компресії в циліндрах, поява шумів і стукотів при роботі двигуна, прорив газів в картер і появу з оливоналивної горловини голубуватого диму з різким запахом, збільшення витрати оливи, розрідження оливи в картері через проникнення пари робочої суміші при тактах стиснення, забруднення свічок запалення оливою, через що на електродах утворюється нагар і погіршується іскроутворення. При цьому, як правило, підвищується витрата палива і знижується потужність двигуна [1].

### 1.1.2 Операції поточного ремонту двигуна

Характерними роботами при поточному ремонті ДВЗ є заміна гільз, поршнів, поршневих кілець, поршневих пальців, вкладишів шатунових і корінних підшипників, клапанів, їх сідел і пружин, штовхачів, а також шліфування і притирання клапанів і їх сідел.

Заміна гільз блоку циліндрів проводиться у випадках, коли їх знос перевищує допустимий, за наявності сколов, тріщин будь-якого розміру і задирів, а також при зносі верхнього і нижнього посадочних поясків.

### 1.1.3 Поширені технології заміни деталей КШМ

Заміна поршнів проводиться при створенні на поверхні спідниці поршня глибоких задирів, прогоранні днища і поверхні поршня в зоні верхнього

компресійного кільця, при зносі верхньої канавки під поршневе кільце більше допустимого.

Заміну поршнів на підприємстві роблять без зняття двигуна з автомобіля: зливають оливу з піддону картера, знімають головку блоку і піддон картера, розшпінтовують і відкручують гайки шатунних болтів, знімають кришку нижньої головки шатуна і виймають вгору пошкоджений поршень в зборі з шатуном і поршневими кільцями. Потім виймають з отворів в бобишках стопорні кільця, за допомогою преса випресовують поршневий палець і відокремлюють поршень від шатуна. У разі потреби тим же пресом випресовують бронзову втулку верхньої головки шатуна.

У разі, коли міняють всю ШПГ, що найчастіше відбувається на практиці, проблем з підбором не виникає: поршень, палець, поршневі кільця і гільза, що поступають в запасні частини комплектом, підібрані заздалегідь. Тому при збірці потрібно за маркуванням деталей переконатися в правильності підбору і перевірити стрічкою-щупом зазор між поршнем і гільзою. Можна обійтися і без стрічки-щупа. Правильно підібраний поршень повинен під власною вагою поволі опускатися в гільзі. Необхідно також перевірити, чи підходить новий поршневий палець до верхньої головки шатуна: поршневий палець повинен плавно входити в отвір втулки верхньої головки шатуна під натиском великого пальця руки.

Перш ніж сполучати поршень з шатуном, останній необхідно перевірити на паралельність осей головок (рис. 1.1). Робиться це на контрольному пристосуванні з індикаторними головками [1].

При деформації, що перевищує допустимі межі, шатун правлять. Потім поршень поміщають у ванну з рідкою оливою, нагрівають до температури 60 °С і за допомогою оправки запресовують поршневий палець в отвори бобишок поршня і верхньої головки шатуна. Після запресовки в канавки бобишок вставляють стопорні кільця.

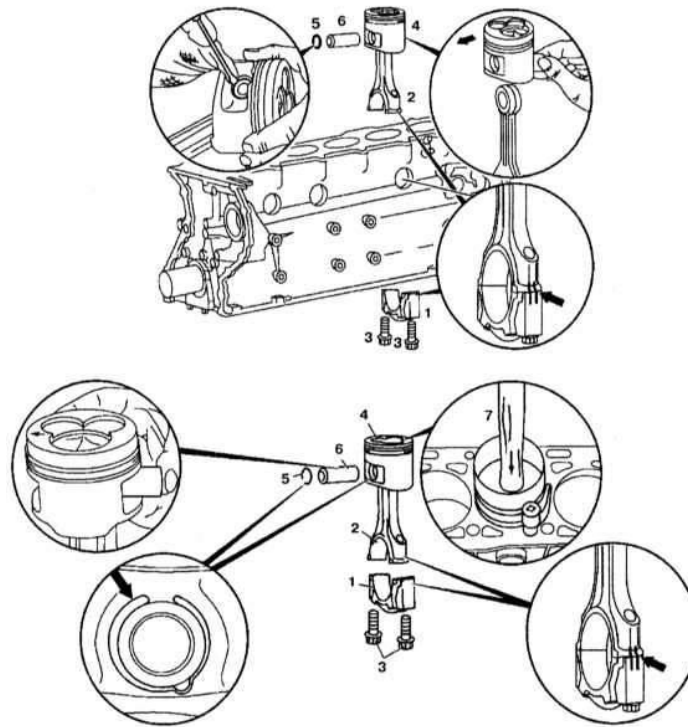


Рисунок 1.1 – Ілюстрація для комплектування КШМ [6]

#### 1.1.4 Комплектування, складання і встановлення шатунно-поршневої групи

Шатуни підбирають за масою. Різниця в масі шатунів, що входять в один комплект, для багатьох двигунів допускається в межах 8...15 г. Із збільшенням маси шатуна допустима різниця зростає. У шатунах автомобільних двигунів, крім того, перевіряють і зрівноважують масу нижньої й верхньої головок.

Поршні підбирають відповідно до гільз або циліндрів блока. Усі гільзи й поршні в комплекті повинні бути однієї розмірної групи. Мітки Б, С, М або інші розмірні групи вказані на днищі поршня і на верхньому торці гільзи. Якщо гільзи або циліндри розточували, то поршні підбирають до кожного циліндра окремо таким способом: стрічку-щуп 3 завширшки 13 мм і завдовжки 200 мм вставляють з боку, протилежного до розрізу на прямої частини поршня 2 (автомобільні двигуни), і протягують його динамометром 1. Зусилля на динамометрі визначено технічними умовами для кожного

двигуна [1]. Для автомобільних двигунів воно в середньому дорівнює 35...45 Н.

## 1.2 Обладнання поточного ремонту двигунів

Після зовнішнього очищення, розбирально-складальні роботи двигунів виконуються на різних, але конструктивно подібних стендах, які складаються з рами 1, стояків 2, кронштейна для кріплення агрегату 4 (рис. 1.2). Якщо маса агрегату велика, то у стояку монтується ручний (з редуктором 3) або електромеханічний привід для його повороту на потрібний кут. Промисловість випускає також різні види стаціонарних та пересувних стендів для розбирання коробок передач, редукторів мостів, кермових механізмів, зчеплень. Для відкручування-закручування гайок застосовують гайкокрути [4].

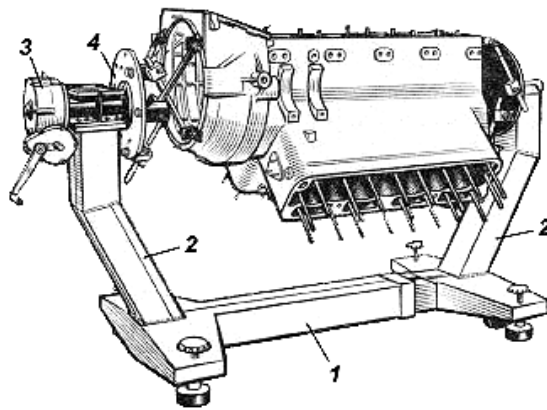


Рисунок 1.2 – Стенд для розбирання двигунів [4]

У конструкціях сучасних моделей застосовуються гідравлічні (ручні) та електрогідравлічні приводи, які створюють максимальні зусилля 10-50 кН, з ходом поршня 155-320 мм.

Двигуни демонтують з автомобілів з допомогою кран-балок, консольних стаціонарних кранів, консолей, талей, або пересувних

підйомників (рис. 1.3). Пересувні підйомники користуються такими перевагами. Їх можна використовувати незалежно від розміщення поста ремонту автомобілів, а також те, що вони є більш пристосовані для демонтажу силового агрегату з підкапотного простору. Підйомники оснащуються, як правило, гідравлічними циліндрами з насосними секціями, або лебідками. Загальними недоліками таких підйомників є те, що вони мають використовуватись разом зі стаціонарними/пересувними стендами для ремонту двигунів і те, що вони мають погану стійкість при підніманні об'єктів ремонту.

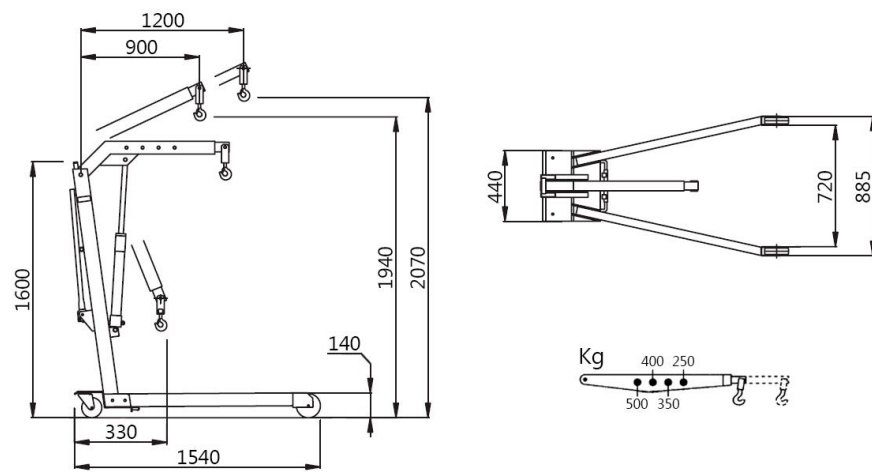


Рисунок 1.3 – Загальний вигляд гідравлічного пересувного підйомника для демонтажу і монтажу двигуна з автомобіля

Для того, щоб виконувати операції розбирання-складання двигунів використовують стаціонарні / пересувні стенди, які дооснащують різними пристосуваннями (рис .1.4).

Основною перевагою таких пристроїв є підвищення зручності виконання операцій. Недолік – потреба використовувати додаткове підйомно-транспортне обладнання.

Стаціонарні стенди для розбирання-складання двигунів використовують, як правило, для великих об'єктів ремонту – силових агрегатів вантажних автомобілів, тракторів та автобусів. Вони мають у своїй конструкції редуктори і/або електромеханічні приводи для обертання

об'єктів відносно однієї, або двох осей. Такі стенди (рис. 1.5) є масивними, матеріаломісткими і неуніверсальними.

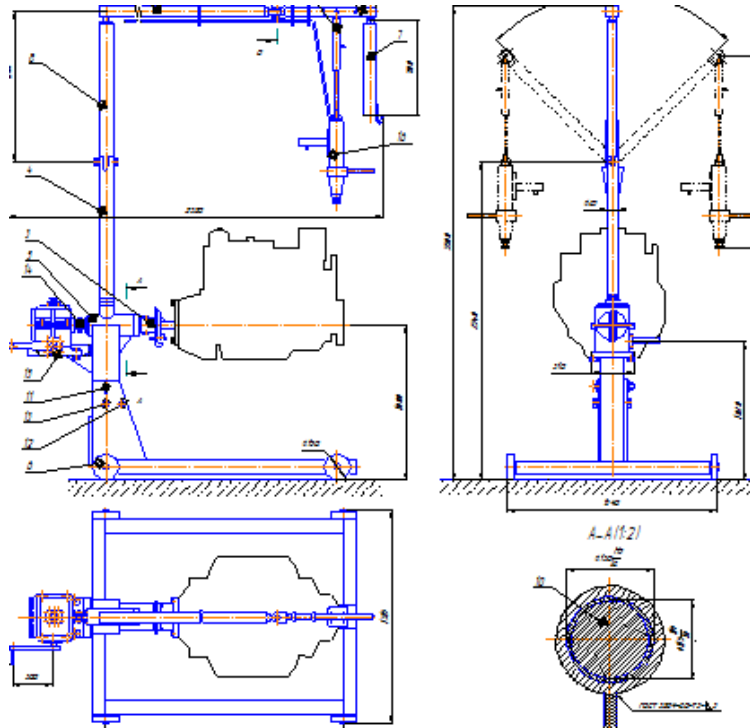


Рисунок 1.4 – Пристрій для розбирання-складання двигунів, оснащений пневматичним гайкокрутом

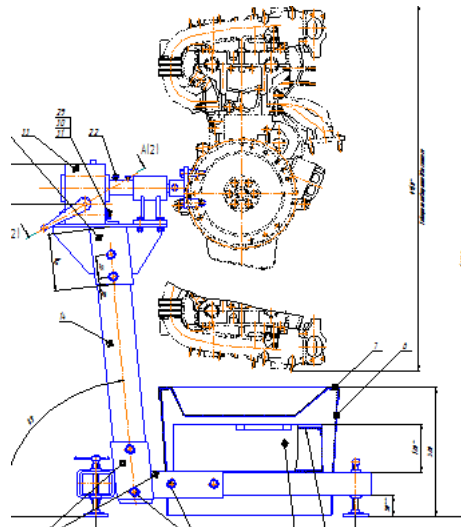


Рисунок 1.5 – Стационарний стенд для розбирання- складання двигунів

Якщо об'єкт ремонту є дуже важким і має чималі габарити, то для його встановлення і розбирання-складання застосовують стенди з двома, або й трьома опорами (рис .1.6).

Якщо ж, все таки необхідне консольне кріплення двигуна при його ремонті, то застосовують таку конструкцію стендів, у яких центр ваги об'єкта є нависаючим над стійкою стенда (рис. 1.7)

У більш простому виконанні пристрої для ремонту двигунів – це рухомі візки з універсальною планшайбою, яка дає змогу закріпити на ньому двигун будь-якої конструкції до гнізд корзини маховика, або до інших різьбових отворів базової деталі двигуна (рис .1.8, 1.9).

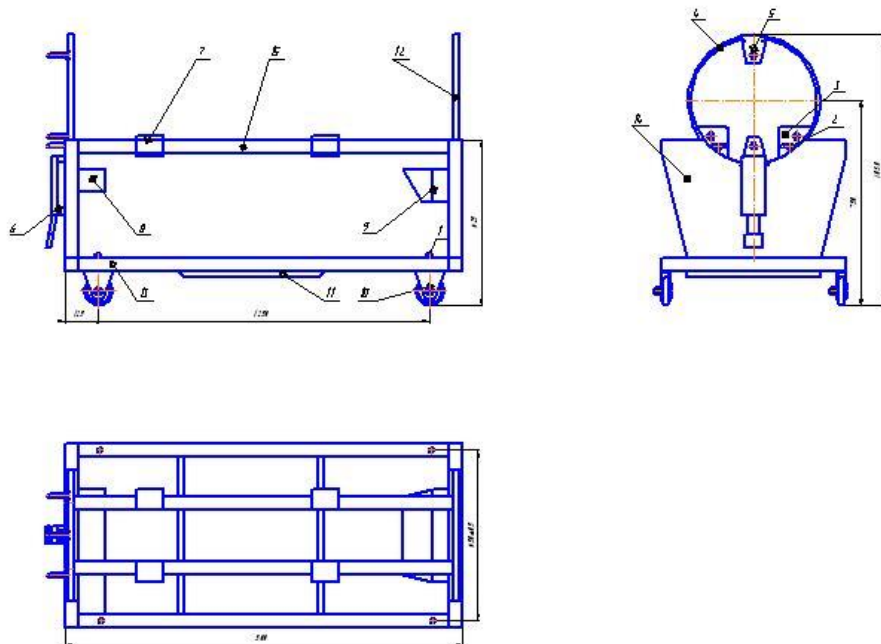


Рисунок 1.6 – Пристрій для розбирання-складання двигунів

В окремих випадках такі візки є оснащені редукторами для полегшення обертання двигуна (див. рис. 1.9), мають можливість бути переведеними у стаціонарний стан. Загальний недолік їх – необхідність використовувати додаткове підйомно-транспортне обладнання.



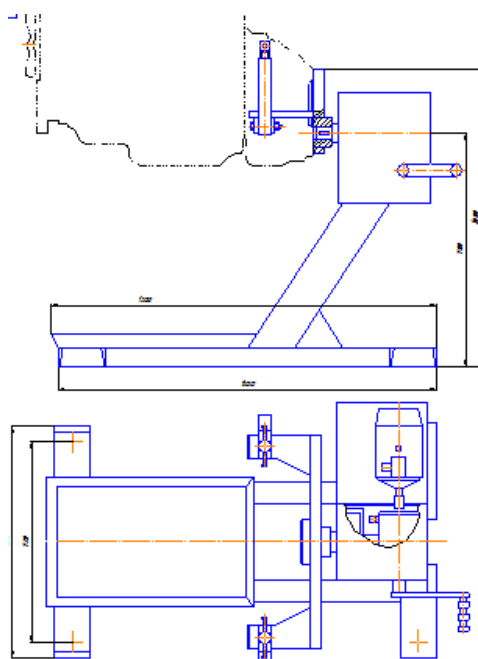


Рисунок 1.7 – Стенд для розбирання-складання двигунів з електромеханічним приводом для обертання об'єкта ремонту



Рисунок 1.8 – Візок для встановлення двигуна при поточному ремонті



Рисунок 1.9 – Візок для встановлення двигуна з редуктором

Проаналізувавши відомі конструкції пристроїв для поточного ремонту двигунів, за прототип обираємо конструкцію станда, який дає змогу виконати дві групи операцій без застосування іншого обладнання (рис. 1.10) – стенд для демонтажу-монтажу і розбирання-складання двигунів. Такий стенд може використовуватись на стаціонарному посту ремонту автомобілів. Він складається з двох функціональних частин: консольного крана 2 і пристрою для закріплення і обертання двигуна при його розбиранні. Обидві частини мають спільну основу – раму на ніжках.

Об'єкт ремонту на такому пристрої можна обертати з допомогою електродвигуна і редуктора. Недоліки: 1)стенд має бути розміщений біля поста ремонту автомобіля, що є незручним з погляду організації виконання робіт; 2) стенд має електричний привід і є складним та дорогим в експлуатації. Вказані недоліки будуть враховані в цій роботі при розробці нового обладнання.

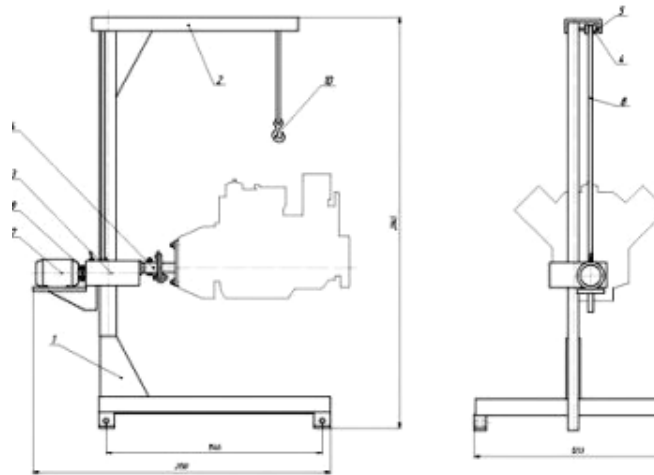


Рисунок 1.10 – Прототип пристрою для ремонту двигунів

### 1.3 Аналіз чинного технологічного процесу на підприємстві

Приватне підприємство «Біраковський Б. Є.» – автосервіс під комерційною назвою СТОА «Пасат» знаходиться в м. Стрий по вулиці Сидора, 4. Підприємство працює під маркою фірми BOSCH.



Рисунок 1.11 – В'їзд на СТО

Свою діяльність автосервіс «ПАСАТ» почав близько 15 років тому. За цей відрізок часу компанія змогла створити потужну базу клієнтів, задоволених якістю роботи автосервісу. СТО «ПАСАТ» надає професійне обслуговування і ремонт будь-яких марок легкових і вантажних автомобілів, у тому числі спец. техніки.

Автосервіс надає такі послуги: ремонт ходової; ремонт двигунів; ремонт паливної апаратури; ремонт МКПП та АКПП; комп'ютерна діагностика; ремонт турбін; ремонт кермових рейок; зварювальні роботи (аргон, електрозварювання та плазмова зварка); токарні та фрезерні роботи; проточка гальмівних дисків; малярно-кузовні роботи; обслуговування та ремонт кондиціонерів; заміна вітрового скла; перевірка і регулювання світла фар; продаж автозапчастин; правка колісних дисків; регулювання геометрії коліс; шиномонтаж, балансування; вулканізація шин; миття автомобілів; полірування кузова авто; хімчистка салону; страхування авто.

Унікальні послуги, які надаються на станції – це ремонт, проточування і безпорошкове фарбування легкосплавних дисків, плазмова зварка, пайка трубок радіаторів (алюміній, мідь, чавун) та зварювання аргонном.

Предметом діяльності підприємства є: технічне обслуговування та ремонт автомобілів, гарантійне обслуговування та ремонт, здійснення комерційної, торговельної та посередницької діяльності з метою отримання

прибутку; добирання, розміщення й підвищення кваліфікації кадрів, організація праці; планування й облік виробничо-фінансової діяльності; утримання й ремонт будівель, споруд та обладнання.

На підприємстві є таке устаткування:

1. Кран-балка – 2;
2. Прес гідравлічний - 1;
3. Верстат настільно-свердлильний - 4;
4. Півавтомат зварювальний – 3;
5. Верстат точильний-шліфувальний – 1;
6. Стенд розбирання-складання двигунів – 2;
7. Стенд притирання клапанів – 1;
8. Стенд випробування масляних насосів – 1;
9. Стенд розбирання-складання КПП - 1;
10. Стенд розбирання-складання мостів – 1;
11. Пристосування для складання головних передач – 1;
12. Стенд перевірки паливних pomp високого тиску – 1;
13. Стенд випробування форсунок – 1;
14. Верстат для шліфування колінчастих валів – 1;
15. Верстат токарний – 3;
16. Верстат розточувальний – 2;
17. Верстат універсальний фрезерний – 1;
18. Машина мийна – 1;
19. Стенд по очистці інжекторів, форсунок;
20. Підйомники – 6 шт.

#### **1.4 Основні недоліки чинної на підприємстві технології**

Для підвищення якості робіт при ремонті двигунів, в першу чергу слід звертати увагу на стан поршневих кілець. Їх заміну найчастіше доводиться проводити після 260-280 тис. км пробігу автомобіля. При заміні поршневих

кілець доцільно одночасно проводити заміну поршнів, так як канавки в головці поршня під кільця у процесі роботи зношуються і заміна одних тільки кілець може не дати бажаного результату.

Для ремонту двигун має бути чистим, без слідів підтікання оливи, палива й охолодної рідини. Теча масла, рідини, а також тріщини блоків циліндрів і головки блока циліндрів добре виявляються на чистій і злегка запошених поверхні двигуна. Після зовнішнього огляду перевіряють системи охолодження, мащення і запалювання. Запускають двигун і прослуховують його роботу на різних обертах. Двигун повинен легко запускатися стартером або рукояткою.

Вимоги якості заміни КШМ не можна цілком забезпечити без демонтажу двигуна з автомобіля. Крім того, робота з двигуном на спеціалізованому стенді, а не на автомобілі, підвищує культуру виробництва, знижує витрати часу робітників і підвищує безпеку. Тому зроблено огляд відомих конструкцій спеціалізованих стендів для ремонту двигунів.

## **1.5 Висновки**

За рівнем механізації та наявності обладнання процес поточного ремонту двигунів відноситься до слабо механізованих. Крім того, зміст процесу суттєво залежить від виробничих приміщень, від потужності підприємства та інших організаційних параметрів. Тому, щоб запропонувати удосконалення процесу, потрібно проаналізувати організаційні чинники, зокрема параметри виробничих потужностей та виробничого процесу підприємства.



## **2 УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ**

### **2.1 Удосконалення технологічного процесу заміни шатунно-поршневої групи**

#### **2.1.1 Загальна послідовність робіт**

У цій роботі пропонується внести зміни до чинного процесу заміни шатунно-поршневої групи з використанням сконструйованого пристрою. Зміни стосуються місця виконання процесу. Поточний ремонт двигунів легкових автомобілів буде виконуватись у такій послідовності. Спершу автомобіль заїздить на пост діагностування і ремонту двигунів. Якщо є встановлена потреба замінити КШМ, то виконують операції демонтажу двигуна і встановлення його з допомогою сконструйованого пристрою на окремому робочому місці відділення ремонту двигунів. Далі двигун розбирають на пристрої до необхідності і виконують заміну зношених деталей КШМ. Складають двигун на пристрої. З допомогою пристрою виконують монтаж двигуна на автомобіль. Виконують випробування і повторну післяремонтну діагностику та необхідні регулювання.

#### **2.1.2 Технічні вимоги на виконання процесу заміни шатунно-поршневої групи на прикладі двигуна Фольксваген Пассат**

Основні розміри деталей та їх гранично допустимі зноси вказані в довіднику [9].

Після розбирання двигуна слід перевірити, чи не перевищує зазор між циліндром і поршнем 0,15 мм. Зазор визначається вимірюванням циліндрів і поршнів. Діаметр поршня вимірюється в площині, перпендикулярній поршневому пальцю, на відстані 52,4 мм від днища поршня.

Циліндри блока по діаметру розбиті через 0,01 мм на 5 класів: А, В, С, D, Е. Клас циліндрів позначений на нижній площині блоку. На цій же площині, а також на кришках корінних підшипників таврується умовний

номер блоку циліндрів, який вказує на належність кришок підшипників до цього блоку.

Якщо максимальний зазор більший, ніж 0,15 мм, то необхідно розточити і відхонінгувати циліндри під ремонтний діаметр поршнів (збільшений на 0,2; 0,4; 0,6 мм) з урахуванням монтажного зазору 0,05-0,07 мм між поршнем і циліндром. Однак, такі роботи на підприємстві не проводять. Тому такі блоки відправляють на реставрацію.

Перевірити стан площині роз'єму блоку циліндрів з головкою циліндрів треба з допомогою лінійки і набору щупів. Лінійка встановлюється по діагоналях площини і в середині у подовжньому і поперечному напрямках. Якщо неплоскостність перевищує 0,1 мм, – блок циліндрів замінити.

Підбір поршнів у циліндрах. Поршень і відповідний йому циліндр зазвичай відносяться до одного класу так само, як і поршневий палець з поршнем – до однієї категорії. По зовнішньому діаметру поршні розбиті на 5 класів (А, В, С, D, Е), а по діаметру отвору під поршневий палець – на 3 категорії через 0,004 мм, Клас поршня (літера) і категорія отвори під поршневий палець (цифра) клеймуються на днище поршня.

У запасні частини поставляються поршні класів А, С, Е. Цих класів достатньо для підбору поршня до будь-якого циліндру, так як поршні і циліндри розбиті на класи з деяким перекриттям розмірів.

Головне при підборі поршня - забезпечити необхідний монтажний зазор між поршнем і циліндром, який визначається промером циліндра і поршня.

3.1.3. Ремонт групи поршень-палець-шатун. Щоб розібрати зняті з двигуна поршень і шатун, необхідно випресувати поршневий палець. Знімати палець потрібно на пресі з допомогою оправки А.60308 і опори з циліндричної виїмкою, в яку встановлюється поршень. Перед випресуванням пальця зняти поршневі кільця.



Якщо зняті деталі мало зношені і не пошкоджені, вони можуть бути знову використані. Тому при розбиранні їх потрібно позначити, щоб у надалі зібрати групу з тими ж деталями.

Палець запресований у верхню головку шатуна з натягом і вільно обертається в бобишках поршня. По зовнішньому діаметру пальці розбиті на 3 категорії. Категорія вказується кольоровою міткою на торці пальця [].

Пару поршневого пальця і поршня перевіряють, вставляючи палець, попередньо змащений моторною оливою, в отвір бобишки поршня. Для правильного сполучення необхідно, щоб поршневий палець входив в отвір від простого натискання великого пальця руки і не випадав з бобишки, якщо тримати поршневий палець в поршні вертикально.

Якщо палець випадає з бобишки, то його потрібно замінити іншим наступної категорії. Якщо в поршні палець третьої категорії, то слід замінити поршень з пальцем разом.

Зазор по висоті між кільцями і поршневими канавками треба перевіряти з допомогою набору щупів, вставляючи кільце і щуп у відповідну канавку. Монтажні та граничні зазори для кілець вказані в довіднику [9].

Зазор у замку поршневих кілець перевіряють набором щупів, вставляючи кільця калібр, має діаметр отвору, рівний номінальному діаметру кільця з допуском  $\pm 0,003$  мм. Зазор повинен бути 0,25-0,40 мм для всіх кілець. Якщо зазор не достатній, потрібно запиляти стикові поверхні, а якщо підвищений - замінити кільце.

По масі поршні одного двигуна не повинні відрізнятися один від одного більш ніж на 5 г. Якщо немає комплекту поршнів однієї вагової групи, можна видалити частину металу з нижньої зовнішньої поверхні бобишок під поршневий палець. Знімання металу, однак, повинно бути таким, щоб отримана напилком або фрезою нова поверхня була не ближче 54,9 мм до днища поршня і не ближче 35,25 мм до його вертикальної осі (осі обертання).

Для того щоб зібрати поршень з шатуном, необхідно запресувати поршневий палець в поршневу головку шатуна. Для цього необхідно нагріти шатун до 240 °С для розширення його головки, помістивши верхню головку на 15 хв. у піч, що має потрібну температуру.

Для правильного з'єднання пальця з шатуном – запресувати палець як можна швидше, так як шатун охолоджується і після охолодження не можна буде змінити положення пальця в головці шатуна. Для запресовування найзручніше використовувати пристосування А.60325, що складається з валика з стрижнем, на який надівається палець направляючої і упорного гвинта.

Витягнутий з печі шатун швидко затиснути в лещатах. Надіти поршень на шатун, слідкуючи, щоб отвір під палець збіглося з отвором верхньої головки шатуна. Пристосуванням А.60325 закріплений поршневий палець проштовхнути в отвір поршня і верхню головку шатуна так, щоб заплечик пристосування стикався з поршнем. Під час цієї операції поршень повинен притискатися бобишкою до верхньої голівки шатуна в напрямку запресовування пальця. Таким чином, палець займе правильне положення.

Поршень з шатуном повинен з'єднуватися так, щоб мітка «Р» на поршні перебувала з боку виходу отвори для оливи на нижній головці шатуна.

Після охолодження шатуна палець змастити моторною оливою через отвори в бобишках поршня.

При установці поршневих кілець їх замки потрібно розташовувати через 120°. Кільця встановлювати так, щоб виточення на зовнішній поверхні другого (скребкового) компресійного кільця була звернена вниз, а фаски на зовнішній поверхні масло-знімного кільця були звернені вгору.

Шатун обробляється разом з його кришкою, тому кришки шатунів – невзаємозамінні. Щоб їх не переплутати при складанні, на шатуні і відповідної йому кришці таврується номер циліндра, в який вони встановлюються. При складанні цифри на шатуні і на кришці повинні перебувати з одного боку.

Після складання групи шатун-палець-поршень слід перевірити міцність запресовування пальця. Після осьового навантаження на палець 4 кН не повинно відзначатися осьове переміщення пальця в поршневій головці шатуна. У разі прослизання пальця шатун замінити новим.

Перед установкою зібраної шатунно-поршневої групи на двигун необхідно перевірити відхилення від паралельності осі поршневого пальця і нижньої головки шатуна. Воно не повинно перевищувати 0,4 мм. Якщо непаралельність більше, – замінити шатун.

Для заміни зношених поршнів виготовляються комплекти поршнів з підібраними до них поршневими пальцями, зі стопорними і поршневими кільцями в кількості, який необхідно знати на один двигун.

Посадка поршневого пальця в бобышках поршня може бути в межах від 0,0025 мм натягу до 0,0025 мм зазору. Зазор між поршневим пальцем і отвором втулки головки шатуна повинен бути в межах 0,0045-0,0095 мм.

У всіх випадках підбір поршневих пальців до шатунам необхідно проводити в приміщенні з температурою повітря  $(20\pm 3)^{\circ}\text{C}$ .

У разі заміни одного з шатунів, він повинен бути підібраний, не тільки за розміром втулки малої головки, але і по масі. Різниця в масі самого важкого і самого легкого шатунів в комплекті, встановленому на один двигун, не повинна перевищувати 8 г. Шатун, що належить до однієї групи по масі, маркується ризикою на приливі його кришки.

Пружність поршневих кілець вимірювати на спеціальних вагах з допомогою гнучкої стрічки, що охоплює кільце.

При перевірці стану поршневих кілець може виявитися, що потрібна заміна тільки верхнього компресійного кільця, так як воно зношується значно швидше інших.

Використовуючи пристосування 9680-2445, надіти на поршень поршневі кільця. При установці поршневих кілець їх замки розташовувати через  $120^{\circ}$ . Кільце встановлювати так, щоб фаска на верхньому компресійному кільці була звернена в бік днища поршня (вгору), а виточення

на зовнішній поверхні другого (скребкового) компресійного кільця була звернена вниз. Положення маслоскопного кільця – довільне.

3.1.4. Ремонт колінчастого вала. Незначні задири на шийках колінчастого вала можуть бути зачищені бруском карборунда дрібною зернистості. Якщо риски дуже глибокі, або шийки мають овальність більше 0,05 мм, у колінчастого вала двигуна, їх шліфують, зменшуючи на 0,25 мм, так, щоб отримати в залежності від ступеня зносу діаметри, що відповідають значенням, наведеним у довіднику [1]. Однак, такі роботи на підприємстві не проводять.

3.1.5. Визначення тривалості виконання технологічних операцій. Норми часу на операції демонтажно-монтажних та розбирально-складальних робіт, встановлено за допомогою довідкових даних по номенклатурі операцій BOSCH [7]. Ті з операцій, які не увійшли до вказаної номенклатури, визначено одним з двох відомих методів: аналітично-дослідницьким, або розрахунком за розробленими нормативними таблицями витрат часу на окремі прийоми [14]. Норми часу на слюсарні та слюсарно-припасувальні роботи визначено за даними хронометражних спостережень на практиці, та нормативами [5]. Слюсарні роботи виконуються на спеціалізованому робочому місці, тому норми часу на них будуть суттєво меншими. Це впливає на витрати підготовчо-завершального часу і зумовлює різницю в їх числовому значенні, яке залежить також і від складності робіт, що виконуються. Норми часу на слюсарно-припасувальні роботи повинні враховувати особливості робіт, поправочні коефіцієнти на змінені умови тощо. Додатковий і підготовчо-завершальний час залежить від складності робіт, умов виконання операцій і береться як частка від оперативного часу за нормами. Тривалість окремих процесів заміни КШМ, запропонованих в даній роботі, подано в табл. 3.1.

Таблиця 3.1

**Норми часу на технологічні операції заміни КШМ згідно зі змінами у процесі, що пропонуються**

Номери операцій	Зміст операції	Норма часу, год.	Робоче місце, зона
1	2	3	4
01	Демонтаж двигуна з коробкою передач в зборі	2,27	пост діагностування і ремонту двигунів
02	Встановлення двигуна в зборі на планшайбу пристрою	0,17	спеціалізоване робоче місце ремонту двигунів
03	Демонтаж головки блока циліндрів	0,23	те ж
04	Демонтаж піддона картера, нижніх головок шатунів	0,46	те ж
05	Заміна шатунно-поршневої групи, шатунних вкладишів, манжети колінвала	1,42	те ж
06	Монтаж піддона картера	0,56	те ж
07	Монтаж головки блока циліндрів, заміна прокладки, шпильок	0,83	те ж
08	Монтаж двигуна в зборі на автомобіль	3,10	пост діагностування і ремонту двигунів
09	Випробування і регулювання	0,32	те ж
		<b>9,36</b>	

Структура удосконаленого технологічного процесу і його порівняння з чинним показано на хронограмі – аркуші 3 графічної частини.

3.1.6. Визначення потреби в додатковому обладнанні та зміні планування дільниці. Технологічний процес, що пропонується буде виконуватись на дільниці діагностування і ремонту двигунів. Дана дільниця не потребує перепланування, або дооснащення додатковим устаткуванням,

крім пристрою, який сконструйований нами. Раніше для виконання процесу заміни КШМ на цій ділянці використовувався двохстійковий підйомник. Тепер цей підйомник не буде задіяний, однак його демонтувати не потрібно, оскільки він потрібен в інших процесах ремонту двигунів, наприклад, випускної системи. Планування ділянки показано на аркуші

3.1.7. Оцінка якості і операцій ремонту для зміненого технологічного процесу. В результаті змін, внесених в процес заміни КШМ двигуна досягається скорочення загальної тривалості процесу за рахунок підвищення зручності виконання операцій. У зв'язку з використанням спеціалізованого пристрою підвищується культура виробництва, отже і якість виконаних робіт.

## **2.2 Планування відділення діагностування і ремонту двигунів**

Відділення діагностування і ремонту двигунів у зв'язку із запровадженням удосконаленого технологічного процесу не змінюється за планувальними рішеннями суттєво. Зміни стосуються додаткового пристрою для демонтажу-монтажу і ремонту двигунів, який є мобільним. Автомобіль спочатку заїжджає на діагностику у пост №1. Тут відбувається визначення несправностей і постановка діагнозу. Після цього приймається рішення про вид і об'єм ремонтних робіт. Автомобіль заїжджає на пост №2 відділення, який оснащений двохстійковим підйомником 25.

Для заміни шатунно-поршневої групи виконуються демонтажні операції по зніманню двигуна. Потім до автомобіля підкочують пристрій для демонтажу і ремонту двигуна 14 і виконують піднімання двигуна. Двигун, підвішений на пристрій 14, транспортують до мийної машини 1 при потребі зовнішнього миття. Якщо двигун є чистим, то його встановлюють на планшайбу пристрою 14. Пристрій при цьому повинен бути розміщеним на робочому місці ремонту ШПГ, тобто біля верстака 21. Тут відбувається

розбирання двигуна до можливості демонтажу шатунно-поршневої групи. На верстаку 21 з допомогою комплекту пристроїв та інструментів відбувається також комплектування придатної до експлуатації групи вузлів. І тут же відбувається монтаж ШПГ в двигун, складання двигуна.

Після операцій ремонту складений двигун транспортують на пристрої 14 до автомобіля, якщо на двигуні не виявлено інших несправностей, які неможливо усунути на даній ділянці.

## **3 КОНСТРУЮВАННЯ ПРИСТРОЮ ДЛЯ ЗАМІНИ ШАТУННО-ПОРШНЕВОЇ ГРУПИ ДВИГУНІВ**

### **3.1 Початкові дані**

Початкові дані для розрахунку є такі:

- об'єкт ремонту – двигун внутрішнього згорання автомобіля;
- максимальна вага об'єкта обслуговування – 500 кг;
- максимальна висота піднімання – 1900 мм;
- спосіб кріплення об'єкта ремонту на пристрої – шпильками до гнізд кріплення кожуха маховика;
- спосіб обертання двигуна відносно горизонтальної осі – вручну.

Відповідно до виконаного аналізу чинного технологічного процесу на підприємстві, удосконалення його полягатиме в зниженні трудомісткості демонтажно-монтажних операцій, а також у підвищенні якості ремонту шляхом ретельнішого обстеження двигуна, виявлення ймовірних дефектів, застосування відповідних інструментів та пристроїв при належних умовах праці виконавців.

Основні вимоги, які висуваються до пристрою є такі:

1. Тип пристрою – пересувний з можливістю фіксації стійкого положення об'єкта, що ремонтується;
2. Привод переміщення пристрою – ручний; привод підйому об'єкта – гідромеханічний;
3. Передбачається суміщення на даному пристрої виконання операцій демонтажу, монтажу, розбирання та складання двигуна;
4. Передбачена можливість обертання об'єкта, що ремонтується відносно повздовжньої горизонтальної осі.
5. Передбачена можливість переміщення пристрою разом з об'єктом, що ремонтується вільно по горизонтальній поверхні підлоги виробничого приміщення.



Також пристрій, який пропонується, має бути простий за конструкцією і недорогий у виготовленні.

### **3.2 Опис конструкції пристрою.**

Пристрій для демонтажу-монтажу та ремонту двигунів легкових автомобілів призначений для полегшення, та підвищення зручності виконання операцій технологічних процесів поточного ремонту двигунів легкових автомобілів, у тому числі – для заміни шатунно-поршневої групи двигуна.

Пристрій складається з рами 1 (див. аркуш 1 графічної частини), яка є зварною конструкцією і до якої шарнірно прикріплена консоль 4. Рама та консоль також з'єднані з допомогою силового гідроциліндра 8 з ручним насосом. Гідроциліндр є односторонньої дії. До консолі через щоку 5 приєднана балка 6 через різьбові конструктивні елементи 14, 15, 16, з можливістю змінювати положення – виліт балки відносно консолі 4. До краю балки приєднана гаково-тросова підвіска з довжиною 1400 мм.

До нижньої основи рами 1 приєднані три ролики. Два з них 10, мають змогу обертатися тільки відносно горизонтальної осі. Третій ролик 3, може обертатись відносно горизонтальної та вертикальної осей (див. аркуш 2 графічної частини). Обертання ролика забезпечено радіальним 15 та упорним 14 підшипниками. Вертикальна вісь ролика 1 є підперта пружиною 8. Стиск пружини забезпечується вагою пристрою в зборі і вагою об'єкта ремонту, а також затиском корончастої гайки 16 зі шплінтом 17. Вісь 1 можна вертикально переміщати у напрямній втулці 7 з допомогою ножного важеля 5, який кріпиться до рами пристрою з допомогою гвинта 23. Важіль можна зафіксувати у двох положеннях з допомогою кулькового фіксатора 10. Перше положення відповідає максимальному підйому осі 1 ролика. У цьому випадку рама пристрою опускається максимально вниз і осідає на поверхню підлоги, унеможливаючи тим самим переміщення пристрою. Друге положення

важеля – максимальне опускання осі 1 ролика, дає можливість підняти раму максимально вгору по відношенню до підлоги і забезпечує можливість кочення усіх трьох роликів пристрою. Ролик може котитись по горизонтальній поверхні на гумовому ободі 4, що створює можливість котити пристрій горизонтально без поштовхів, враховуючи нерівність підлоги.

До похилої балки рами (див. лист. 1 графічної частини) прикріплені планшайба 2 та ручки 7. Планшайба призначена для закріплення, обертання і утримування об'єкта ремонту відносно горизонтальної осі. Вона складається (лист 2 графічної частини) з вертикального стояка 2 та горизонтальної осі 1, які з'єднані з допомогою 2-х болтів 12. Стояк 2 і вісь 1 прикріплені до рами з допомогою болтів М10 що забезпечує їх нерухомість. На осі 1 розміщена маточина 3, яка може вільно обертатись на двох кулькових радіальних підшипниках 10. До маточини на 4-х шпильках прикріплено 4 тримачі, які можуть обертатись на них на кут  $25^\circ$ . На кінцях тримачів є болти 6, які мають в головці внутрішню різь М12. Болти 6 можна переміщати радіально вздовж прорізей тримачів, що забезпечує різний радіус кріплення болтів до об'єкта обслуговування. Маточину 3 можна фіксувати у 12 положеннях через  $30^\circ$  по колу. Це дає можливість закріпити двигун, що ремонтується у зручному положенні. Фіксація маточини здійснюється з допомогою фіксатора 15, який входить у відповідні отвори з тилу маточини. Фіксатор 15 є підпружинений. Його можна пересувати в пазу верхнього стояка з допомогою ручки 14.

Ручки 7 (див. аркуш 1 граф. частини) призначені для ручного переміщення пристрою на роликах шляхом штовхання, або тягнення його. Ручки виготовлені з труби і мають гумові наконечники з діаметром, що ергономічно підходить до рук робітника.

Вага пристрою – 82,5 кг. Максимальне зусилля для його переміщення разом з об'єктом ремонту по твердій горизонтальній поверхні – 300 Н, що відповідає умовам охорони праці.

### 3.3 Принцип використання пристрою

Пристрій використовують так. Для демонтажу двигуна з автомобіля, на ньому (автомобілі) спочатку виконують усі необхідні операції, звільняючи двигун від з'єднань. Пристрій підкочують під передній моторний відсік автомобіля так, щоб його передні ролики 10 заїхали під кузов автомобіля на відстань, не менше 400 мм від крайнього габариту автомобіля. Висота передніх роликів – 154 мм дають можливість це зробити, практично, для автомобіля з будь-яким відомим кліренсом (мінімальне значення – 160 мм). Після встановлення пристрою до автомобіля, потрібно натиснути на педаль ролика 3 (див. аркуш 1 граф. частини), тим самим пристрій опуститься на п'яту рами на підлогу виробничого приміщення і буде зафіксований нерухому в горизонтальному напрямку. Перед демонтажем двигуна з автомобіля балка 4 пристрою має бути піднята максимально вгору з допомогою гідроциліндра 8 з насосом. коли пристрій є спозиціонований над двигуном, балку 4 опускають до такої висоти, яка дає змогу зачепити стропово-гаковий захват 9 за рим-болт, або за стропи, що охоплюють двигун. Опускання гака виконують, відкрутивши краник гідроциліндра 8. Піднімання пристрою розпочинають, впевнившись в надійності кріплення гака. Піднімання здійснюють з допомогою гідравлічного циліндра 8, накачуючи його ручкою насоса до потрібної висоти, яка забезпечує безперешкодне переміщення двигуна над автомобілем. Балка 6 пристрою при цьому має бути відрегульована відносно осі автомобіля. У піднятому стані двигун автомобіля переміщують горизонтально, попередньо розфіксувавши ролик 3 і відкотивши пристрій назад за ручки 7. Позицію пристрою після відкочення обирають, виходячи з технологічного процесу: де буде виконуватись розбирання двигуна. На цій позиції ролик 3 знову опускають до зіткнення рами пристрою з підлогою. Двигун також опускають з допомогою відкочування гвинта гідроциліндра 8 до такого положення, при якому він опиниться співвісно з тримачами планшайби 2. Тримачі планшайби

прикручують до корзини маховика двигуна так, щоб двигун кріпився не менш, як на 3-х шпильках. Шпильки мають забезпечити надійне кріплення об'єкта ремонту. Далі гаковий захват 9 звільняють з двигуна. Консоль 4 піднімають на зручну висоту. Для виконання операцій ремонту двигуна його обертають на планшайбі і фіксують у потрібній позиції.

### 3.4 Розрахунок конструктивних параметрів пристрою

#### 3.4.1 Кінематичний розрахунок

Розрахунок здійснюється для навантаження при підйомі-опусканні двигуна. Розрахунок здійснюємо за такою кінематичною схемою (рис. 3.1).

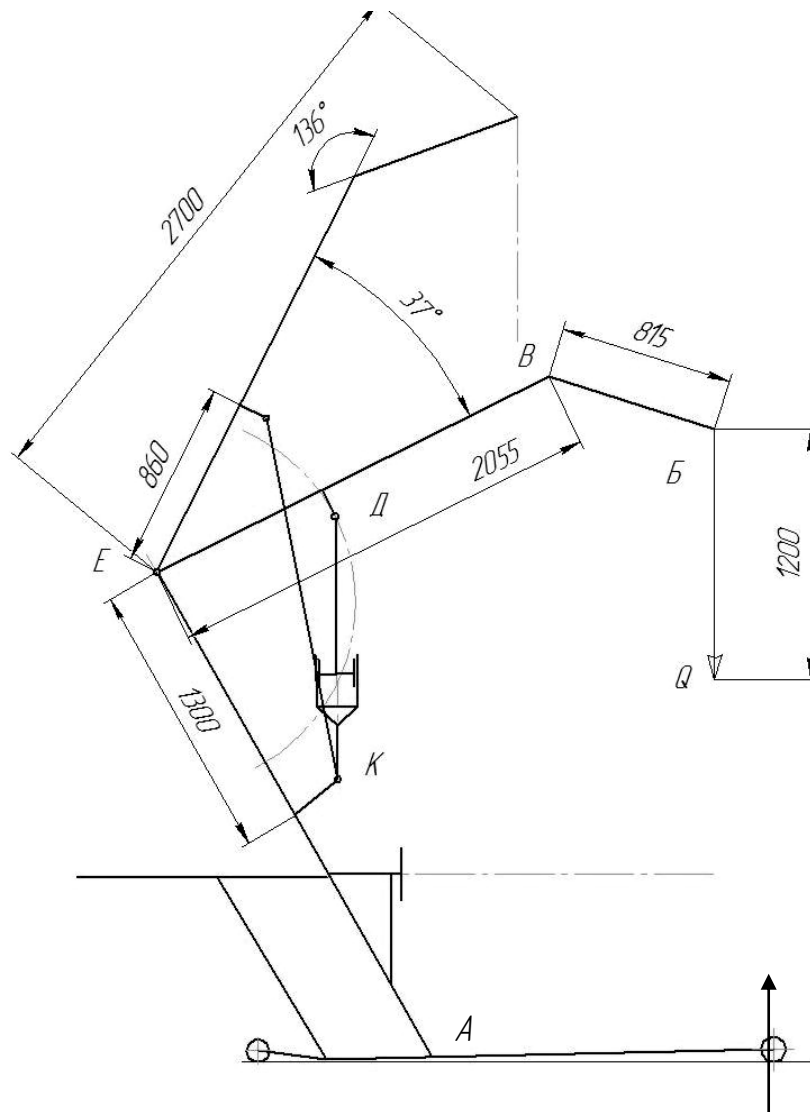


Рисунок 3.1 – Кінематична схема пристрою

Згідно з такою схемою під дією навантаження  $Q$ , яке прикладене у точці Б (вага об'єкта ремонту, а також зведена вага стріли піднімача) у вузлах пристрою виникатиме згинальний момент, який потрібно визначити для оцінки міцності зварної конструкції пристрою. Проведемо кінематичний аналіз механізму. Визначимо ступінь вільності механізму за формулою Чебишева:

$$W = 3 \cdot (n - 1) - 2p_1 - 1p_2, \quad (3.1)$$

де  $n$  – кількість кінематичних ланок;

$p_1$  – кількість кінематичних пар 5-го класу;

$p_2$  – кількість кінематичних пар 4-го класу.

$$W = 3 \cdot (4 - 1) - 2 \cdot 5 - 1 \cdot 0 = 1.$$

Отже, маємо механізм першого класу.

### 3.4.2 Динамічний розрахунок

Метою динамічного розрахунку пристрою є визначити сили і реакції, які діють в кінематичних парах, а також визначити потрібне зусилля приводу. Для розрахунку скористаємось розрахунковою схемою (рис. 3.2).

Щоб отримати статично визначені системи, розіб'ємо механізм підйомника на групи Ассура – кінематичні ланки, степінь визначеності яких дорівнює нулеві. Перша група Ассура зображена на рис. 3.3.

Щоб знайти реакцію  $R_D$ , розкладемо її на дві складові – нормальну  $R_{D,n}$  і тангентну  $R_{D,\tau}$  і запишемо умову рівноваги плоскої системи сил.

$$\sum M_E = 0,$$

$$Q \cdot l_{BE} + R_D^n l_{DE} = 0.$$

Геометричну величину  $l_{DE}$  виміряно по кресленню (аркуш 1).

Відповідно, нормальна реакція в кінематичній парі  $D$  становитиме:

$$R_D^n = -\frac{Q l_{BE}}{l_{DE}} = \frac{5 \cdot 2,69}{1,174} = 11,46 \text{ кН.}$$

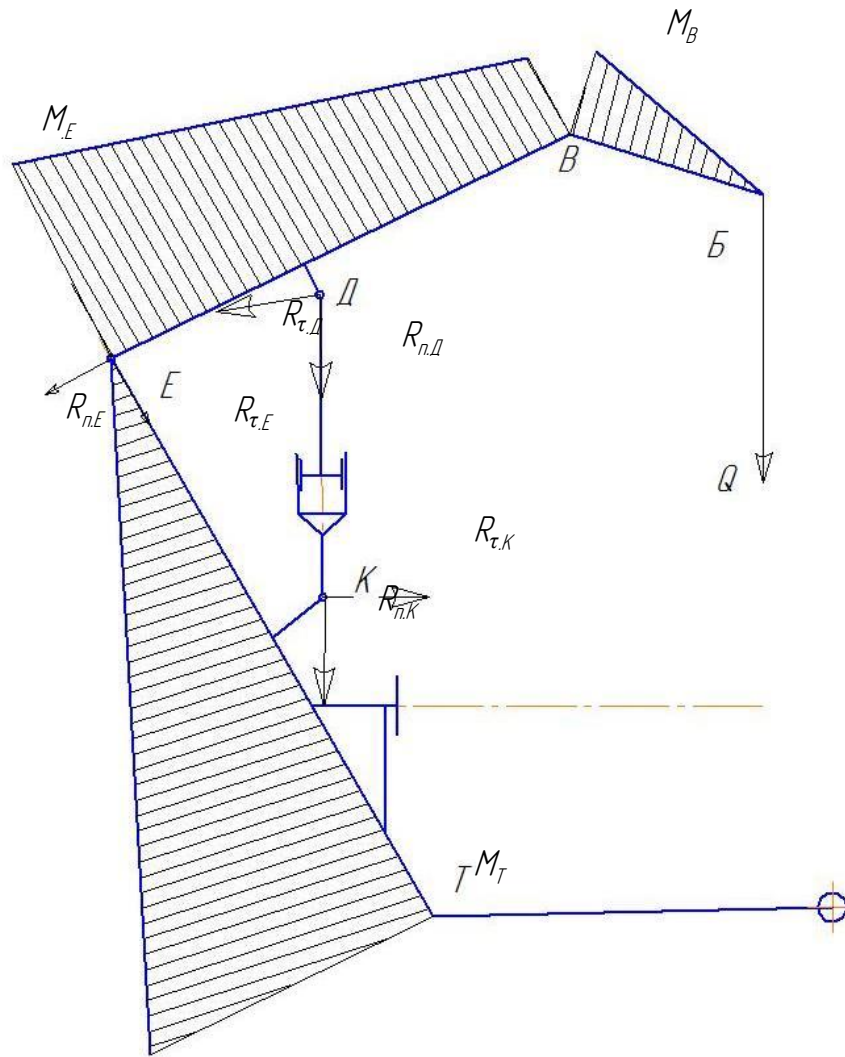


Рисунок 3.2 – Елюра сил і моментів, що діють на пристрій від ваги об'єкта ремонту

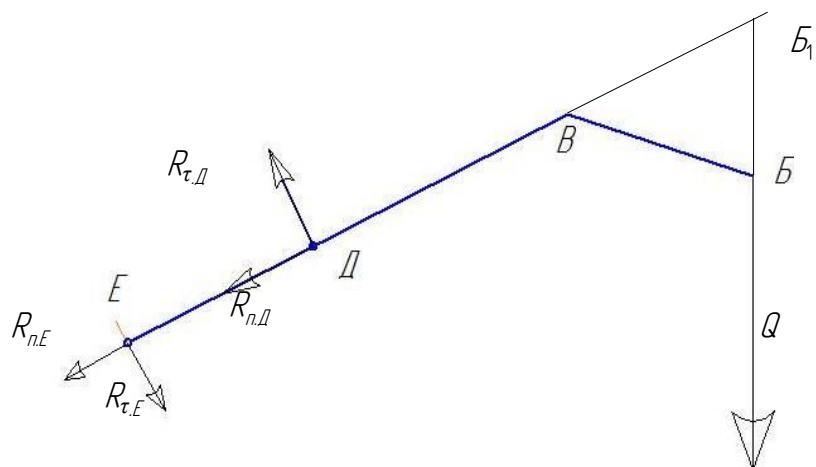


Рисунок 3.3 – Статично визначена група Ассура №1

Тангентна складова реакції в кінематичній парі  $D$  становитиме:

$$R_D^{\tau} = -R_E^n \text{ кН.} \quad (3.3)$$

Для того, щоб її знайти, потрібно знайти реакцію в парі  $E$  за виразом:

$$\sum M_D = 0.$$

$$Q \cdot l_{BD} - R_E^{\tau} l_{DE} = 0.$$

Тангентна складова реакції в кінематичній парі  $E$  дорівнює:

$$R_E^{\tau} = \frac{Q l_{BD}}{l_{DE}} = \frac{5 \cdot 1,86}{1,174} = 7,92 \text{ кН.}$$

А також запишемо додаткове рівняння рівноваги відносно точки  $B$  (див. рис. 3.3):

$$R_E^n l_{BE} \sin \alpha + R_E^{\tau} l_{BE} \cos \alpha - R_D^n l_{BD} \sin \alpha - R_D^{\tau} l_{BD} \cos \alpha = 0, \quad (3.4)$$

де  $\alpha$  – кут між балкою  $EB$  і лінією дії сили  $Q$ .

Усі відстані з рівняння (3.4) взято шляхом вимірювання електронних креслень (аркуш 1). Отже, перепишемо його з врахуванням виміряного:

$$R_E^{\tau} \cdot 2,63 + R_E^n \cdot 0,559 - R_D^{\tau} \cdot 0,559 - R_D^n \cdot 1,714 = 0.$$

З врахуванням виразу (3.3), а також раніше визначених величин складових реакцій, знайдемо:

$$2 \cdot R_E^n \cdot 0,559 = 11,46 \cdot 1,714 - 7,92 \cdot 2,630.$$

$$R_E^n = R_D^{\tau} = 36,2 \text{ кН.}$$

Сумарна реакція сил в кінематичній парі  $D$  визначиться з формули:

$$R_D = \sqrt{R_D^n^2 + R_D^{\tau}^2}, \text{ кН.} \quad (3.5)$$

$$R_D = \sqrt{11,46^2 + 36,2^2} = 37,97 \text{ кН.}$$

Сила, яка діятиме на шток гідроциліндра, визначиться з виразу:

$$F_u = R_D^{\tau} \cdot \cos \beta,$$

де  $\beta$  – кут між віссю штока і напрямом тангентної складової реакції в кінематичній парі  $D$ .

$$F_y = 36,2 \cdot \cos 25^\circ = 36,2 \cdot 0,906 = 32,8 \text{ кН.}$$

Реакцію сил в кінематичній парі Е визначаємо за формулою:

$$R_E = \sqrt{R_E^{n2} + R_E^{\tau2}},$$

$$R_E = \sqrt{7,92^2 + 36,2^2} = 37,0 \text{ кН.}$$

### 3.4.3 Розрахунок параметрів і вибір гідроциліндра

Початкові дані для розрахунку:

- максимальне зусилля на штоку – 32,8 кН;
- хід штока (визначено з креслення) – 229 мм.

За такими параметрами обираємо гідроциліндр односторонньої дії з ручним насосом в зборі ТПГ-3Б, який характеризується такими параметрами:

- максимальне зусилля на штоку – 150 кН;
- робочий тиск – 550 бар;
- максимальний хід штока – 250 мм;
- зусилля на ручці при максимальному навантаженні – 400 Н.
- ціна нового – 3200 грн.

Усі ці параметри вибрані із запасом порівняно з розрахунковими.



Рисунок 3.4 – Загальний вигляд насоса з гідроциліндром в зборі



### 3.4.4 Розрахунок елементів конструкції пристрою на міцність

Найбільш відповідальними є осі та інші кінематичні пари пристрою. Осі і болти пристрою А, Б, В, Д, Е, Ж, З (рис. 3.6) зазнають напружень зрізу та зминання.

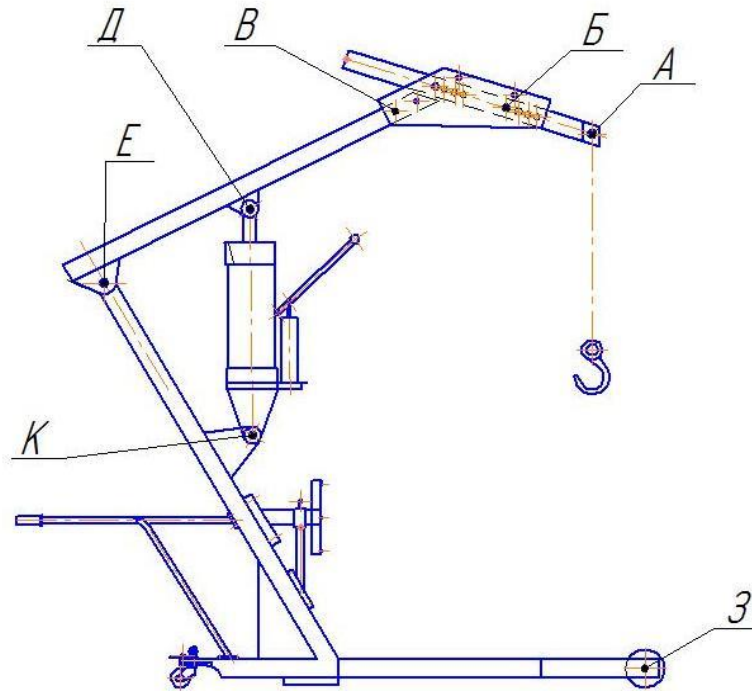


Рисунок 3.5 – Позначення осей і болтів, найбільш відповідальних за міцністю у конструкції пристрою

Розрахунок міцності на напруження зрізу проведено за такою формулою:

$$\tau_{зр} = \frac{R}{F_{зр}} \leq [\tau_{зр}], \text{ МПа}, \quad (3.6)$$

де  $R$  – реакція сил, які діють в кінематичній парі, Н;

$F_{зр}$  – площа зрізу кінематичної пари, якою є вісь / болт, мм<sup>2</sup>;

$[\tau_{зр}]$  – допустиме напруження зрізу, для сталі 45 при відповідній термічній обробці (СВЧ гартування + нормалізація) становить 240 МПа [14].

Розрахункові мінімальні площі зрізу осей подано в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Результати розрахунку осей підйомника на зріз

Позначення осі / болта	Розрахункова сила, кН	Мінімально допустима площа зрізу, мм <sup>2</sup>	Мінімально допустимий діаметр, мм
А	5,00	1200,00	39,10
Б	2,80	672,00	29,26
В	34,52	8284,80	51,36*
Д	37,97	9112,80	53,87*
Е	37,00	8880,00	53,17*
К	39,82	9556,80	55,16*
З	2,11	506,40	25,40

\* – при розрахунку приймалося до уваги, що кількість площин зрізу – дві.

Для перевірки на зминання використано таку формулу:

$$\sigma_{зм} = \frac{R_A}{A} \leq [\sigma_{зм}], \text{ МПа}, \quad (3.7)$$

де  $A$  – площа поздовжнього перерізу пальця, мм<sup>2</sup>;

$R_A$  – сумарна реакція в кінематичній парі, Н;

$[\sigma_{зм}]$  – допустиме напруження зминання, для сталі 45 з термообробкою становить 450 МПа.

Приклад розрахунку для осі К:

$$\sigma_{зм} = \frac{39820}{5575} = 7,14 < [\sigma_{зм}] = 450 \text{ МПа}.$$

Отримане значення менше за допустиме, отже умова міцності виконується для найслабшої кінематичної пари  $\sigma_{зм} \leq [\sigma_{зм}]$ .

### 3.4.5 Розрахунок зварних з'єднань

В конструкції пристрою є декілька типів зварних з'єднань. Перший тип – тавровий зварний шов для деталей під осі обертання (рис. 3.6). Шов довкола вуха 2 – тавровий, який характеризується певним катетом К (рис. 3.7). Для розрахунку цього шва подано ескіз на рис. 3.8.

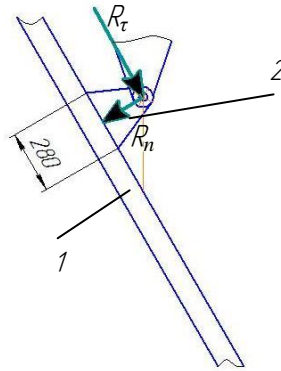


Рисунок 3.6 – Схема для розрахунку зварного шва: 1 – вухо осі; 2 – рама

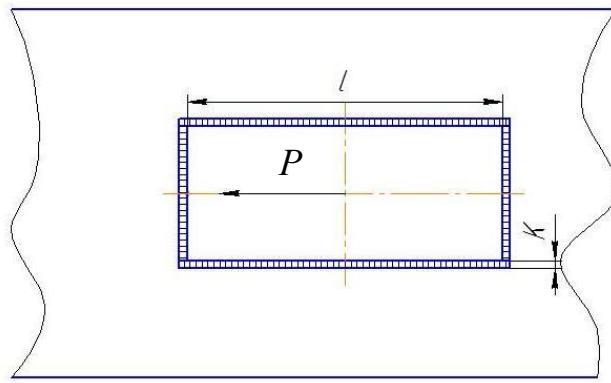


Рисунок 3.7 – Схема для розрахунку таврового шва

Розрахунок проводиться за виразом, згідно з яким допустима максимальна сила розтягу  $P$  (див. рис. 3.7) визначається [15]:

$$P_p = [\tau_{зр}] \cdot 0,7 Kl, \text{ Н}, \quad (3.9)$$

де  $\tau_{зр}$  – допустиме напруження зрізу для матеріалу шва (90 МПа);

$K$  – катет шва, мм;

$l$  – довжина шва, мм.

$$P_p = 90 \cdot 0,7 \cdot 5 \cdot 560 = 176400 \text{ Н}.$$

Розрахункова сила, що діє на даний зварний шов становить  $R_{н.к}=36,2\text{кН}$ , що є майже у п'ятеро менше, ніж отримане значення. Отже, умова міцності забезпечена. Інші таврові шви не перевірялись на міцність,

оскільки вони виконані з таким ж катетом і довжиною, а зусилля, що діє на зріз цих швів є значно меншим.

Другий тип шва – стиковий (рис. 3.8).

Такі шви працюють в умовах дії згинального моменту  $M_{32}$ . Їх розрахунок ведеться за виразом:

$$\tau = \frac{M_{32}}{0,7Kl(h+K) + \frac{0,7Kh^2}{6}} \leq [\tau_{зр}], \text{ МПа,} \quad (3.8)$$

де  $h$  – ширина шва відносно напрямку моменту, мм;

$K$  – катет шва, мм;

$l$  – довжина шва, мм.

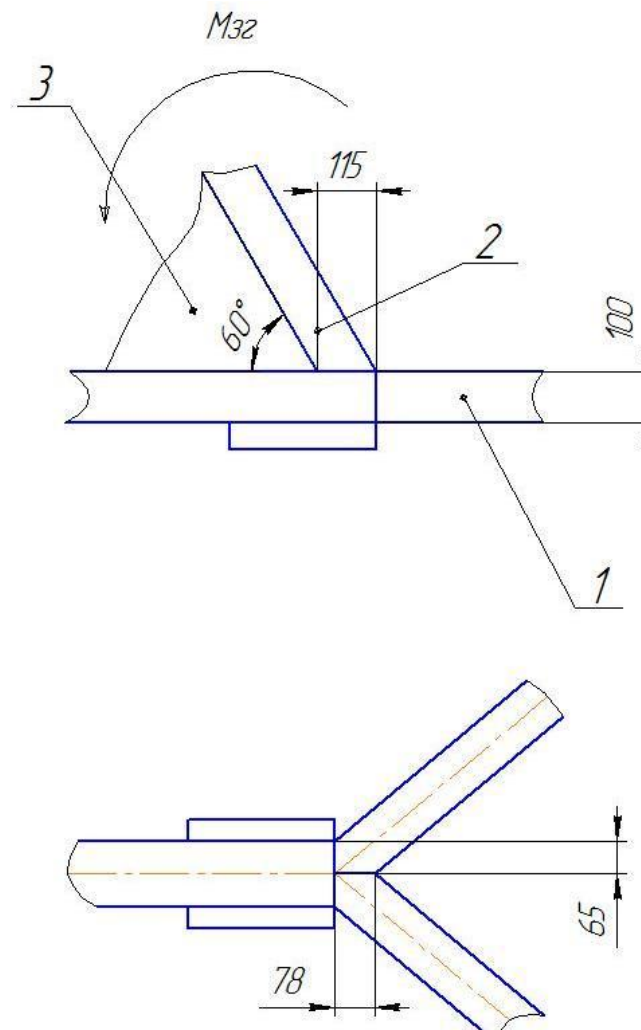


Рисунок 3.8 – Схема виконання стикових швів: 1 – основа; 2 – консоль; 3 – косинець

На рис. 3.9 показано консоль 2, яка приварена стиковим швом до каркасу 1. Є чотири шва, рівні за довжиною, 2 впоперек і 2 вздовж згинального моменту.

Згинальний момент у даному перерізі шва визначимо з формули:

$$M_{32} = R_E^n \cdot l_{EA} - R_K^r \cdot l_{KA},$$

$$M_{32} = 36,2 \cdot 2,36 - 16,61 \cdot 1,3 = 63,84 \text{ кНм.}$$

$$\tau = \frac{63,8 \cdot 10^6}{0,7 \cdot 5 \cdot 230 \cdot (200 + 5) + \frac{0,7 \cdot 5 \cdot 230^2}{6}} = 325,7 \text{ МПа.}$$

Оскільки  $[\tau_{32}] = 90 \text{ МПа}$ , то умова міцності не витримується. Для того, щоб забезпечити міцність зварного стику, пропонується укріпити його косинцем 3 (див. рис. 3.12), який приварено тавровим швом. Таким чином умова міцності буде забезпечена.

#### 3.4.6 Вибір гакової підвіски

В гаковій підвісці потрібно вибрати марку канату. Вибір здійснюємо за максимальною статичною вагою, яку можна підчепити до канату. За довідником вибираємо канат марки: *Канат 12-ГЛ-В-Л-О ДСТУ 2688:2008* [15]. Це – вантажний канат діаметром 12 мм з дроту без покриття, який не рихтується і не розкручується, має підвищену точність виготовлення, максимальна вага – 604 кг.

## **4 ОХОРОНА ПРАЦІ**

### **4.1 Актуальність питань охорони праці на підприємстві**

Охорона праці є важливою складовою автосервісу та розвивається у тісній взаємодії з технологією та організацією виробництва, економікою, фізіологією людини, інженерною психологією та іншими науками. Згідно із Законом України «Про охорону праці», роботодавець зобов'язаний створити на робочому місці в кожному структурному підрозділі умови праці відповідно до нормативно-правових актів, а також забезпечити додержання вимог законодавства щодо прав працівників у галузі охорони праці. Приватний підприємець також відповідає за покращення умов роботи на підприємстві, своєчасне проведення інструктажів та дотриманням санітарно-гігієнічних і профілактичних вимог [11]. За останні 5 років на підприємстві не зареєстровано випадків, які б призвели до серйозних травм, ушкоджень, чи втрати працівниками працездатності через виробничу діяльність. Однак, рівень технологій, які застосовуються на СТОА, підвищується інтенсивність робіт (кількість заїздів на підприємство збільшилось за останні 2 роки у 2,4 рази). Збільшилась кількість робочих місць. Тому аналіз стану охорони праці є для служби охорони праці підприємства зараз актуальним. Розробка цією службою усіх необхідних соціальних заходів та додержання вимог трудового законодавства сприяє попередженню виробничого травматизму і скороченню збитків підприємства.

### **4.2. Коротка характеристика процесу**

Питання охорони праці розглядаються у цьому розділі для ділянки діагностування і ремонту двигунів приватного підприємства «Біраковський Б. Є.» – автосервісу, СТОА «Пасат», яке знаходиться в м. Стрий. Підприємство працює під брендом фірми БОШ Сервіс, тому має в своєму

розпорядженні технології та обладнання, а також використовує запасні частини фірми.

На даній ділянці виконуються роботи, згідно із заявками клієнтів, що стосуються несправностей і відмов двигунів. Основна частина робіт по ТО і ПР двигунів виконується на 2-х постах виробничого приміщення ділянки та на спеціалізованих робочих місцях. Крім того, роботи по обслуговуванню і ремонту приладів системи живлення виконуються на окремій ділянці діагностики і на спеціалізованій ділянці ремонту паливної апаратури.

При обслуговуванні двигунів автомобілів на СТОА «Пассат» особливу увагу приділяють несправностям, які можуть вплинути на економічність руху. При цьому обов'язково усувають виявлені несправності і ослаблення кріплення деталей, вузлів, агрегатів і систем. При ТО двигунів спершу перевіряють прилади систем живлення, запалення, охолодження, мащення. При діагностуванні контролюють герметичність з'єднань; перевіряють дію приводів, регулюють роботу на режимах малої частоти обертання колінчастого валу двигуна.

При ТО і ремонті двигунів виконують заміну моторної оливи та охолодної рідини. Заміну оливи здійснюють з допомогою вакуумної установки, тому робота під двигуном, пов'язана з викручуванням оливної пробки, заміною фільтра не ведеться. Заміна охолодної рідини пов'язана з роботою з токсичними складниками, однак вона також виконується на універсальному посту.

Діагностування двигунів виконується на спеціалізованому посту, який оснащений мотор-тестером, іншими діагностичними приладами, які підключаються до об'єкта діагностування. Пост оснащено вентиляційним пристроєм для примусового відсмоктування відпрацьованих газів, який підключається до системи випуску двигунів. Пост діагностування – глухокутній, тому в'їзд і виїзд з нього виконують переднім і, відповідно, заднім ходом.

ТО і ремонт двигунів виконується на цій ж ділянці, на тупиковому пості, який є обладнаний двостійковим підйомником. При ПР виконують розбірно-складальні операції, електротехнічні, слюсарно-механічні, верстатні. Розбирально-складальні роботи виконують з допомогою ручних інструментів, а також пневматичних гайкокрутів ударної дії.

При ПР виконують розбирання приладів і агрегатів на окремі вузли і деталі, контроль і виявлення дефектів вузлів і деталей, заміну дрібних непридатних деталей, зачистку і відновлення пошкоджень, напайку наконечників проводів, збірку приладу і агрегата, випробування на спеціалізованому стенді.

На ділянці є універсальні та спеціалізовані верстати для ремонту деталей двигунів: токарний, розточний, вертикально-свердлильний, фрезерний, шліфувальний, заточний, а також прес гідравлічний, пічка індукційна (для нагрівання поршнів). Вони розташовані на окремих робочих місцях по периметру ділянки.

Мотороремонтне відділення підприємства – окреме двохповерхове приміщення, яке розташоване у виробничому корпусі №1 СТОА. Площа відділення, яке знаходиться на першому поверсі, – 140 м<sup>2</sup>. Висота приміщення до стелі – 3,5 м. Відділення має два заїзди – гаражні двохстулкові, утеплені ворота, загальною шириною 1850 мм і висотою 2840 мм кожен. Крім того, приміщення має два вікна, розміром 1200×4500 мм. Вікна – подвійні, з металопластиковим каркасом. На другому поверсі над ділянкою знаходяться офісні приміщення. Вхід до них – окремий по винесеній сходовій клітці. Параметри вібрації і шуму зони відповідають стандарту 12.1.003-83. Розміщення і експлуатація обладнання відповідають вимогам ДБН В.2.3-15-2007 [11]. Стіни ділянки – незгораємі. Підлога на ділянці має рівну (без порогів) гладку, але не слизьку ударостійку поверхню, яка б не вбирала нафтопродуктів. Обладнання розміщено із зберіганням необхідних розривів.



Вузли вагою більше 20 кг знімають, переміщують і транспортують за допомогою підйомно-транспортного обладнання: кран-балки та консольного крана. Освітлення на ділянці – комбіноване. Електробезпека забезпечується заземленням. Ванни і ємкості для миття і знежирення розчинниками обладнані кришками, що щільно закриваються, а також місцевою вентиляцією. Крім місцевих вентиляційних відсосів на ділянці діє загальнообмінна притоково-витяжна вентиляція [12].

Роботи на даній ділянці відносяться до робіт середньої важкості з енерговитратами приблизно 200 ккал/год. [11].

Дані параметри підтримуються вентиляцією і водяним опаленням.

Параметри вібрації і шуму зони відповідають стандарту 12.1.003-83. Розміщення і експлуатація обладнання відповідають вимогам БНіП 11-89-80.

Ремонт і технічне обслуговування обладнання виконується лише при відключенні його від мережі.

Побутові приміщення для працівників підприємства передбачені у відповідності до вимог санітарних норм і правил. Зокрема, потрібно відмітити наявність гардеробів, обладнаних вішалками і шафами для зберігання чистого та робочого одягу, душові, умивальники і туалети.

Однак, проаналізувавши стан охорони праці в СТО, видно, що на підприємстві не виконуються деякі вимоги нормативних документів з охорони праці, тобто робітники в ділянках не повністю забезпечені спецодягом, аптечками першої медичної допомоги, та не усі робочі місця обладнані засобами пожежегасіння. Отже щоб на СТОА стан охорони праці відповідав необхідним вимогам, то потрібно усунути виявлені нами недоліки.

### **4.3 Потенційні небезпеки у відділенні**

Найбільш поширеними і володіють досить високими концентраціями або енергетичними рівнями в техносфері є шкідливі та небезпечні виробничі

фактори, які за природою походження поділяються на фізичні, хімічні, біологічні та психофізіологічні [12].

Небезпеки, які мають фізичне походження:

- рух автомобілів, які заїжджають, або виїжджають на пости;
- піднімання-опускання, та робота з піднятим автомобілем на підйомнику;
- переміщення агрегатів та вузлів вагою понад 20 кг з допомогою піднімально-транспортного обладнання;
- робота верстатів з обертовими частинами;
- шум двигунів автомобілів, які випробовуються на посту діагностики, вібрація;
- використання несправного ручного інструменту;
- слизька підлога, внаслідок замаслення, забруднення;
- захаращення проходів і проїздів;
- недостатня освітленість робочих місць, особливо пов'язаних із слюсарно-складальними роботами;
- ураження струмом внаслідок несправного, або незаземленого устаткування;
- загорання горючих речовин, які використовуються в ремонті (гас, бензин, олива тощо) внаслідок необережного з ними поводження.

Небезпеки, які мають хімічне походження:

- пошкодження дихальних шляхів, або обпікання відкритих поверхонь шкіри токсичними речовинами, або випарами охолодної рідини, кислот, лугів, які використовуються в ремонті;
- отруєння внаслідок підвищеної загазованості повітря в приміщенні, що пов'язана з роботою автомобільних двигунів;
- отруєння випарами оливо та палив з підкапотного простору автомобілів та з силових агрегатів.

Створення сприятливих метеорологічних умов на ділянці являється важливим фактором в забезпеченні високої продуктивності праці і профілактиці захворювань.

#### **4.4. Пропозиції щодо покращення умов праці**

Пропозиції з покращення стану охорони праці в ділянці, в першу чергу, стосуватимуться виявлених недоліків по забезпеченні засобами індивідуального захисту персоналу та спецодягом. Перегляду вимагає також правила техніки безпеки при виконанні операції заміни охолодної рідини та оливи двигуна, а також миття і очищення деталей в мийних засобах.

Систему охолодження потрібно відкривати тільки при температурі охолоджуючої рідини, нижче 90° С. Повільно відвернути кришку і скинути надмірний тиск. Не допускається заливати охолоджуючу рідину в ємності для харчових продуктів. Працювати потрібно в захисних рукавичках, захисному одязі й захисних окулярах. При митті деталей в гасі при ремонті двигунів, потрібно застосовувати спеціальні мийні ванни з воронками для зливання засобів, використовувати справні щітки, скребки, а також захисні окуляри, фартух і рукавиці.

Також заходи з безпеки повинні бути скеровані на усунення виявлених недоліків пожежної безпеки ділянці. Потрібно забезпечити кожне робоче місце засобами пожежогасіння – порошковими вогнегасниками, а приміщення ділянці загалом – засобами сигналізації виникнення займання.

## **5 ОЦІНКА ВПЛИВУ ПІДПРИЄМСТВА НА ЯКІСТЬ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ**

Відповідно до ст. 31 Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища» та ст. 4 Закону України «Про охорону атмосферного повітря» нормування у галузі охорони атмосферного повітря проводиться з метою встановлення комплексу обов'язкових норм, правил, вимог щодо охорони атмосферного повітря від забруднення. Також ст. 10 Закону України «Про охорону атмосферного повітря» передбачає, що підприємства, установи, організації та громадяни – суб'єкти підприємницької діяльності, що здійснюють викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря, зобов'язані здійснювати контроль за обсягом і складом забруднюючих речовин, що викидаються в атмосферне повітря, і рівнями фізичного впливу та вести їх постійний облік. Оцінка впливу на якість атмосферного повітря розглядається в двох напрямках: – опис поточного стану якості атмосферного повітря; – опис і оцінка можливого впливу на якість атмосферного повітря.

При аналізі поточного стану якості атмосферного повітря здійснюють його характеристику на предмет []:

1) фонових концентрацій забруднюючих речовин в атмосферному повітрі на території у зоні впливу об'єкта (планованої діяльності) та їх порівняння зі встановленими гігієнічними нормативами якості атмосферного повітря (ГДК, ОБРД);

2) за наявності відповідних спостережень, середньорічних концентрацій та максимальної з разових концентрацій забруднюючих речовин за останній рік;

3) за наявності, даних зі стаціонарних постів спостережень та підфакельних вимірювань. Враховують вимоги до переліків забруднюючих речовин, встановлені згідно з порядком отримання дозволу на викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами. Для

написання розділу Звіту з ОВД, що стосується поточного стану атмосферного повітря використовують інформацію державного моніторингу атмосферного повітря у найближчих пунктах спостережень у зоні впливу та величин фонових концентрацій забруднювальних речовин, визначених у встановленому порядку.

Здійснюючи оцінку впливу на атмосферне повітря проводять дослідження в двох напрямках: – зміна у складі та властивостях атмосферного повітря у зв'язку з провадженням планованої діяльності, з урахуванням її стаціонарних і пересувних джерел викидів; – ймовірності та величини перевищення встановлених нормативів екологічної безпеки атмосферного повітря (гігієнічних нормативів) за межами санітарно-захисної зони, у тому числі у житловій забудові та прирівняних до неї зонах. За рахунок оцінки викидів і моделювання забруднення стаціонарними джерелами здійснюється оцінка впливу на атмосферне повітря. Для кожної забруднюючої речовини проводять оцінку викидів, від усіх ймовірних джерел викидів даної речовини в зоні впливу запроєктованих джерел викидів. Відповідно до ОНД-86 оцінюють розміри і акцентують увагу на двох категоріях територій [20]: 1) територія навколо джерела викидів, в межах якої розрахункові приземні концентрації забруднюючої речовини складають 1 ГДК і вище або у встановлених випадках – 0,8 ГДК і вище (інакше – територія наднормативних концентрацій); 2) територія навколо джерела викидів, в межах якої приземні концентрації складають 0,25...1 ГДК. Зазначають населені пункти, розміри сельбищної території, зони житлової забудови чи зон відпочинку, природоохоронні території та об'єкти, об'єкти культурної спадщини, інші вразливі об'єкти, які потрапляють у кожну із двох категорій зони впливу. У випадках, коли відсутня інформація про всі можливі стаціонарні джерела викидів, що розташовані в зоні впливу, оцінку впливу на якість атмосферного повітря здійснюють за джерелами що знаходяться у відданні суб'єкта господарювання. Отримані матеріали моделювання викидів від стаціонарних джерел узагальнюють у доступній

формі за такою схемою: найменування забруднюючої речовини → встановлені нормативи (ГДК, ОБРД) → фонові концентрації забруднюючих речовин; приземні концентрації забруднюючих речовин у розрахункових точках з урахуванням фону, та їх відносна оцінка (у частках від ГДК); внесок (у відсотках) планованої діяльності у забруднення атмосферного повітря за кожною із пріоритетних забруднюючих речовин та, за потреби, за іншими забруднюючими речовинами на локальному рівні (у зоні житлової забудови або в зоні відпочинку); розрахована зона впливу джерел викидів за кожною із пріоритетних забруднюючих речовин та, за потреби, за іншими забруднюючими речовинами. На зовнішній межі санітарно-захисної зони порівнюють матеріали моделювання викидів і приземних концентрацій забруднюючих речовин зі встановленими гігієнічними нормативами і вимогами державних санітарних правил щодо концентрацій шкідливих речовин на меж житлової забудови та (за наявності) курортно-рекреаційної зони. Вплив на атмосферне повітря оцінюють за внеском планованої діяльності у збільшення концентрацій за однією або декількома забруднюючими речовинами в атмосферному повітрі. Орієнтованим пороговим значенням є внесок 0,25 ГДК і вище, рекомендується, щоб внесок планованої діяльності у забруднення атмосферного повітря, з урахуванням передбачених заходів зі охорони атмосферного повітря, не досягав порогового значення.

## 6 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

### 6.1. Оцінка річного економічного ефекту

Економічний ефект у цій роботі досягається за рахунок полегшення умов праці, раціоналізації структури технологічного процесу і, як наслідок – скорочення трудомісткості робіт. Так, згідно з хронограмою, тривалість заміни шатунно-поршневої групи становить 8,93 год., а за нормативами 12,34 год. Отже, економія часу на одному об'єкті становить:

$$\Delta T_{ТП} = T_{ч.} - T_{пр.}, \text{ год.}, \quad (6.1)$$

де  $T_{ч.}$  – тривалість чинного процесу, год.;

$T_{пр.}$  – тривалість процесу за проектом, год.

$$\Delta T_{ТП} = 12,36 - 8,39 = 3,97 \text{ год.}$$

Обчислимо річне заощадження коштів.

Фонд заробітної плати за рік виконавців процесу визначаємо за формулою:

$$B_{зн} = T_{ТП,i} \cdot C_i + D_1 + D_2 + D_3 + D_4 + Pr, \text{ тис. грн.} \quad (6.2)$$

де  $T_{ТП,i}$  – загальна річна трудомісткість робіт  $i$ -го розряду, люд.-год.;

$C_i$  – тарифна ставка виробничників  $i$ -го розряду, грн./год.;

$D_1, D_2, D_3, D_4$  – відповідно, доплати: за понаднормову роботу; за високу кваліфікаційну майстерність, за шкідливі умови праці, за раціоналізаторські пропозиції, грн.;

$Pr$  – премії, грн.

Річну трудомісткість по заданому процесу заміни КШМ визначаємо за виразом:

$$T_{ТП,i} = T_{ПР} \cdot W_p, \text{ люд.-год} \quad (6.3)$$

де  $W_p$  – річна виробнича програма ремонту КШМ.

Річну виробничу програму по ремонту КШМ розраховуємо за виразом:

$$W_{р.шпг} = Z_p \cdot \delta_{шпг}, \quad (6.4)$$

де  $Z_p$  – річна кількість заїздів на СТОА (2500 за даними з практики);

$\delta_{III}$  – частка заїздів на СТОА з метою ремонту КШМ (приймалось із даних практики  $\delta_{III}=0,085$ .

Таким чином, річна виробнича програма становить:

$$W_{p.KШМ} = 2500 \cdot 0,085 \approx 213.$$

Річна трудомісткість робіт за спроектованим удосконаленим процесом становить:

$$T_{III,i} = 8,93 \cdot 213 = 1902,1 \text{ люд.-год.}$$

Згідно чинного технологічного процесу, річна трудомісткість становить:

$$T_{III,i} = 12,34 \cdot 213 = 2628,4 \text{ люд.-год.}$$

Річна різниця трудомісткості становить 726,3 люд.-год.

Розрахунок витрат на заробітну плату виробничників за спроектованим процесом подана в табл. 6.1.

Таблиця 6.1 – Розрахунок основної і додаткової заробітної плати виробничників, грн.

Показник, од. вим.	Чинний процес	За проектом
Річна трудомісткість процесу, год.	2628,4	1902,1
у т. ч. 3-го розряду, год.	1787,3	1046,2
у т. ч. 4-го розряду, год.	525,7	684,76
Річна виробнича програма, од.	213	213
Тарифна ставка 3-го розряду, грн./год.	35,0	35,0
Тарифна ставка 4-го розряду, грн./год.	41,0	41,0
$Z_n$ основна, грн.	91047,78	68456,58
Доплата за понаднормову роботу, грн.	27314,33	20536,97
Доплата за високу кваліфікаційну майстерність, грн.	13657,17	10268,49
Доплата за шкідливі умови праці, грн.	27314,33	20536,97
Доплата за раціоналізаторські пропозиції, грн.	4552,39	3422,83
Премія, грн.	9104,78	6845,66



Доплата за понаднормову роботу становить 30% від основного заробітку на підприємстві, таким чином для удосконаленого процесу вона становитиме:

$$D_1 = 68456,58 \cdot 0,3 = 2536,97 \text{ грн.}$$

Доплата за високу кваліфікаційну майстерність на підприємстві становить 15%. Доплата шкідливі умови праці досягає, подекуди 30%. Однак, на дільниці таких операцій є обмаль. Доплата за раціоналізаторські пропозиції, які робітники вносять, становить 5%. Премії на підприємстві досягають 10-11% від основної заробітної плати. Таким чином, обчислені витрати на заробітну плату у зв'язку з ремонтом КШМ подана в табл. 6.1.

Річні витрати на заробітну плату становлять за новим процесом:

$$\begin{aligned} V_{зп.н} &= 68456,58 + 20536,97 + 10268,49 + 20536,97 + 3422,83 + 6845,66 = \\ &= 130067,50 \text{ грн.} \end{aligned}$$

Річні витрати на заробітну плату становлять за чинним процесом:

$$\begin{aligned} V_{зп.ч} &= 91047,78 + 27314,33 + 13657,17 + 27314,33 + 4552,39 + 9104,78 = \\ &= 172990,80 \text{ грн.} \end{aligned}$$

Загальна річна економія на заробітній платі становитиме:

$$E_{рзп} = 172990,80 - 130067,50 = 42923,27 \text{ грн.}$$

Витрати на електроенергію поділяють за призначенням: силову і освітлення, обігрів приміщень, живлення невиробничого обладнання. Встановлена потужність двигунів виробничого обладнання перевищує 12 кВт, то витрати електроенергії обчислюють аналітично за формулою [11]:

$$Q_e = \sum \Phi_\delta \cdot K_3 \cdot K_o \cdot P_e, \text{ кВт}\cdot\text{год.}, \quad (6.5)$$

де  $\Phi_\delta$  – дійсний фонд часу обладнання (з технологічного розрахунку), год. ;

$K_3$  – коефіцієнт завантаження обладнання (приймаємо середній – 0,6);

$K_o$  – коефіцієнт одночасності ввімкнення обладнання (приймаємо 1,2);

$P_e$  – встановлена потужність електроприводів устаткування, кВт.

З врахуванням чисельності необхідного устаткування витрати енергії:

$$Q_e = 5140 \cdot 0,8 \cdot 1,2 \cdot 112,55 = 555367 \text{ кВт}\cdot\text{год.}$$

Вартість річних витрат силової електроенергії становитимуть:

$$B_e = 555367 \cdot 0,407/1000 = 226,0 \text{ тис. грн.}$$

Ці витрати практично не змінюються, оскільки тривалість операцій, де використовується силовий електропривод, не змінилась.

За цією ж формулою (6.5) можна обчислити витрату електроенергії для освітлення. Для цього приймаємо річну кількість годин освітлювального навантаження для однозмінної роботи з врахуванням тривалості процесів заміни КШМ – 1902 год.

Допускається приймати середню витрату електроенергії впродовж 1 год. 15 Вт на 1 м<sup>2</sup> площі виробничих і побутових підприємств.

$$Q_{e\_осв.} = 1902 \cdot 0,676 \cdot 15 \cdot 0,8 / 1000 = 385 \text{ кВт}\cdot\text{год.}$$

Витрати коштів на освітлення для нового процесу:

$$B_{осв.н} = 385 \cdot 0,7 = 270 \text{ грн.}$$

Витрати коштів на освітлення для чинного процесу:

$$B_{осв.ч} = 453,2 \text{ грн.}$$

Річна економія на витратах з освітлення становить 183,2 грн.

## 6.2 Оцінювання вартості виготовлення пристрою

### 6.2.1. Трудомісткість виготовлення деталей пристрою

$$T_{виг} = t_{виг} \cdot K_c ; \text{ люд.год.,} \quad (6.6)$$

де  $t_{виг} = 9.6$  люд.-год. – трудомісткість виготовлення окремих деталей пристрою,

$K_c = 1.08$  – співвідношення між повним і операційним часом.

$$T_{виг} = 9.6 \cdot 1.08 = 10.37 \text{ люд.-год.}$$

### 5.2.2. Трудомісткість складання пристрою:

$$T_{зб} = t_{зб} \cdot K_c ; \text{ люд.-год.,} \quad (6.7)$$

де  $t_{зб} = 0,85$  – трудомісткість збирання елементів пристрою, люд.-год.,

$$T_{зб} = 0.85 \cdot 1.08 = 0.92 \text{ люд.-год.}$$

### 6.2.3. Витрати на оплату праці по виготовленні пристрою

$$ВОП = (T_{виг} \cdot c_{год.виг} + T_{зб} \cdot c_{год.зб}) \cdot K_{доп} \cdot K_{ини}; \text{ грн.}, \quad (6.8)$$

де  $c_{год.зб} = 32,95$  – годинна тарифна ставка робітника зайнятого на збиранні пристрою;

$K_{доп} = 1.7$  – коефіцієнт, який враховує затрату інших категорій працюючих допоміжних працівників;

$K_{ини} = 1.2$  – коефіцієнт, який враховує затрату інших категорій працюючих.

$$ВОП = (10,37 \cdot 32,979 + 0,92 \cdot 32,95) \cdot 1,9 \cdot 1,2 = 848,17 \text{ грн.}$$

### 6.2.4. Відрахування на єдиний соціальний внесок

$$B_{с.з} = ВОП \cdot K_{с.з} = 848,33 \cdot 0,3867 = 327,98 \text{ грн.}$$

$K_{с.з} = 0.3867$  – коефіцієнт, що враховує відрахування на соціальні заходи.

### 5.2.5. Матеріальні витрати

Вартість покупних деталей – у табл. 5.2.

Вартість матеріалу заготовок для виготовлення пристрою:

$$B_m = Q_{ден} \cdot Ц_m, \text{ грн.},$$

де  $Q_{ден} = 52,0$  кг – маса заготовок,  $Ц_m = 750$  грн. – ціна за 1кг металу,

$$B_m = 52 \cdot 750 = 39000 \text{ грн.}$$

Таблиця 6.2 – Вартість матеріалів на виготовлення пристрою

Найменування деталі	Кількість	Ціна, грн.	Сума, грн.
Підшипник кульковий 208	4	285	1140
Підшипник упорний 205	1	285	285
Всього			1425,0

Загальна сума матеріальних витрат:

$$MB_{заг} = B_{ЗП} + B_m = 39000 + 1425 = 40425 \text{ грн.}$$

### 6.2.6 Амортизація основних фондів

$$A_{\text{в}} = MB_{\text{заг}} \cdot K_{\text{ав}}, \text{ грн.}$$

де  $K_{\text{ав}} = 0.8$  - коефіцієнт який враховує амортизацію,

$$A_{\text{в}} = 41.0 \cdot 0.8 = 32.8 \text{ грн.}$$

### 6.2.7 Інші витрати

$$B_{\text{інш}} = (BOП + B_{\text{с.з}}) \cdot K_{\text{інш}}; \text{ грн.},$$

$K_{\text{інш}} = 0.3$  - коефіцієнт який враховує інші витрати,

$$B_{\text{інш}} = (75.33 + 29.13) \cdot 0.3 = 31.34 \text{ грн.}$$

### 6.2.8 Вартість виготовлення конструкції пристрою

$$B_{\text{пристр}} = BOП + B_{\text{с.з}} + A_{\text{в}} + MB_{\text{заг}} + B_{\text{інш}} = 848,17 + 327,98 + 40425 + \\ + 32,8 + 31,34 = 41665,29 \text{ грн.}$$

## 6.3 Термін окупності інвестицій

Термін окупності вкладень у виготовлення пристрою обчислюємо за виразом:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K}{\Delta B}, \text{ років,} \quad (5.9)$$

де  $K$  капіталовкладення, грн.;

$\Delta B$  – річна економія коштів внаслідок капіталовкладень, грн.

$$T_{\text{ок}} = \frac{41665,29}{42923,27} = 0,97 \text{ року.}$$

## **ВИСНОВКИ**

1. Характерними роботами при поточному ремонті КШМ і ГРМ є заміна гільз, поршнів, поршневих кілець, поршневих пальців, вкладишів шатунових і корінних підшипників, клапанів, їх сідел і пружин, штовхачів, а також шліфування і притирання клапанів і їх сідел.

2. Оскільки СТО „Пасат” зарекомендувало себе на ринку, як компанія для якої якість і надійність послуг стоїть на першому місці, то вони й надалі повинні підтримувати ці пріоритети, а для цього використовують найсучасніші технології по ремонту і діагностиці автомобілів..

3. Завантаженість СТО є нерівномірною як по годинах зміни, так і по днях і по сезонах. А це означає, що потужності СТО недовикористовуються.

4. Середня кількість заїздів на СТО – приблизно 14 авт./добу. З них, за рік – приблизно легкових 2500, з яких приблизно 70% – післягарантійний ремонт, тобто 1750 автомобілів. Коефіцієнт нерівномірності заїздів за рік – 2,8.

5. Підприємство потребує значні зусилля для підвищення якості робіт з ТО і ремонту, особливо двигунів, оскільки є чимало нарікань з боку клієнтів на незадовільне обслуговування і від цього втрачається частина замовлень.

6. Найбільш трудомісткими і тривалими є роботи з ремонту двигунів, особливо дизельних. Автомобілі простоюють в ремонті двигунів по декілька днів (до 12-15). Це – дуже значний час і щоб скоротити його потрібно використати нові технологічні процеси ремонту.

7. Якщо є встановлена потреба замінити КШМ, то виконують операції демонтажу двигуна і встановлення його з допомогою сконструйованого пристрою на окремому робочому місці відділення ремонту двигунів. Далі двигун розбирають на пристрої до необхідності і виконують заміну зношених деталей КШМ.

8. Термін окупності розробки – менше одного року. Проект доцільно впроваджувати.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Божидарнік В.В. Основи технології виробництва і ремонту автомобілів : навч. посібн. / В.В. Божидарнік, А.П. Гусев. Луцьк: Надстир'я, 2007. 314 с.
2. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів / Київ : Знання-Прес, 2003. 463 с.
3. Технічне обслуговування і поточний ремонт автомобілів. Механізми і пристрої / В.М. Віноградов, І.В. Бухтєєва, А.А. Черепахін. Дніпро : Форум, 2010. 272 с.
4. Костів Б. Ф. Експлуатація автомобільного транспорту: Підручник. Львів: Світ, 2004. 496 с.
5. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів : навч. посібн. Київ : Знання – Прес, 2003. 511 с.
6. Лудченко О. А. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів: Технологія: Підручник. Київ : Вища шк., 2007. 527 с.: іл.
7. Строков О.В. Технічне обслуговування та ремонт вантажних і легкових автомобілів, автобусів. Київ : Грамота, 2005
8. Несвітський Я. І. Технічна експлуатація автомобілів: Підручник. Київ : Вища шк., 1971. 400 с.
9. Форнальчик Є. Ю., Качмар Р. Я. Основи технічного сервісу транспортних засобів [Електронний ресурс] : навч. посібн. 2-ге вид., змін. та доп. Львів : Вид-во Львів. політехніки, 2017. 300 с.
10. Правила надання послуг з Технічного обслуговування і ремонту автомобільних транспортних засобів. – К.: Мінтранс України, 2003. – 24 с.
11. Гутаревич Ю.Ф. Випробування двигунів внутрішнього згорання. Навчальний посібник . Друге видання, перероблене і доповнене / Ю.Ф. Гутаревич, А.О. Корпач, А.Г. Говорун. Київ: НТУ, 2013. 252 с.

12. Загальні принципи діагностування електронних систем керування автомобіля [Текст]: навч. посібник / О. Ф. Дащенко, В. Г. Максимов, О. Д. Ніцевич та ін.: за ред. М. Б. Копитчука. О.: Наука і техніка, 2012. 392 с.
13. Технологія машинобудівних підприємств: підручник / В. Л. Дикань, Ю. Є. Калабухін, Н. Є. Каличева та ін., за заг. ред. В. Л. Диканя. Харків: УкрДУЗТ, 2020. – 386 с.
14. Технічна експлуатація та надійність автомобілів: навч. посібн. / Є.Ю. Форнальчик, М.С. Оліскевич, О.Л. Мастикаш, Р.А. Пельо. Львів «Афіша», 2004. 492 с.
15. Відомості БОШ /[www.bosch.ua](http://www.bosch.ua)
16. Канарчук В.Є., Курніков І.П. Виробничі системи на транспорті: Підручник. – К.: Вища школа, 1997. – 359с.
17. Аветісяна В. К. Економіка ремонтного підприємства. Харків : ХНТУСГ, 2005. 389 с
18. Економіка і організація аграрного сервісу / П. О. Мосіюк та ін. Київ : УАЕ УААН, 2001. 345 с.
19. Техноекологія та цивільна безпека: навч. посібн., частина «Цивільна безпека» / В.С. Стручок Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 156 с.
20. Домуші Д. П., Яковенко А. М., Осадчук П. І., Ліпін А. П., Житков С. С., & Павлішин, П. М.. Ремонт тракторів і автомобілів: навч. посібн.: у 2-х кн.–Кн. 1. 2020. 512 с.

## **ДОДАТКИ**



## ДОДАТОК А

### Перелік типових операцій технологічного процесу демонтажу двигуна

#### ЗНЯТТЯ ДВИГУНА ЗІБРАНОГО

1. Встановити транспортний засіб на пост.
2. Від'єднати негативну клему акумуляторної батареї.
3. Злити холодоагент з системи кондиціонування повітря.
4. Злити охолоджувальну рідину.
5. Зняти передній бампер.
6. Зняти передню поперечну балку.
7. Зняти решітку радіатора.
8. Зняти корпус повітряного фільтра.
9. Зняти праву фару головного освітлення.
10. Зняти впускний трубопровід повітря.
11. Зняти передні колеса.
12. Зняти додатковий розширювальний бачок з розширювального бачка омивача вітрового скла.
13. Зняти повітрозабірник.
14. Від'єднати паливопроводи.
15. Від'єднати шланг охолодження від модуля охолодження системи рециркуляції відпрацьованих газів двигуна.
16. Від'єднати шланг охолодження від циклічного клапана.
17. Від'єднати вакуумні магістралі.
18. Від'єднати троси перемикачів від коробки передач.
19. Від'єднати трос перемикачів від АКП.
20. Від'єднати електропроводку двигуна.
9. Від'єднати кабель «маси». А 53. Блок управління CDI. А 53.4. Роз'єм № 4 блоку управління CDI. А 53.5. Роз'єм № 5 блоку управління CDI.
  - 1) Від'єднати негативну клему акумуляторної батареї (G 2).
  - 2) Від'єднати роз'єм датчика масової витрати повітря (B 39).
  - 3) Від'єднати роз'єм (A 30) АКП.

- 4) Від'єднати роз'єм (S 19.1) вимикача ламп підсвічування руху передачею заднього ходу (S 19).
- 5) Від'єднати кабелі подачі живлення (1, 2) від розподільчої коробки.
- 6) Зняти кришку розподільної коробки і від'єднати електричні роз'єми.
- 7) Від'єднати електричні роз'єми (A 15.1), (A 15.2) і (A 15.3) від реле системи передпускового підігріву (A 15).
- 8) Від'єднати електричні роз'єми (M 34.1) і (M 34.2) вентилятора радіатора охолодження.
- 9) Від'єднати електричний роз'єм від датчика тиску холодоагенту (B 61).
- 10) Від'єднати роз'єм датчика температури впускається (B 63).
- 11) Від'єднати повітропровід з правого боку.
- 12) Від'єднати роз'єми (A 53.5) і (A 53.4) від блоку управління двигуном
- 13) Вивернути болт і зняти кабель "маси" з кузова.
21. Зняти фіксатор гідравлічної магістралі робочого циліндра зчеплення і зняти гідравлічну магістраль.
22. Від'єднати зливну трубку розширювального бачка омивача вітрового скла.
23. Вивернути болт з кронштейна (19).
24. Від'єднати магістралі холодоагенту від розширювального клапана.
26. Зняти випускну систему в зборі.
27. Зняти вакуумний перетворювач управління тиском наддуву (Y 80) з кронштейна на підрамнику.
28. Від'єднати вакуумну магістраль від вакуумного перетворювача управління тиском наддуву (Y 80).
29. Зняти гальмівні супорти.
30. Зняти передні датчики ABS (B 79).
31. Вивернути болт за допомогою набору насадок Torx 000589011000.

32. Зняти опорну тарілку і кріпильну плиту з поздовжньою балки з правого і лівого боку транспортного засобу.
33. Вивернути гайку кріплення амортизаційних стійок з лівого і правого боку транспортного засобу.
34. Розташувати пристосування для зняття під підрамником (35).
35. Від'єднати праву опору двигуна і верхню опору двигуна.
36. Вивернути болт з лівої опори двигуна.
37. Зняти передні обмежувачі з підрамника двигуна.
38. Відсунути в сторону електропроводку двигуна, вакуумні магістралі, шланги охолодження, троси та зняті з транспортного засобу компоненти.
39. Вивернути болт (56, 58).
40. Повільно опустити вниз двигун з підрамником (35) і зняти з транспортного засобу.
41. Вивернути болти кріплення лівого і правого приводних валів до коробки передач.
42. Зняти радіатор.
43. Зняти клиновидний приводний ремінь.
44. Вивернути болти кріплення насоса підсилювача рульового управління (5) до кришки картера ГРМ.
45. Вивернути болт хомута (6) і зняти розширювальний бачок підсилювача рульового управління (7) з опори (8).
46. Вивернути заднє монтажне кріплення двигуна з опори генератора.
47. Прикріпити лебідку для підняття двигуна до провущин.
48. Зняти двигун з підрамника.