

Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя  
(повне найменування вищого навчального закладу)  
Факультет інженерії машин, споруд та технологій  
(назва факультету)  
Кафедра автомобілів  
(повна назва кафедри)

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**  
до дипломного проекту (роботи)

магістр

(освітній (освітньо-кваліфікаційний) рівень)  
на тему: Проект автотранспортного підприємства  
для технічного обслуговування та ремонту автомобіля марки  
«Renault Logan» з дослідженням ефективності роботи каталітичних  
нейтралізаторів

Виконав: студент (ка)	6	курсу, групи МАМ-	61
спеціальності		274	
«Автомобільний транспорт»			
(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)			
		Дрофишин А.М.	
	(підпис)	(прізвище та ініціали)	
Керівник		Ляшук О.Л.	
	(підпис)	(прізвище та ініціали)	
Нормоконтроль		Левкович М.Г.	
	(підпис)	(прізвище та ініціали)	
Рецензент		Дзюра В.О.	
	(підпис)	(прізвище та ініціали)	

Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя  
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет Інженерії машин, споруд та технологій

Кафедра Автомобілів

Освітній рівень Магістр

Напрямок підготовки \_\_\_\_\_

(шифр і назва)

Спеціальність 274 «Автомобільний транспорт»

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Ляшук О.Л.

«\_\_\_\_\_»

2019 р.

## ЗАВДАННЯ

### НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ

Дрофишин Андрій Миколайович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Проект автотранспортного підприємства для технічного обслуговування та ремонту автомобіля марки «Renault Logan» з дослідженням ефективності роботи каталітичних нейтралізаторів

Керівник проекту (роботи) Ляшук О.Л., д.т.н., доц

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

Затверджені наказом по університету від «16» вересня 2019 року №4/7-810

2. Термін подання студентом проекту (роботи) 23 грудня 2019

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Характеристика підприємства, базовий технологічний процес обслуговування та ремонту ходової частини.

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

1 Загально-технічний розділ. 2 Технологічний розділ. 3 Конструкторський розділ.

4 Спеціальний розділ. 5 Науково-дослідний розділ. 6 Проектний розділ. 7 Обґрунтування економічної ефективності. 8 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

9 Екологія.

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

Обґрунтування теми – 1 аркуш формату А1; План дільниці - 1 аркуш формату А1;

Виробничі підрозділи -1 аркуш формату А1; Дослідження зміни ефективності показників -1

аркуш формату А1; Дослідження двигунів - 1 аркуш формату А1; Дослідження присадок -1

аркуш формату А1; Карка ескізів-2 аркуш формату А1; Стенд для випробування -1 аркуш

формату А1; Деталювання -1 аркуш формату А1; План дільниці-1 аркуш формату А1

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Обґрунтування економічної ефективності	к.т.н., доц Гудь В.З.		
Спеціальна частина	д.т.н., доц Ляшук О.Л.		
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	к.т.н., доц Ткаченко І.Г. асистент Клепчик В.М.		
Екологія	к.т.н., доц Лясота О.М.		

7. Дата видачі завдання 02.10.2019

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Загально-технічний розділ	02.10.2019	
2	Технологічний розділ	10.10.2019	
3	Конструкторський розділ	15.10.2019	
4	Спеціальний розділ	20.10.2019	
5	Науково-дослідний розділ	10.11.2019	
6	Проектний розділ	20.11.2019	
7	Обґрунтування економічної ефективності	30.11.2019	
8	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	05.12.2019	
9	Екологія	10.12.2019	
10	Оформлення графічної частини	17.12.2018	
11	Захист дипломної роботи	24.12.2018	

Студент

\_\_\_\_\_ (підпис)

Дрофішин Андрій Миколайович

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

\_\_\_\_\_

Ляшук О.Л.

\_\_\_\_\_

## Вступ

На утримання автотранспортних засобів у технічно справному стані, що забезпечує ефективний транспортний процес, галузь здійснює великі ресурсні витрати. Так, ускладнення конструкції автомобілів зумовлює, як правило, збільшення обсягу робіт з технічного обслуговування і ремонту, зростання витрат на забезпечення працездатності.

Збільшення кількості автомобілів на дорогах нашої країни веде, до забруднення навколишнього середовища відпрацьованими газами, а зниження токсичності їх значною мірою забезпечується справністю систем живлення і запалювання та рівнем технології технічного обслуговування, засобів і методів діагностування цих систем.

Зі зростанням швидкостей та інтенсивності руху підвищуються вимоги до надійності автотранспортних засобів, оскільки несправні автомобілі є джерелом дорожньо-транспортних пригод.

Економія паливних, енергетичних, матеріальних і сировинних ресурсів у процесі експлуатації автомобілів істотно залежить від їхнього технічного стану, рівня організації матеріально-технічного постачання і процесів перевезення, зберігання і нормування витрат автоексплуатаційних матеріалів та запасних частин автотранспортних підприємств.

Суспільно-економічні зміни, що відбуваються в народному господарстві України, позначаються і на автомобільному транспорті. Практика показує, що за останні роки досягнуто збалансованості попиту і пропозиції транспортних послуг. Показником рівня пропозиції транспортних послуг є наявний транспортний потенціал і ефективність його використання.

Незважаючи на складну економічну ситуацію у країні: падіння рівня виробництва, підвищення цін на енергосистеми, послуги, сировину та ін., автомобільний транспорт залишається одним із основних видів транспорту, який виконує більшу частину вантажних та пасажирських перевезень. Тому зараз, особливо актуальною є задача технічної служби автотранспортних підприємств – підтримувати рухомий склад у технічно справному стані. Це

призводить у свою чергу до зниження витрат на експлуатацію автомобілів. Важливе місце в технологічному процесі ТО та ремонту автомобілів займає діагностування, яке дозволяє об'єктивно оцінити технічний стан як автомобіля в цілому, так і окремих його складових частин.

На теперішній час автомобільний парк України поповнюється автотранспортними засобами нової конструкції, що використовують альтернативні види палива, вдосконалюється структура рухомого складу, збільшується швидкість їх руху, збільшується чисельність дизельного парку та кількість транспортних засобів великої вантажопідйомності і пасажиромісткості. У зв'язку з цим назріла потреба подальшого вдосконалення системи ТО та ремонту автомобільної техніки. Найдосконалішою і перспективною системою ТО та ремонту автомобілів слід вважати таку, яка найповніше забезпечує взаємодію процесів технічного стану автомобілів і процесів їх відновлення.

## АНОТАЦІЯ

Розроблена магістерська робота в якій наведено характеристику виробничої структури підприємства та техніко-економічні показники його роботи за 2018 рік; обґрунтовано тему роботи та сформовані основні напрямки проведення наступних досліджень.

Проведено дослідження основних факторів, що визначають ефективність застосування присадок до моторних палив для знешкодження шкідливих компонентів у відпрацьованих газах; Дослідження ефективності застосування присадок до моторних палив для очищення каталітичного нейтралізатора на ефективність знешкодження шкідливих компонентів у відпрацьованих газах.

Присвячено діагностуванню та технічному обслуговуванню елементів систем випуску відпрацьованих газів легкових автомобілів ВАЗ та Renault; розроблені технологічні карти на ТО цих елементів із нормуванням часу на виконання технологічних сервісних операцій тощо.

На основі аналізу існуючих конструкцій верстатів для гнуття труб системи випуску автомобілів запропоновано, розроблено та проведено перевірочні розрахунки верстату для гнуття труб.

Визначено потрібну кількість робочих постів діагностування, ТО та ПР двигунів легкових автомобілів на підприємстві та підібрано необхідне технологічне обладнання.

Розраховані економічні показники дільниці; визначені затрати на проектування та виготовлення конструкції верстату для гнуття труб; розраховані фонди оплати праці працівників на поточний рік, визначено величину необхідних капітальних вкладень та обчислено прогнозований річний економічний ефект від впровадження конструкторських розробок. Описано організація роботи охорони праці на підприємстві. Розглядаються вимоги безпеки до приміщень з профілактичного обслуговування і ремонту транспортних засобів, а також вимоги безпеки під час проведення ремонту системи нейтралізації відпрацьованих газів автомобілів.

Магістерська робота має обсяг \_\_\_ сторінок, містить \_\_\_ рисунків та \_\_\_ таблицю.

# ЗМІСТ

## ВСТУП

### 1. ЗАГАЛЬНИЙ-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1. Характеристика ПП «Ковальов-Авто»

1.2. Технічна характеристика підприємства

1.3. Дослідження специфіки надання послуг з ТО і ремонту на підприємстві у 2018 році

1.4. Обґрунтування теми магістерської роботи, мета та задачі наступних досліджень

### 2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1. Конструктивні особливості систем випуску відпрацьованих газів легкових автомобілів оснащених бензиновими і дизельними двигунами

2.2. Основні експлуатаційні ушкодження та поломки елементів систем випуску відпрацьованих газів

2.3. Складання технологічних карт на ТО та ремонт систем випуску відпрацьованих газів легкових автомобілів «Renault Logan»

### 3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1. Аналіз стану питання та обґрунтування доцільності провадження конструкторських розробок

3.2. Призначення, будова та загальний принцип роботи оригінального верстату для згину трубопроводів випускних систем автомобілів

3.3. Розрахунки основних елементів верстату

### 4. СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

4.1. Аналіз особливостей організації робочих постів і місць з діагностики

4.2. Обґрунтування вибору основного технологічного обладнання для дільниці діагностування та ТО двигунів легкових автомобілів

4.3. Розрахунок кількості та кінцевий підбір технологічного обладнання дільниці

### 5. НАУКОВИЙ РОЗДІЛ

5.1. Аналіз ефективності роботи систем живлення та випускних систем двигунів на бензинах із базовим вмістом присадок

5.2. Класифікація та марочний склад паливних присадок призначених для підвищення ефективності роботи систем живлення та випускних систем двигунів автомобілів

5.3. Дослідження впливу опору системи випуску відпрацьованих газів на ефективні показники роботи ДВЗ

### 6. ПРОЕКТНИЙ РОЗДІЛ

- 6.1. Загальні положення розрахунку виробничої програми
- 6.2. Розрахунок обсягу робіт ПП «КОВАЛЬОВ-АВТО» на 2019 рік
- 6.3. Розрахунок обсягу робіт з приймання і видачі автомобілів
- 6.4. Розрахунок обсягів прибирально-мийних робіт
- 6.5. Розподіл обсягів робіт за їх видами
- 6.6. Розрахунок річного обсягу робіт з самообслуговування підприємства на 2019 рік
- 6.7. Визначення режимів роботи підприємства та розрахунок річних фондів часу робітника, робочого поста і обладнання на 2019 рік
- 6.8. Розрахунок кількості виробничих робітників сто
- 6.9. Розрахунок кількості робочих постів
- 6.10. Розрахунок постів прибирально-мийних робіт (пмр)
- 6.11. Організація допоміжних постів на підприємстві ТО і ремонту автомобілів на підприємстві
- 6.12. Рекомендації щодо організації робіт з

## **7. ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ**

- 7.1. Економічні розрахунки по спеціальному розділу
- 7.2. Економічні розрахунки по конструкторському розділу

## **8. ОХОРОНА ПРАЦІ**

- 8.1. Організація роботи з охорони праці на підприємстві
- 8.2. Вимоги безпеки під час проведення ремонту системи нейтралізації відпрацьованих газів автомобілів
- 8.3. Визначення кількості приточного повітря для газів однонаправленої

## **9 ЕКОЛОГІЯ**

- 9.1 Відходи що утворюються при ремонті автомобілів
- 9.2 Забруднення довкілля маслом та нафтопродуктами
- 9.3 Методи переробки твердих відходів

## **ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ**

## **БІБЛІОГРАФІЯ**

## **ДОДАТКИ**



# 1. ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

## 1.1. Характеристика ПП «Ковальов-Авто»

Приватне підприємство (ПП) СТО «Ковальов-Авто» знаходиться за адресою: Україна, 25006, Тернопільська область, Кременецький р-н. с (рис. 1.1).



Рисунок 1.1. – Загальний вигляд приватного підприємства СТО «Ковальов-Авто»

Метою діяльності підприємства є одержання прибутку від здійснення виробничої, комерційної, посередницької діяльності, розвитку інфраструктури автосервісу, надання послуг, науково-технічного і матеріально-технічного забезпечення виробництва в сфері технічного обслуговування транспортних засобів, торгівлі та здійснення іншої діяльності.

Предметом діяльності ПП «Ковальов-Авто» є:

- надання послуг по технічному обслуговуванню, ремонту і діагностиці транспортних засобів;
- проведення інструментального контролю технічного стану транспортних засобів;
- торгівельна діяльність щодо реалізації (торгівлі) обладнання автомобілів, запасних частин, технічних рідин та автообладунків.
- монтаж, ремонт і профілактичне обслуговування засобів охоронної

сигналізації;

- організація та забезпечення роботи закладів придорожного сервісу, готелів, кемпінгів, автостоянок та надання побутових послуг;

Основним структурним підрозділом підприємства є станція технічного обслуговування, розрахована на 5 постів і призначена для виконання комплексних робіт з ТО і ремонту 1500 автомобілів за рік (рис. 1.2). На даному етапі функціонування підприємства виробничі потужності використовуються лише на 75%. Це пов'язано з економічним спадом в регіоні і зростаючою конкуренцією з боку сервісних підприємств, що спеціалізуються на виконанні комплексних видів ТО і ремонту автомобілів.



Рисунок 1.2. – Основна виробнича зона ПП «Ковальов-Авто», призначена для виконання комплексних робіт з ТО і ремонту 1800 автомобілів за рік

Для подолання становища, що склалося, керівництво підприємства постійно впроваджує заходи спрямовані на покращення якості обслуговування і ремонту автомобілів індивідуальних користувачів і організацій міста. За останні 4 роки підприємство збільшило свої виробничі потужності на 35%, розпочато реорганізацію і модернізацію виробництва, відкриваються нові пости і ділянки (рис. 1.3 – рис. 1.5).



Рисунок 1.3. – Малярна ділянка



Рисунок 1.4. – Ділянка ТО та ПР трансмісій легкових автомобілів



Рисунок 1.5. – Ділянка інструментального контролю технічного стану транспортних засобів

## 1.2. Технічна характеристика підприємства

Спеціалізація виробничої структури підприємства – технічне обслуговування, поточний та капітальний ремонт легкових автомобілів різних марок. Середня кількості машинозаїздів автомобілів М класу в місяць становить 85...90 автомобілів (за 2018 рік). Детальна інформація щодо машинозаїздів в динаміці за 3 останні роки наведена на рис. 1.6.

Загалом же, аналізуючи специфіку виробничої діяльності підприємства слід зазначити наступне:

- більшість автомобілів, що проходять обслуговування на підприємстві є легковими автомобілями індивідуальних власних, що відносяться за європейською класифікаційною таблицею до категорії М<sub>1</sub>;

- так як підприємство відноситься до приміських СТО, то номенклатура автомобілів (їх марочний та модельний склад) відрізняється суттєвою різноманітністю як за марками, так і за моделями автомобілів. Разом з тим, аналіз технічної документації за останні 3 роки (з 2016 р. по 2018 р.) дозволив

виділити марки та моделі автомобілів, які привалювали при проведенні технічних дій серед інших, а саме: автомобілі «ВАЗ» (різних моделей), автомобілі «ЗАЗ» («Таврія»; «Славута»), автомобілі «DAWOO» (в більшості моделі «Ланос»); автомобілі «Chevrolet» («Авео», «Лачетті»); автомобілі «Opel» (моделі «Кадет», «Омега», «Астра»), автомобілі «Renault» (моделі «Логан»); автомобілі «Cherry» (модель «Амулет») та ін.

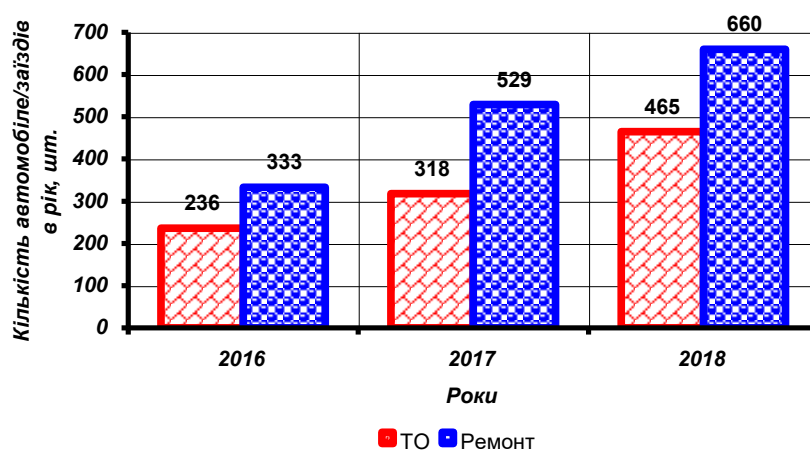


Рисунок 1.6 - Динаміка зміни загальної кількості автомобілів, що проходили ТО і ремонт на підприємстві у 2016-2018 роках

З метою визначення існуючого на підприємстві фінансового рівня надання послуг по ТО і ремонту автомобілів нами було проведено аналіз вартості проведення однієї нормо/години з зазначених видів технічних дій по автомобілям різних марок, їх вузлам і системам тощо (дані приведені в таблиці 1.1).

Таблиця 1.1 - Вартість проведення однієї нормо/години на підприємстві (станом на 1.09.2018 р.) при виконанні різних видів технічних дій

Найменування операції	Готівковий розрахунок*, грн.	Безготівковий Розрахунок*, грн.
Діагностичні операції	248,8...280,2	272,3...320,4
ТО легкових автомобілів	222,8...256,9	278,6...305,3
Поточний ремонт автомобілів	261,4...287,6	312,4...345,8
Мийні операції	125,0...245,7	156,0...328,4

Проведений аналіз (див. таблицю 1.1) виявив порівняно високі діючі величини вартості, які коливаються, наприклад, при проведенні сервісного ТО автомобілів – від 222,8 до 256,9 грн., а під час ремонту – від 261,4 до 287,6 грн. за нормо/годину (за готівку).

### **1.3. Дослідження специфіки надання послуг з ТО і ремонту на підприємстві у 2018 році**

Дослідження та аналіз специфіки надання послуг з ТО і ремонту на підприємстві дозволяє визначитися із пріоритетними напрямками трансформації виробництва задля підвищення ефективності функціонування підприємства в цілому. Останнє не можливе без підвищення ефективності роботи кожної структурної ланки підприємства – збільшення обсягів при наданні послуг з ТО і ремонту автомобілів; залучення на підприємство для проведення різних видів технічних дій додаткових автомобілів, розширення номенклатури виробничих операцій, збільшення обсягів реалізації запасних частин тощо.

В контексті визначення пріоритетних напрямків корегування виробничої структури підприємства було проведено аналіз:

1) характеру робіт, що виконувалися для облікових машино-заїздів автомобілів на підприємстві у 2017-2018 рр. (без врахування марочного та модельного ряду автомобілів);

2) видів технічних дій (технічного обслуговування, ремонту або додаткового оснащення автомобілів) для легкових автомобілів різних вікових категорій (від 0 до 5 років, від 5 до 10 років, від 10 до 15 років та понад 15 років експлуатації).

Результати досліджень наведені на рис. 1.7 та рис. 1.8.

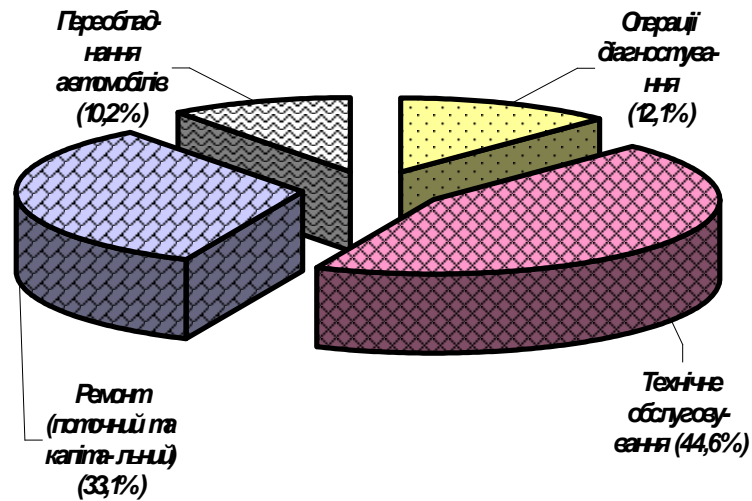


Рисунок 1.7 – Відносна кількість машино-заїздів автомобілів (у %) різних марок на ТО та ремонт у ПП «Ковальов-Авто» у 2017-2018 роках

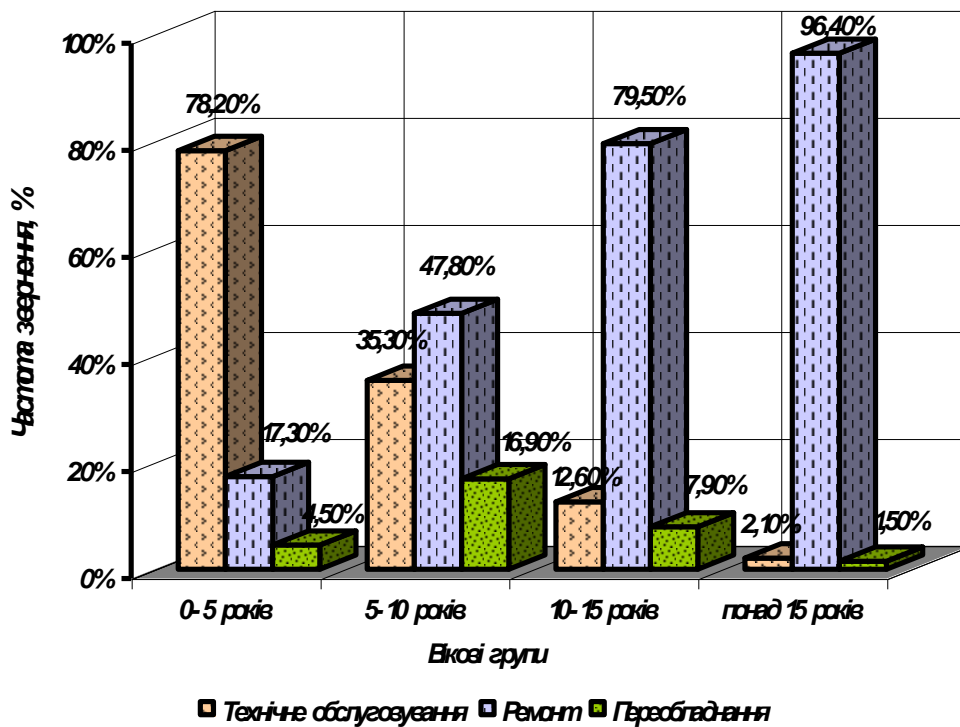


Рисунок 1.8 – Відносна кількість автомобілів різних вікових груп, що проводили на ТО і ремонт у ПП «Ковальов-Авто» у 2017-2018 роках

Аналіз інформації, наведеної на рис. 1.7. та рис. 1.8 дає підстави зробити наступні висновки:

1) більшість видів технічних дій на підприємстві складають операції технічного обслуговування (ТО) та ремонтні операції (ПР та КР);

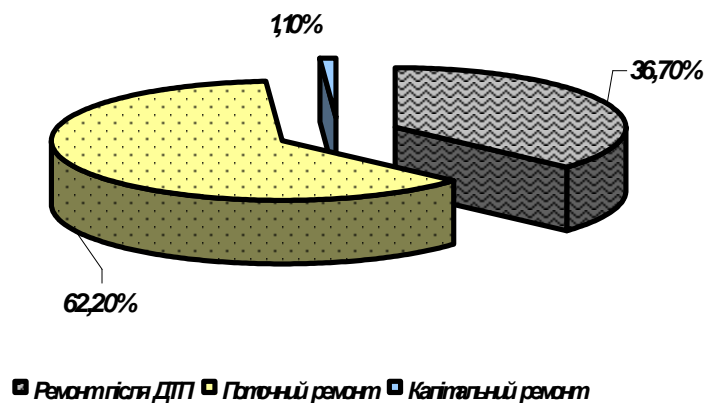
2) причому, якщо сервісні операції превалюють для двох перших категорій транспортних засобів та охоплюються віковий термін експлуатації автомобілів до 10 років, то ремонтні роботи в основному проводяться при термінах експлуатації автомобілів від 5 років і більше;

3) викликають подив доволі високі показники ремонтних впливів (17,3%) при термінах експлуатації автомобілів до 5 років.

Для визначення причин, що обумовлюють такі показники в категорії до 5 років експлуатації нами були проведені дослідження причин погіршення технічного стану автомобілів цієї вікової групи різних марок і моделей. Виявлено наступне:

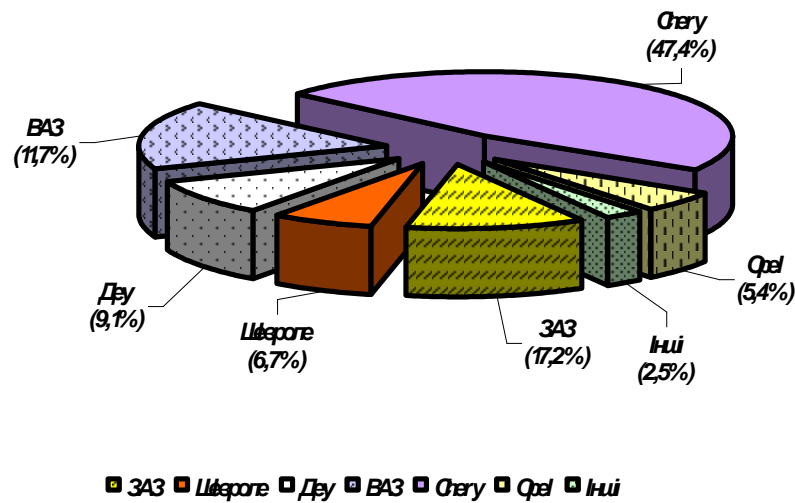
1) значна доля ремонтних впливів обумовлюється необхідністю проведення відновлювальних операцій після потрапляння автомобілів в ДТП - 36,7% від загальної кількості ремонтів по віковій групі до 5 років експлуатації (див. діаграму рис. 1.9 а);

2) статистичні дані ПП «Ковальов-Авто» свідчать, що більшість ремонтних операцій на вузлах і системах автомобілів в гарантійний період експлуатації припадає на автомобілі китайського виробництва – 47,4% (див. діаграму рис. 1.9б); другу позицію нажаль обіймають автомобілі вітчизняного виробництва в основному ВАЗ та ЗАЗ з показником 17,2%.



а)





б)

Рисунок 1.9 - Зміна кількості ремонтних впливів за віковою категорією автомобілів до 5-ти років експлуатації за причинами виникнення (а) та марками транспортних засобів (б)

Наступним етапом досліджень було виявлення основних систем та механізмів автомобілів, які обумовлювали необхідність звернення на підприємство та знижували коефіцієнт їх технічної готовності.

Для цього легковий автомобіль структурно було поділено на 7 (сім) основних систем та механізмів. Питома вага систем в аварійних простоях легкових автомобілів різних марок при поточному ремонті визначених систем наведені в таблиці 1.2.

Аналізуючи дані наведені в таблиці 1.2 можна зробити наступні висновки:

1) найгіршими показниками надійності за кількістю відмов практично в незалежності від марок автомобілів та груп їх приналежності характеризуються ходові частини легкових автомобілів з середнім результатом 27,1% (найменш надійними виявилися ходові частини автомобілів марок ЗАЗ та ВАЗ), що пояснюється в першу чергу незадовільним станом доріг регіону;

2) на друге місце із значним відривом вийшли електронні та електричні системи автомобілів (із середнім показником 19,7%), що пояснюється збоями в

роботі таких елементів як лямбда-датчики (лямбда-зонди), що в свою чергу обумовлене виходом їх з ладу з-за низької якості палива;

Таблиця 1.2 - Усереднені показники аварійних простоїв легкових автомобілів різних марок при поточному ремонті різних систем на підприємстві у 2017-2018 роках (за даними ПП «Ковальов-Авто»)

Назва системи	Усереднені показники аварійних простоїв автомобілів різних марок при ремонті системи, машино-заїздів* / %							Усереднене значення відмов системи по всіх марках ав-ів, %
	ЗАЗ	ВАЗ	CHERY	DAEWOO	OPEL	CHEVRO-LET	Інші марки	
1. Ходова частина та рульове	114/ 30,6	37/ 26,4%	37/ 18,6%	32/ 24,4%	4/ 25,0%	10/ 25,0%	18/ 40,0%	27,1%
2. Електронне та електричне облад-	32/ 8,6	28/ 20,0%	48/ 24,1%	26/ 19,9%	4/ 25,0%	10/ 25,0%	7/ 15,5%	19,7%
3. Двигун	82/ 22,0	23/ 16,4%	35/ 17,6%	16/ 12,2%	2/ 12,5%	5/ 12,5%	8/ 17,8%	15,9%
4. Гальмівна система	31/ 8,3	22/ 15,7%	32/ 16,1%	22/ 16,8%	2/ 12,5%	7/ 17,5%	5/ 11,1%	14,0%
5. Трансмісія	62/ 16,7	14/ 10,0%	21/ 10,6%	13/ 9,0%	1/ 6,3%	4/ 10,0%	4/ 8,0%	10,3%
6. Кузов	27/ 7,2	11/ 7,0%	14/ 7,0%	19/ 14,5%	2/ 1,5%	3/ 7,5%	3/ 6,7%	9,1%
7. Інші системи та обладнання	24/ 6,5	5/ 3,6%	12/ 6,0%	3/ 2,2%	1/ 6,2%	1/ 2,5%	-/ 0,0	3,9%
РАЗОМ	372/ 100 %	140/ 100%	199/ 100%	131/ 100%	16/ 100%	40/ 100%	45/ 100%	100,0%

\* - кількість машино-заїздів на поточний ремонт.

3) третє місце стабільно займають відмови двигунів із середнім показником 15,9% та досягаючи значень у 22,0% для автомобілів марки «ЗАЗ» вітчизняного виробництва.

#### **1.4. Обґрунтування теми магістерської роботи, мета та задачі наступних досліджень**

Разом з тим, слід відмітити, що все ж таки останнім часом найбільшим попитом на підприємстві користуються двигуни автомобілів при проведенні діагностичних, сервісних та ремонтних операцій (за виключенням капітального ремонту). Двигун - одна з найбільш навантажених систем автомобіля, без різниці легкового чи вантажного. Негативним фактором, нажаль, виступає висока вартість фірмових запасних частин, та низька якість запасних частин іншого виробництва, які нажаль використовують власники автомобілів в намаганні зменшити витрати коштів на експлуатацію. Ці фактори негативно впливають на вартість та тривалість ремонту.

В свою чергу двигун автомобіля, як технічна система, складається із окремих систем та вузлів, які також мають різні ресурси, напрацювання на відмову, частоту виникнення відмов та тривалість знаходження двигунів в ремонті з-за їх відмов.

Так, наприклад, усереднений характер виникнення відмов систем та вузлів двигунів легкових автомобілів, що обслуговувалися на підприємстві наведений в таблиці 1.3.

Аналізуючи дані таблиці 1.3 можна зробити висновок, що серед систем, які в більший мір впливають на працездатність двигунів та визначають час їх перебування у ремонті в першу та другу чергу виділяються система живлення двигуна, електронні системи керування двигуном та, як не дивно – випускні системи.

Серед причин звернення на підприємство році для проведення сервісних та ремонтних операцій були відмічені такі (без врахування марочного та модельного складу автомобілів) проблеми пов'язані із двигунами як:

- втрата потужності двигуна, погіршення розгінної динаміки автомобіля, ривки під час руху та на холостому ходу тощо;
- збільшена витрата палива та труднощі із пуском двигуна при різних температурах навколишнього повітря.

Таблиця 1.3 – Усереднений характер виникнення відмов систем та вузлів двигунів легкових автомобілів у 2017-2018 роках\*

Найменування системи	Доля відмов системи у загальній кількості, %	Середнє напрацюван ня системи на відмову, тис. км	Середній час ремонту системи, год.	Доля від простою двигуна з-за відмови системи, %
Система живлення	27,5	28,3	4,5	30,2
2. Електронна система керування двигуном	21,3	45,8	3,6	20,1
3. Системи впуску й випуску	16,2	65,3	5,2	14,6
4. Механізм газорозподілення	14,4	81,2	8,2	9,5
5. Система охолодження	9,1	55,5	8,7	9,6
6. Система мащення	6,1	98,4	14,8	8,8
7. Циліндро-поршнева група	5,4	150,3	22,4	7,2

Примітка: \* - за даними підприємства

Аналіз причин, які можуть викликати такі проблеми, в першу чергу наводить на думку про незадовільну якість палива на АЗС регіону, яка викликає:

- в бензинових двигунах - значне погіршення умов роботи систем запалення двигунів і особливо вкрай негативний вплив на роботу свічок запалення; порушення в роботі елементів системи паливободачі (паливних насосів та форсунок); перегрів двигуна при підвищенні температур згорання робочих сумішей; підвищення внутрішнього тиску у випускних системах та частковий або повний вихід з ладу каталітичних нейтралізаторів;

- в дизелях – підвищення димності відпрацьованих газів, інтенсифікацію нагароутворення та закоксованості; вихід з ладу прецизійних пар паливних насосів високого тиску та форсунок; підвищений знос деталей циліндро-поршневої групи тощо.

Разом з тим, двигуни внутрішнього згорання споживають не саме паливо, а його суміш із повітрям. При цьому такі ефективні показники двигунів як:

ефективна потужність, ефективний крутний момент, питома витрата та погодинна витрата палива залежать від якості протікання процесів циклу роботи двигуна. Відомо, що ефективність перетворення енергії паливо-повітряної суміші в корисну роботу залежить від досконалості протікання процесів горіння. Разом з тим, процес горіння і його показники визначаються досконалістю організації підготовчих процесів, серед яких в першу чергу слід виділити процеси наповнення циліндра свіжою сумішшю й його очищення від відпрацьованих газів.

Зниження показників потужності, збільшена витрата палива, погана розгінна динаміка, нестійка робота двигуна на різних режимах – все це є наслідком порушень складових робочого циклу перетворення енергії в механічну роботу.

Разом з тим, слід зауважити, що падіння потужності двигунів в експлуатації описується двома закономірностями:

- 1) *раптовою втратою потужності* – в більшості обумовленою виходом з ладу конкретного елемента систем паливоподачі або запалення;
- 2) *поступовою втратою потужності* – визначеною погіршенням протікання процесів перетворення енергії палива в механічну роботу.

Під час проходження науково-дослідної практики на СТО ПП «Ковальов-Авто» було виявлено, що під час планового проведення сервісного ТО автомобілів скарг з боку автовласників автомобілів на зниження характеристик потужності двигунів поступало мало (лише у випадках наявності поломок). Справа в тому, що оцінити ступінь поступового зменшення потужності двигуна без прямих ознак наявності порушень, таких як: вібрації двигуна, поганий відклик на переміщення педалі акселератора, включення лампочки «Check engine», підвищена витрата палива тощо, суб'єктивно доволі важко.

Зниження потужності двигуна в більшості випадків відбувається настільки поступово, що автовласник не може визначити ступінь падіння показників, наприклад аналізуючи стан на сьогодні в порівнянні з деяким періодом часу назад. Разом з тим, падіння потужності в першу чергу знижує динамічні характеристики автомобіля і призводить до надмірного споживання автомобілем палива з огляду на бажання автовласника підтримувати визначений швидкісний режим руху автомобіля.

В таблиці 1.4 наведені результати виміру дійсної потужності двигунів автомобілів різних марок і моделей, проведені під час проходження ними планових ТО в порівнянні з нормативними показниками (дані зафіксовані під час проходження переддипломної практики). Зазначимо, що системи самодіагностики автомобілів не сигналізували наявності будь-яких відхилень і порушень в роботі двигунів.

Таблиця 1.4 - Результати виміру дійсної потужності двигунів автомобілів різних марок і моделей в порівнянні з їх нормативними показниками

Марка і модель автомобіля	Рік випуску	Пробіг з початку експлуатації, тис. км.	Тип двигуна, робочий об'єм (л)	Потужність двигуна при кількості обертів, кВт/об/хв		Коефіцієнт потужності двигуна, %
				паспортна номінальна	дійсна номінальна	
Opel Astra H	2009	176	L4/1,6	75/5200	66/4650	12,0
Skoda Octavia	2008	112	16V FSI/1,6	85/5240	81/5430	4,7
Skoda Octavia A5	2008	163	16V TFSI RS/2,0	147/6160	133/6120	9,5
VW Passat	2009	67	TSI/1,8	112/6000	96/4990	14,3
Opel Astra G	2007	98	TSI/1,4	92/5250	87/5200	5,4
Skoda Fabia	2011	45	1,2	77/5150	72/5000	6,5
Ford Focus	2007	217	TSI/1,8	117/6120	105/5980	10,3
Skoda Superb 4	2010	83	4x4/3,6	191/6350	178/6280	6,8
Chevrolet Aveo	2009	121	TDI/1,4	52/3850	50/3830	3,8
BMW 525i	2010	232	MPI/2,5	185/6100	169/6100	9,4

За даними таблиці 1.4, всі легкові автомобілі, що тестувалися на відповідність показників потужності нормативним вимогам мають відхилення

потужності в бік зменшення. Причому, мінімальне значення падіння потужності становить 3,8%, а максимальне – 14,3% від номінальних значень.

Беззаперечно, що зниження показників потужності в експлуатації буде обумовлювати погіршення розгінної динаміки автомобілів. Причинами втрати потужності ДВЗ в більшості випадків виступають відхилення в роботі трьох основних систем: сумішеутворення (паливо- та повітряподачі), запалення та випуску відпрацьованих газів.

Проведений аналіз пріоритетності технічних дій, спрямованих на відновлення потужностних характеристик ДВЗ показав, що в більшості випадків автослюсарі визнають винною в роботі двигунів саме систему живлення; а перелік робіт по її обслуговуванню зводиться до очищення форсунок інжекторних двигунів, заміні паливних фільтрів, очищенні паливних баків (в особливо складних випадках).

Нажаль, в третині випадків, навіть після проведення означених дій, не вдається отримати бажані результати – двигуни дійсно починають працювати краще, але не забезпечують рівень ефективних показників у відповідності до нормованих технічних характеристик. Тоді пошук несправностей "перекидається" на інші системи двигуна, наприклад, на систему запалення – проводяться роботи по очищенню свічок запалення від шлакових накопичень або їх заміна, перевіряються високовольтні дроти або робота котушки запалення, регулюється кут випередження запалення тощо. Не оминають технічні впливи й газорозподільний механізм – перевіряються й регулюються теплові зазори в клапанах (на тих двигунах, де це регламентується конструкцією), перевіряється взаємне розташування розподільчого й колінчастого валів (при наявності фазоінвертору).

Процес пошуку дійсної несправності при цьому може тривати значний період часу та мати високу вартість для власника транспортного засобу, вже не кажучи про інколи доволі сумнівний результат обслуговування.

При цьому, навіть досвідчені автомеханіки, доволі рідко звертають увагу на випускную систему автомобіля, забуваючи, що кількість свіжої суміші яка надходить в циліндр двигуна й потім перетворюється в механічну роботу,

прямим чином залежить від ефективності попереднього очищення циліндрів від відпрацьованих газів. При цьому, так як випуск останніх відбувається не безпосередньо в навколишнє повітря, а попередньо в систему випуску, то саме її технічний стан обумовлює не тільки рівень шуму цих газів, а й опір їх переміщенню по каналах системи випуску.

Дослідження проведені під час проходження переддипломної практики показали, що переважна більшість автомобілів, які потребували ТО систем паливоподачі та іскроутворення мали ті чи інші проблеми із системою випуску відпрацьованих газів. Найчастіше несправності вихлопної системи були викликані корозією (рис. 1.10). Вихлопні труби, навіть зроблені зі сталі товщиною більш 1 мм, при експлуатації піддаються іржі так, що вони легко розламуються руками. Іржа вражає корпуси резонаторів й глушників, зварювальні шви в місцях стикування деталей. Причини прискореного протікання корозії - чергування високих й низьких температур, конденсат, що накопичується в глушнику та резонаторах, а також активні хімічні сполуки, які містяться у вихлопних газах.



Рисунок 1.10. - Іржа у випускній системі автомобіля

Для автомобілів з електронними системами контролю за роботою двигунів використання низькоякісного палива небезпечно ще й тим, що продукти згорання залізовмісних присадок накопичуються на робочому елементі лямбда-зонду та в каталізаторі. Через порушення в роботі цих вузлів блок електронного контролю за роботою двигуна (БЕК) в кращому випадку може перейти в аварійний режим керування – що забезпечує паливоподачу за усередненими параметрами, а в



гіршому - починаються збої в процесі пуску та при роботі двигуна. При цьому частина палива в не згорівшому стані потрапляє в каталітичний нейтралізатор системи випуску і за рахунок високої температури догорає в ньому. Результатом є оплавлення керамічних сот нейтралізатора (рис. 1.11 а) й часткове або повне перекриття каналу випускної системи для проходження відпрацьованих газів (рис. 1.11 б).



Рисунок 1.11 - Вихід з ладу нейтралізатора відпрацьованих газів системи випуску автомобіля:

а) – часткове оплавлення керамічних сот; б) повне перекриття випускного каналу.

При такій ситуації, навіть після заливання якісного бензину, очищення свічок запалення та відновлення роботи системи запалення ефективні показники двигуна залишаються заниженими.

Причина цього полягає у тому, що конструктивно саме випускна система впливає на величини цих показників й обумовлює працездатність двигуна в цілому - конструкція випускного трубопроводу, впливаючи на ступінь очищення циліндрів від відпрацьованих газів, також оказується пов'язаною з наповненням циліндрів горючою сумішшю. Всім відомий той факт, що при закриванні випускної труби якимось стороннім предметом двигун загалом неспроможний завестися.

Конструкція випускного трубопроводу повинна відповідати наступним вимогам:

а) швидкість відпрацьованих газів у випускній трубі не повинна бути вище 30...35 м/с, для чого діаметр труби роблять рівним 0,5...0,6 діаметра циліндра або 1,5 перетину впускного трубопроводу;

б) вихідні відпрацьовані гази одного циліндра не повинні створювати протитиску для газів іншого (сусіднього) по роботі циліндра, що має місце в багатоциліндрових двигунах.

Випускний тракт системи прагнуть виконати таким чином, щоб при здійсненні покладених на нього основних функцій – зменшення шуму виходу відпрацьованих газів, він сприяв би більш повному очищенню камер згорання від залишкових газів й більш повному наповненню циліндрів двигуна свіжим зарядом. Завдяки великій різниці тисків газу в циліндрі й випускному тракті (каналах випускної системи), в перший момент із початком відкриття випускного клапана з циліндра виходить значна кількість газів. В цей період, який називається попереднім випуском, створюється хвиля тиску, яка поширюється із швидкістю звуку. Ця хвиля, відбиваючись від стінок випускного трубопроводу, при визначених обставинах може перешкодити подальшому витіканню газу з циліндра, обумовленому великою різницею тисків у початковий період випуску. Наступне очищення циліндра від залишкових газів здійснюється в цьому випадку лише за рахунок дії поршня, що виштовхує. Очевидно, що за таких умов кількість газів, які залишаються в камері згорання від попереднього циклу, буде найбільшою. Це негативно позначиться на наступному наповненні циліндра свіжим зарядом й відповідно на потужності, економічності та екологічних показниках двигуна.

В більшості систем випуску хвилю тиску використовують для створення за випускним клапаном умов, які сприяють поліпшенню очищення циліндра від залишкових газів. Для цього випускну систему настраюють таким чином, щоб до кінця процесу випуску в період наявної фази перекриття клапанів за випускним клапаном при проходженні хвилі створювалося розрідження. Це приводить до збільшення кількості залишкових газів, які витікають з циліндра, й поліпшенню наповнення його свіжим зарядом. Так зване “настроювання” випускної системи здійснюється, як правило, шляхом підбора довжини й площі перетину випускних

трубопроводів.

Відкладення ж на поверхнях каналів системи випуску відпрацьованих газів, в тому числі й при обгоранні масла в камері згорання, поступово зменшують корисні площі перетину випускних трубопроводів та забивають соти нейтралізаторів (рис. 1.12), збільшують внутрішній тиск та опір виходу газів, призводять спочатку до “розбалансування” системи випуску – появи так званих прогарів (рис. 1.13), а потім й до повного виходу її з ладу за рахунок руйнування керамічних блоків каталізаторів (рис. 1.14) (на автомобілях оснащений каталізаторами), відокремлення елементів перегородок та забивання внутрішніх каналів глушників, відокремлення сполучень банок глушників із трубами в зоні зварних з’єднань (рис. 1.15).



Рисунок 1.12 - Осадження шлакових відкладень на поверхнях сот нейтралізатора



Рисунок 1.13 - Прогар банок основних глушників



Рисунок 1.14 - Викришування керамічного блоку каталітичного нейтралізатора

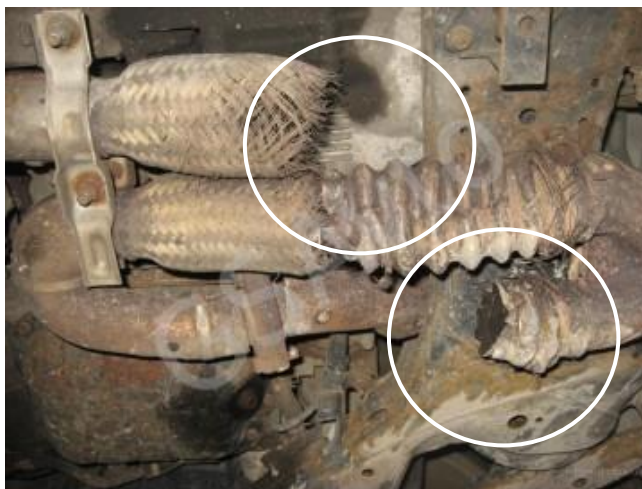


Рисунок 1.15 - Поломка сполучних труб глушників спричинена вібрацією

Все вищесказане дає підстави зробити наступний висновок - несправності випускної системи серйозна проблема, яка вимагає ґрунтовного дослідження та розробки практичних рекомендацій щодо доцільності й моменту втручання для ремонту.

Тому основною метою даної магістерської роботи є підвищення ефективності роботи каталітичних нейтралізаторів легкових автомобілів в експлуатаційних умовах у ПП «Ковальов-Авто».

Спираючись на отримані попередні результати викладених вище узагальнюючих висновків та маючи за основну мету – розробку практичних рекомендацій щодо доцільності продовження експлуатації або необхідності проведення ремонту випускних систем легкових автомобілів в експлуатаційний період їх життєвого циклу на основі оцінки ефективних показників роботи двигунів,

нами були сформовані задачі, які повинні бути розв'язані в подальших дослідженнях:

В «Спеціальному розділі» розрахувати потребу у проведенні сервісних операцій автомобілів на підприємстві на 2019 рік; розподілити трудомісткості ТО за видами робіт при обслуговуванні цих автомобілів; визначити режими роботи підприємства на поточний рік; скорегувати штати основного виробничого та допоміжного персоналу; провести реконструкцію генерального плану підприємства тощо. В «Науковому розділі» дослідити вплив внутрішнього опору системи випуску відпрацьованих газів на ефективні показники двигуна; дослідити ефективність роботи різних присадок до моторних палив для зменшення токсичності відпрацьованих газів та ефективність роботи та покращення технічного стану каталітичного нейтралізатору. В «Конструкторському розділі» запропонувати, обґрунтувати та спроектувати конструкцію пристрою (стенду, установки тощо) для проведення робіт під час ТО і ремонту випускних систем двигунів автомобілів; провести в необхідному об'ємі конструкторські та перевірочні розрахунки за елементами розробленої конструкції пристрою (стенду, установки тощо). В «Технологічному розділі» дослідити конструктивні особливості, визначити причини виникнення основних несправностей в роботі та розробити вдосконалений технологічний процес діагностики, ТО та поточного ремонту систем випуску відпрацьованих газів двигунів із нормуванням часу виконання технологічних операцій. В «Економічному розділі» дати економічну оцінку ефективності впровадження у виробничий процес підприємства розроблених рекомендацій. В розділах з «Охорони праці» та «Цивільного захисту» дослідити можливі шкідливості та небезпеки, які можуть виникнути під час впровадження запропонованої технології на виробничий персонал дільниці й підприємства та на навколишнє середовище.

## 2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

### 2.1. Конструктивні особливості систем випуску відпрацьованих газів легкових автомобілів оснащених бензиновими і дизельними двигунами

Система випуску «Renault Logan» складається з випускного колектора, приймальної труби з каталітичним нейтралізатором газів, що відпрацювали, додаткового і основного глушників і труб, що сполучають їх (рис. 2.1.). Усі елементи системи, окрім випускного колектора, зварені в єдине ціле. Фланець випускного колектора сполучений кульовим шарніром з фланцем приймальної труби. Над нейтралізатором, додатковим і основним глушниками і біля паливного бака встановлені теплозахисні екрани. Між випускним колектором і голівкою блоку циліндрів встановлено металеве ущільнююча прокладка.

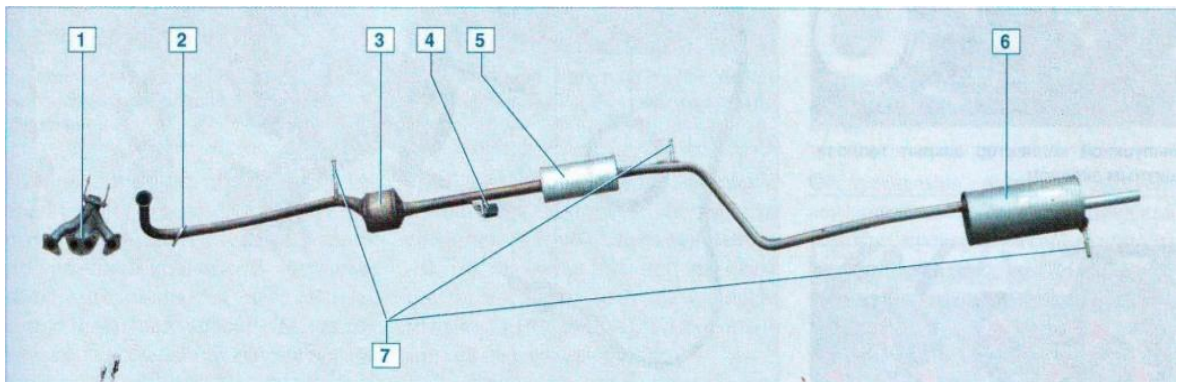


Рисунок 2.1. - Система випуску відпрацьованих газів:

1 - випускний колектор; 2 - притискна пластина кріплення приймальної труби до випускного колектора; 3 - каталітичний нейтралізатор відпрацьованих газів; 4 - демпфер, 5 - додатковий глушник; 6 - основний глушник; 7 - кронштейн підвіски системи.

Система випуску відпрацьованих газів включає декілька конструктивних елементів, серед яких випускний колектор, каталітичний нейтралізатор, глушник і сполучні труби. Відмінністю випускних систем дизельних двигунів є наявність перед каталітичним нейтралізатором сажового фільтру для уловлення часточок сажі – незгорівших вуглеводнів (рис. 2.2). Для ущільнення шарнірного з'єднання випускного колектора і приймальної труби застосовується надіте на

фланець випускного колектора кільце з композитного матеріалу з сферичною зовнішньою поверхнею, а у фланці приймальної труби виконана внутрішня сферична поверхня. З'єднання фланців затягується притискною пластиною через дві конічні пружини, надіті на шпильки випускного колектора. Пружини підібгані гайками, наверненими на шпильки.



Рисунок 2.2 - Сажовий фільтр системи відпрацьованих газів дизельного двигуна

*Випускний колектор* здійснює процес безпосереднього відведення відпрацьованих газів. Форма та габаритні розміри випускного колектора визначають характер коливального процесу у відпрацьованих газах в випускній системі, що у підсумку впливає на потужність та загальний крутний момент двигуна. Коливальний процес відпрацьованих двигунами газів у випускній системі переважно повинен бути узгоджений із загальним коливальним процесом руху у паливно-повітряній суміші впускної системи.

На випускний колектор діє найбільше температурне навантаження, тому він виготовляється, як правило, з жароміцного чавуну. До випускного колектора кріпитися приймальня труба глушника.

Для ізоляції конструктивних елементів випускної системи від вібрації двигуна використовується віброізолююча муфта. Муфта являє собою гнучкий металевий шланг, закритий сталеву оболонкою.

*Каталітичний нейтралізатор* призначений для зменшення концентрації шкідливих речовин у відпрацьованих газах. Різні моделі автомобілів різняться конструкцією та розташуванням каталітичних нейтралізаторів. Принцип роботи автомобільного каталітичного нейтралізатора заснований на здатності речовин-

каталізаторів до прискорення реакції. Найчастіше розташований нейтралізатор відразу після прийомної труби, однак іноді його встановлюють прямо на прийомній трубі. Роблять це для більш швидкого прогріву, тому що ефективно працює він тільки при температурі понад 300 °С. Однак великий мінус такого розташування - занадто високі температури а, отже й, низький термін служби приладу.

Процес горіння бензиново-повітряної суміші не досконалий і крім нешкідливих речовин при роботі двигуна виділяються токсичні і шкідливі речовини. Цими речовинами є: вуглеводні ( $\text{C}_n\text{H}_m$ ) - основний компонент смогу, оксиди азоту ( $\text{NO}_x$ ) та окис вуглецю ( $\text{CO}$ ) - отрутний газ без кольору і запаху.

Сучасні каталітичні нейтралізатори є трикомпонентними, тобто оснащені трьома каталітичними перетворювачами, по одному на кожну речовину, яку необхідно знищити. Керамічна конструкція більш поширена, тому що дешевше, однак у такої конструкції є великий мінус - крихкість. Досить невеликого удару, щоб керамічні стільники обсипалися.

На сучасних дизельних двигунах застосовується також сажовий фільтр, який забезпечуватиме зниження викиду сажі в зовнішню атмосферу з відпрацьованими газами. У випускній системі загальний сажовий фільтр може бути також об'єднаний з каталітичним нейтралізатором.

Для керування складом паливоповітряної суміші двигуна використовується кисневий датчик, який вимірює рівень кисню також у відпрацьованих газах. Кисневий датчик, що встановлюється у випускній системі, є також конструктивним елементом системи для управління двигуном (ЕСКД).

У сучасних системах управління зараз встановлюється два кисневі датчики - один безпосередньо перед каталітичним нейтралізатором, а інший - за ним. Крім основного кисневого приладдя у випускному тракті крім того можуть встановлюватися інші додаткові вхідні пристрої, такі як датчик температури відпрацьованих газів та датчик оксидів азоту.



## 2.2. Основні експлуатаційні ушкодження та поломки елементів систем випуску відпрацьованих газів

Першим типом поломки вважаються порушення роботи глушителя - основної частини випуску газів, що може мати наступні проблеми:

- ушкодження самого глушителя;
- ушкодження підвіски глушителя;
- проблеми із з'єднаннями в системі.

Причиною поломки глушителя може бути механічний вплив на нього, вплив зовнішнього середовища у вигляді повітря, води й агресивних хімічних речовин, велика зношеність, пов'язана із закінченням терміну служби, ну і банально - наявність у системі неякісних деталей.

Другий тип, найбільш розповсюджений на сьогодні - не правильно працюючий каталітичний нейтралізатор. Характерні наступні проблеми:

- порушення роботи блоку носія, забруднення (рис. 2.4), оплавлення або повне руйнування (рис. 2.5);
- ушкодження корпусу нейтралізатора.



Рисунок 2.4 – Забиті соти каталітичного нейтралізатора, що перешкоджають руху відпрацьованих газів та підвищують рівень тиску у випускній системі



Рисунок 2.5 – Оплавлення керамічного блоку нейтралізатора

Деформація цілісності корпусу нейтралізатора відбувається під час механічного впливу, або різкого перепаду температур. Також, на це може впливати неякісний бензин, що має у своєму складі шкідливі присадки, а також згорання масла, під час роботи двигуна.

Останнім типом поломки вихлопної системи є несправність кисневого датчика. Непрацюючий нагрівач, проблеми з керамічним наконечником, окислювання контакту - усе це є причинами проблем з датчиком кисню. Вимагає періодичної заміни, тому що має граничний термін служби.

Основними причинами виходу з ладу (забиття сот) каталітичного нейтралізатора, а на дизельних двигунах ще й сажового фільтру, в першу чергу є низька якість палива, часте використання автомобіля для коротких поїздок, повільний рух у міських заторах. Термін служби сучасних каталітичних нейтралізаторів і сажових фільтрів приблизно 120 тис. км пробігу, а в умовах нашої країни - термін служби скорочується із-за неякісного палива.

### **2.3. Складання технологічних карт на ТО та ремонт систем випуску відпрацьованих газів легкових автомобілів «Renault Logan»**

З метою раціональної організації праці робітників і контролю якості робіт по ТО і ремонту автомобілів (рухомого складу), їх агрегатів, вузлів, систем і механізмів розробляються і складаються технологічні карти ТО і ПР (постові і оперативні).

При виконанні робіт з ТО-1 або ТО-2 автомобілів слід складати постові технологічні карти у відповідності з переліком операцій, які викладені в «Положенні про ТО і ремонт дорожніх автотранспортних засобів автомобільного транспорту».

При розробці технологічних карт необхідно передбачати наступне: зручність установки, зняття і переміщення автомобіля або його агрегатів в процесі виконання операцій; використовувати високопродуктивне підйомно-транспортне і технологічне обладнання, пристрої і інструменти; застосовувати перспективні засоби і способи контролю якості робіт.

В технологічних картах вказують: перелік операцій в технологічній послідовності; технологічне обладнання і інструмент, які застосовуються; технічні умови і вказівки на виконання операцій; спеціальність виконавця; розряд роботи і трудомісткість для виконання даної операції.

Затрати праці на виконання кожної операції, якщо відсутні нормативні значення, можна прийняти орієнтовно в залежності від складності робіт та від загальних витрат, відповідного технологічного процесу. Загальні витрати на техпроцес слід визначати у процентних співвідношеннях від загальної трудомісткості відповідного виду обслуговування ТО-1, ТО-2 або виду робіт по ПР автомобілів в цілому або його агрегатів.

Вихідними даними для розробки технологічних карт у даному випадку є:

- дії по ТО системи випуску;
- несправності системи випуску;
- способи виявлення несправностей системи випуску;
- способи усунення несправностей системи випуску;




Так як в об'ємі даної магістерської роботи не представляється можливим навести повний технологічний процес ТО та ремонт всіх елементів систем випуску відпрацьованих газів легкових автомобілів, то з огляду на їх практичну ідентичність в конструкціях, в якості прикладу розробляємо технологічні процеси:

перевірки системи випуску відпрацьованих газів автомобіля «Renault


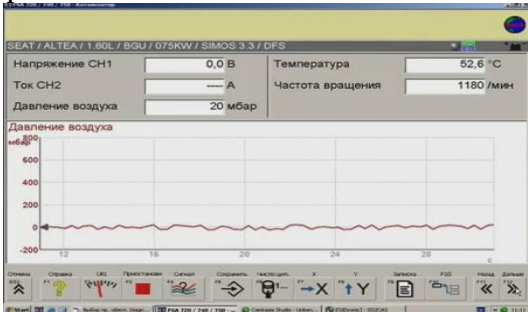



Logan» (таблиця 2.1);

заміни каталітичного нейтралізатора автомобіля «Renault Logan» (таблиця 2.2).






Таблиця 2.1. - Технологічна карта на перевірку випускної системи автомобіля «Renault Logan»

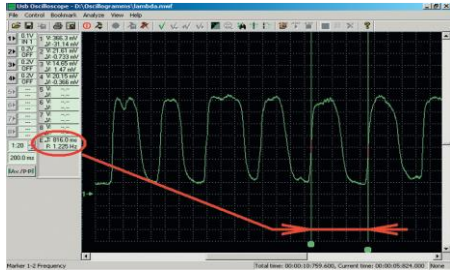

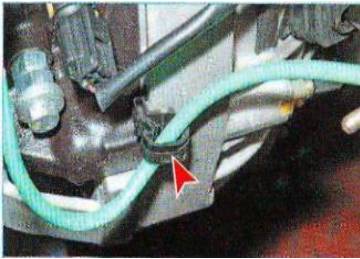

№ опера.	Зміст операції, що виконується та її технологічна карта	Обладнання та інструмент	Розряд робіт	Норма часу, люд-год.
-1-	-2-	-3-	-4-	-5-
005	<p>Викрутити датчик кисню з випускного колектора.</p> 	<p>1. Ключ на «22». 2. Адаптер. 3. Шланг для вимірювання тиску.</p>	4	0,05
010	<p>Замінити датчик на адаптер.</p> 	<p>1. Мотортестр Bosch FSA 750 2. Адаптер.</p>	4	0,05
015	<p>На адаптер одягти шланг для вимірювання тиску.</p> 	<p>1. Мотортестр Bosch FSA 750. 2. Адаптер. 3. Шланг для вимірювання тиску.</p>	4	0,03

продовження таблиці 2.1




020	<p>Запустити двигун.</p> 	<p>1. Мотортестр Bosch FSA 750. 2. Адаптер. 3. Шланг для вимірювання тиску.</p>	4	0,02
025	<p>Отримати дані про стан системи випуску відпрацьованих газів.</p> 	<p>1. Мотортестр Bosch FSA 750. 2. Адаптер. 3. Шланг для вимірювання тиску.</p>	4	0,15
030	<p>За мітками відміряти точку різання.</p> 	<p>1. Підйомач електрогідравлічний двостійковий LAUNCH TLT-235SBA. 2. Штангенциркуль. 3. Лінійка. 4. <a href="#">Кутова шліфувальна машинка</a>. 5. Ключ торцевий на 13 мм.</p>	2	0,05
035	<p>Між трубою і днищем автомобіля помістити теплозахисний екран.</p> 	<p>1. Підйомач електрогідравлічний двостійковий LAUNCH TLT-235SBA. 2. Екран теплозахисний.</p>	2	0,05
040	<p>Розрізати випускную трубу.</p> 	<p>1. Підйомач електрогідравлічний двостійковий LAUNCH TLT-235SBA. 2. <a href="#">Кутова шліфувальна машинка</a>.</p>	2	0,05

продовження таблиці 2.1





045	<p>Відвернути 2 гайки з кріплення прийомної труби.</p> 	<p>1. Підіймач електрогідравлічний двостійковий LAUNCH TLT-235SBA. 2. Ключ торцевий на 13 мм.</p>	2	0,15
050	<p>Зняти пружини.</p> 	<p>1. Підіймач електрогідравлічний двостійковий LAUNCH TLT-235SBA. 2. Ключ торцевий на 13 мм.</p>	2	0,02
055	<p>Очистити фланець випускного колектора.</p> 	<p>1. Підіймач електрогідравлічний двостійковий LAUNCH TLT-235SBA. 2. Щітка.</p>	2	0,03
060	<p>Зняти кронштейн прийомної труби з подушки і демонтувати нейтралізатор в зборі із прийомною трубою.</p> 	<p>1. Підіймач електрогідравлічний двостійковий LAUNCH TLT-235SBA.</p>	2	0,05
065	<p>Підключити мотортестер до діагностичного роз'єму автомобіля.</p> 	<p>1. Мотортестр Bosch FSA 750.</p>	4	0,05

070	<p>Провести перевірку двигуна на різних режимах.</p> 	1. Мотортестр Bosch FSA 750.	4	0,25
075	<p>Віджати фіксатор колодки джгуту системи управління двигуном.</p> 	1. Викрутка. 2. Ключ на 22».	2	0,03
080	<p>Вийняти з пластмасового утримувача джгут дротів датчика кисню.</p> 		2	0,02
085	<p>Ключем на "22" вивернути датчик кисню з отвору випускного колектору і зняти його.</p> 	1. Підіймач електрогідравлічний двостійковий LAUNCH TLT-235SBA. 2. Ключ на 22 мм з відкритим зівом.	2	0,10
<b>РАЗОМ</b>				<b>1,15</b>

Таблиця 2.2 - Технологічна карта на заміну каталітичного нейтралізатора автомобіля «Renault Logan»

№ опер.	Зміст операції, що виконується та її технологічна карта	Обладнання та інструмент	Розряд робіт	Норма часу, люд-год.
005	<p>Розмістити автомобіль на підйомнику. Виключити запалення, відкрити капот та від'єднати дрід від клеми "-" акумуляторної батареї за допомогою гайкового ключа на 10 мм. Підняти автомобіль на підйомнику.</p> 	<p>1. Підіймач електрогідравлічний двостій-ковий LAUNCH TLT-235SBA. 2. Ключі 10 мм - 1 штука, та 13 мм - 2 штуки з комплекту ключів гайкових із відкритими зівами двосторонні PACO мод. И105М-1.</p>	3	0,15
010	<p>Оцінити зовнішній технічний стан каталітичного нейтралізатора. Утримуючи ключем від провертання стяжний болт фланцю, відвернути на декілька обертів гайку. Якщо гайка важко відкручується з-за іржі або бруду, що утворився, обробити різьбову ділянку засобом WD-40 за для збереження цілісності болта хомутом. Розтиснути фланці викруткою та роз'єднати фланці каталітичного нейтралізатора та труби основного глушника.</p> 	<p>1. Підіймач електрогідравлічний двостій-ковий LAUNCH TLT-235SBA. 2. Викрутка з плоским жалом з набору автомеханіка. 3. Засіб WD-40.</p>	3	0,12
015	<p>У разі неможливості від'єднання фланців каталітичного нейтралізатора та прийомної труби основного глушника заміну необхідно проводити без розбирання шляхом вирізання нейтралізатора, що вийшов з ладу. Місця розрізу труби нейтралізатора визначаємо безпосередньо шляхом примірки нового нейтралізатора на місці розташування старого. Місця різі позначаємо маркером.</p> 	<p>1. Підіймач електрогідравлічний двостій-ковий LAUNCH TLT-235SBA. 2. Шліфмашина ку-това з діаметром круга 180 мм. 3. Круг відрізний по металу діаметром 180 мм. 4. Маркер. 5. Універсальний каталізатор BOSAL 099-948.</p>	3	0,20



020	<p>Місця розпилу необхідно обрати якомога ближче до корпусу оригінального каталітичного нейтралізатора.</p> <p>Різання проводимо кутовою шліфмашиною відрізним кругом діаметром. При різанні другого різі слід скористатися допомогою помічника для підтримки нейтралізатора, що підлягає заміні з огляду на суттєвий рівень вібрації елементів системи випуску.</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Підіймач електрогідравлічний двостійковий LAUNCH TLT-235SBA.</li> <li>2. Шліфмашина кутова з діаметром круга 180 мм.</li> <li>3. Круг відрізний по металу діаметром 180 мм.</li> <li>4. Маска захисна.</li> </ol>	3	0,3
025	<p>Демонтувати каталітичний нейтралізатор.</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Підіймач електрогідравлічний двостійковий LAUNCH TLT-235SBA.</li> </ol>	3	0,05
030	<p>Зачистити місця майбутнього з'єднання труб та нового каталітичного нейтралізатора кутовою шліфмашиною відрізним кругом діаметром 180 мм та товщиною 2 мм для забезпечення формування зварювального шва високої якості.</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Підіймач електрогідравлічний двостійковий LAUNCH TLT-235SBA.</li> <li>2. Шліфмашина кутова з діаметром круга 180 мм.</li> <li>3. Круг відрізний по металу діаметром 180 мм.</li> <li>4. Маска захисна.</li> <li>5. Універсальний каталізатор BOSAL 099-948.</li> </ol>	3	0,16
035	<p>Для зручності проведення зварювальних операцій необхідно скористатися допомогою помічника.</p> <p>Розмістити новий універсальний нейтралізатор на вивільнене місце. Проконт-ролювати розміщення каталізатора тепловим екраном донизу. Виконати точкове зварювання двох з'єднань із формуванням 3-4 точок на кожний шов. Провести зварювання швів у кількості 2 одиниць по колу.</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Підіймач електрогідравлічний двостійковий LAUNCH TLT-235SBA.</li> <li>2. Зварювальний напівавтомат для зварювання дротом в середовищі CO<sub>2</sub>.</li> <li>3. Маска зварювальна.</li> <li>4. Універсальний каталізатор BOSAL 099-948.</li> </ol>	4	0,35

040	Після охолодження місць зварювання провести запуску двигуна та проконтролювати герметичність зварювальних швів. 	1. Підіймач електрогідравлічний двостійковий LAUNCH TLT-235SBA.	3	0,10
<b>РАЗОМ</b>				<b>1,43</b>

При визначенні норм часу на проведення операцій демонтування елементів випускних систем автомобілів наведених в таблицях 2.1-2.2 було використано нормативи [3], які призначені для застосування в автотранспортних та автосервісних підприємствах для нормування праці робітників-відрядників.

В основу використаних типових норм було покладено: дані фотохронометражних спостережень та фотографії робочого дня, проведені в автосервісних підприємствах; технічні характеристики обладнання, механізмів та інструменту; дані результатів аналізу організації праці та технології виконання робіт в автосервісних підприємствах; технічні розрахунки.

З метою отримання адекватних результатів норм часу на виконання окремих операцій технологічного процесу та співставлення їх з нормативами [3] під час проходження наукової практики нами було проведено серію досліджень, яка складається з 5 спостережень за означеними процесами у відповідності до технологічних карт наведених в таблицях 2.1 - 2.2, а потім визначено усереднені значення норм часу на проведення кожного переходу. Перед фотографуванням часу обов'язково проводилась бесіда з робітниками, з метою роз'яснення мети та задач фотографування; висновків, які будуть зроблені за результатами спостереження тощо. Вимірювання результатів спостереження часу здійснювалося з точністю до 1 сек.

### 3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

#### 3.1. Аналіз стану питання та обґрунтування доцільності провадження конструкторських розробок

Конструктивно випускні системи всіх легкових автомобілів серійного випуску, не зважаючи на виробника, марку та модель автомобіля, складаються з таких елементів як глушники (так звані банки), труби та з'єднання (телескопічні, нерухомі тощо) (див. рис. 3.1).

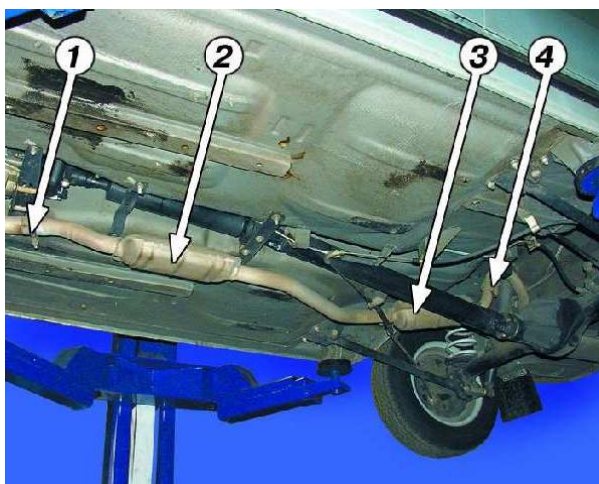


Рисунок 3.1. - Елементи системи випуску відпрацьованих газів:

1 – трубопроводи із телескопічним з'єднання вхідної труби глушника першої ступені з прийомною трубою; 2 - глушник першої ступені; 3 - глушник другої ступені; 4 - телескопічне з'єднання вихідної труби глушника другої ступені з вхідною трубою основного глушника.

При цьому для забезпечення максимальної пристосованості елементів системи випуску до геометрії днища кузова автомобіля (для зменшення опору повітря й унеможливлення їх деформації о перешкоди), з'єднувальні трубопроводи повинні мати доволі складну просторову конфігурацію (рис. 3.2), яка виражається у таких структурних елементах трубопроводів як згини й коліна. Для полегшення монтажу системи випуску на автомобілі та задля забезпечення можливості заміни її окремого елемента у випадку виникнення пошкодження більшість автовиробників виробляє систему випуску не

суцільною а елементною із відповідними поелементними з'єднаннями (рис. 3.3).



Рисунок 3.2. - Просторова конфігурація труб системи випуску



Рисунок 3.3. - З'єднання елементів випускних систем по трубопроводах

В процесі експлуатації, як зазначалося в науковому розділі, під дією агресивного зовнішнього навколишнього середовища (вода, сіль, пісок та. ін.), шлакових відкладень та агресивних відпрацьованих газів на внутрішніх поверхнях, постійних вібрацій обумовлених рухом автомобіля, деформацією при ударах о нерівності дорожнього покриття або перешкоди тощо, відбувається руйнування елементів системи випуску. Конструктивні особливості виготовлення випускних систем різних виробників обумовлюють особливості набуття дефектів та вихід з ладу окремих структурних елементів цих систем – в деяких системах найменш надійними елементами є глушники та каталітичні нейтралізатори (банки), а в інших виступають труби. Не в останню чергу вихід з

ладу того чи іншого елемента обумовлюється й матеріалом з якого виготовлено вироби (сталь, нержавіюча сталь та ін.) та способом з'єднання розбірних й нерозбірних з'єднань систем випуску.

Останнім часом доволі часто при оцінці технічного стану елементів випускних систем автомобілів (як вітчизняного так і закордонного виробництва) можна побачити таку картину, коли глушники (банки) ззовні є цілими й без значних дефектів (за виключенням іржі), а труби мають наскрізні отвори й прогари, особливо в місцях з'єднань де відбувався прорив відпрацьованих газів при нещільній затяжці хомутів.

При цьому основні елементи системи випуску призначені для поглинання рівня звукових хвиль (глушіння шуму) знаходяться в працездатному стані (до речі саме їх конструктивна складність в більшості випадків визначає вартість елемента) й могли б ще працювати певний час та постає необхідність виготовлення нових складної конфігурації трубопроводів (на заміну видаленим оригінальним) у повній відповідності до конфігурації базових.

### **3.2. Призначення, будова та загальний принцип роботи оригінального верстату для згину трубопроводів випускних систем автомобілів**

Конструкція верстату проста, не потребує значних капітальних вкладень при його проектуванні, виготовленні і експлуатації, дає можливість здійснювати повний перелік робіт при виготовленні (ремонті) труб випускних систем легкових автомобілів різних марок і моделей не потребуючи високої кваліфікації оператора та попередньої його підготовки.

Верстат має наступну конструкцію (рис. 3.4). На звареному каркасі 1 верстата встановлена гідравлічна станція 2, яка складається з електродвигуна з насосом та масляного баку. Привід насосу здійснюється від електродвигуна через запобіжну втулочно-пальцеву муфту. Масло, що закачується насосом з баку 3 подається через гідророзподільчий кран 4 до робочих гідравлічних силових циліндрів 5, 6 та 7, штоки яких оснащені силовими каретками

висуваючись тиснуть на трубу й згинають її за потрібним радіусом. Радіус згину визначається радіусами структурних компонентів матриць 8 та 9. Ці компоненти є набірними, що дозволяє трансформувати матриці у будь-якій послідовності шляхом зміни черговості компонентів. Фіксація компонентів в матриці відбувається центральною гайкою. Крім того, обидві матриці мають можливість просторового переміщення в певних напрямках: перша матриця 9 – вздовж поверхні столу, а інша 8 – впоперек. Взаємне переміщення матриць дозволяє розміщувати трубу, яка підлягає згину та формувати необхідні радіуси кривизни її робочих ділянок.

Додатковою можливістю формування геометрії ділянок труби є зміна просторового положення самих силових циліндрів 6 та 7, шляхом обертання навколо осей. При цьому зазначені силові циліндри змонтовані на рухомих платформах 10, фіксація у визначених положеннях яких відбувається приведенням в дію фіксуючих механізмів 11.

Силовий циліндр 5 знаходиться не на робочому столі верстату, а розміщений на спеціальній підставці силового каркасу. Його особливість полягає у вертикальній дії силового штоку (у відмінність від двох інших силових циліндрів). Цей циліндр має два призначення. Основне – закріплення кінцівки труби перед проведення згинальних операцій основними силовими циліндрами; додаткове – формування ділянок труби визначеного радіусу за допомогою набірної матриці 12.

Крім цього верстат оснащений системою контролю за тиском робочої рідини в гідравлічній мережі та шухлядами 13 для зберігання секцій матриць та іншого інструменту.

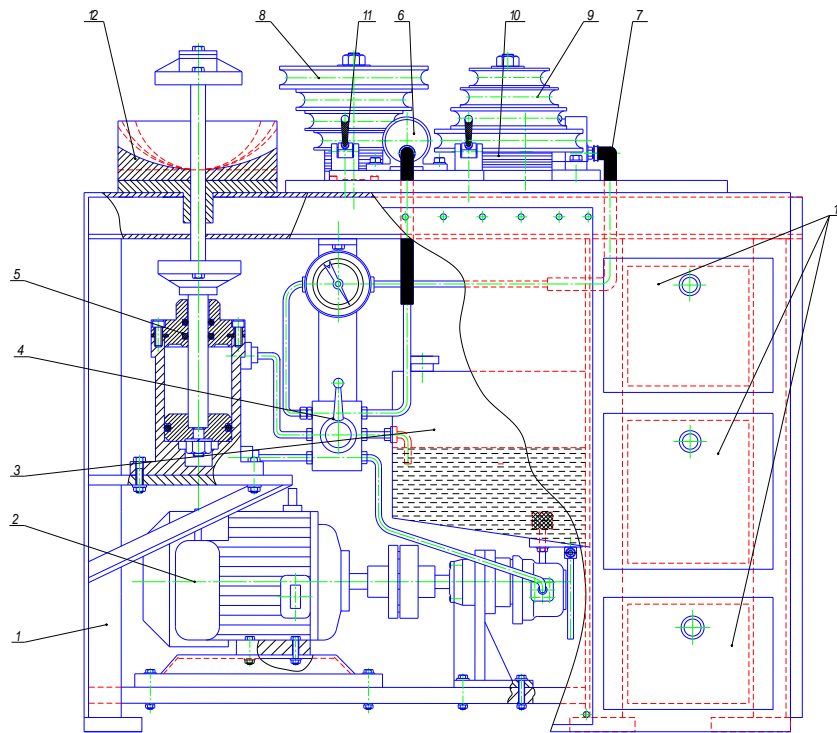


Рисунок 3.4. - Конструктивна схема верстату для гнуття труб випускних систем легкових автомобілів із гідравлічним приводом оригінальної конструкції:

1 – каркас верстату; 2 – силова гідравлічна станція; 3 – бак з робочою рідиною; 4 – гідророзподільчий кран; 5,6 та 7 – силові циліндри; 8, 9 та 12 – силові матриці; 10 – рухомі платформи; 11 – фіксуючі механізми; 13 – шухляди.

### 3.3. Розрахунки основних елементів верстату

Основним принципом роботи верстату є використання робочої рідини (масла) під тиском, то в першу чергу необхідно визначитися із параметрами гідравлічного насоса та привідного двигуна гідравлічної силової станції верстату.

**Розрахунок та підбір гідравлічного насосу.** Першим етапом є вибір конструктивних параметрів насосу, який повинен створювати тиск в напірній магістралі верстату. Вихідними даними для цього розрахунку є середній тиск в напірній магістралі, який приймаємо -  $P = 10,0 \text{ МПа}$ .

Створення тиску в будь-якій гідравлічній системі відбувається за рахунок роботи насосів. Останні мають досить широку гаму конструкцій (лопатеві, гвинтові, поршневі, шестеренні тощо) та різні геометричні

розміри. Разом з тим, в найбільшій мірі заданим умовам проектування відповідають шестеренні насоси типу НШ-У.

**Вибір електродвигуна приводу.** Для розрахунку і підбору електродвигуна розробляємо схему приводу гідравлічної системи (рис. 3.5).

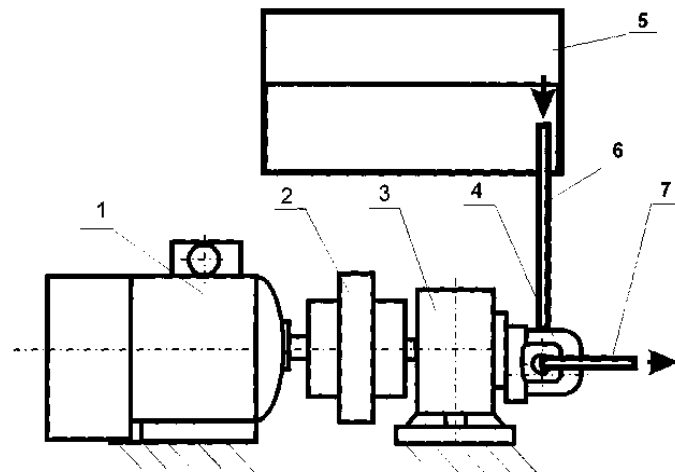


Рисунок 3.5. - Схема гідравлічної насосної станції верстату:

1 - електродвигун; 2 – муфта; 3 – опора силова; 4 – насос шестеренний; 5 - гідробак; 6 – магістраль всмоктування; 7 – магістраль нагнітання.

Згідно цієї схеми привід гідроциліндрів здійснюється від електродвигуна 1, через запобіжну пружну втулочно-пальцеву муфту 2 безпосередньо на шестеренний гідронасос 4. Підшипникова опора 3 служить для закріплення насоса та врівноваження валу приводу. Так як привід виконано безпосереднім, тобто кількість обертів валу електродвигуна узгоджується з кількістю обертів шестеренного насоса. Отже при виборі типу та марки двигуна слід спиратися на величину обертів насоса -  $n_{нас} = 900...2400 \text{ об / хв.}$

Визначаємо коефіцієнт корисної дії передачі за формулою:

$$\eta = \eta_{on}^2 \cdot \eta_m \cdot \eta_{нас},$$

де  $\eta_m$  - коефіцієнт корисної дії муфти. Приймаємо  $\eta_m = 0,98$ .

$\eta_{on}$  - коефіцієнт корисної дії підшипникової опори. Попередньо приймаємо,



що підшипникова опора має два підшипники кочення, отже  $\eta_{on} = 0,99$ ;

$\eta_{нас} = 0,875$  - коефіцієнт корисної дії насосу НШ-10У-2.

Визначаємо механічний коефіцієнт корисної дії приводу:

$$\eta = 0,99^2 \cdot 0,98 \cdot 0,875 = 0,84.$$

Для визначення потужності двигуна спираємось на споживану потужність насоса НШ-10У-2, яка складає  $N_{нас} = 0,7 \text{ кВт}$ :

Визначаємо потужність двигуна, яка потрібна для роботи верстату:

$$P_{дв} = \frac{P_p}{\eta} = \frac{0,7}{0,84} = 0,83 \text{ кВт}.$$

За отриманою величиною потужності двигуна вибираємо двигун марки 4АМ80В4У4, який має наступні характеристики:

$$N_{дв} = 1,1 \text{ кВт}, n_{ном} = 1390 \text{ об / хв}.$$

Вибір електродвигуна є вірним і оптимальним як за необхідною потужністю, так і за кількістю обертів.

*Перевірочний розрахунок призматичної шпонки силового валу приводу шестеренного насосу.* Конструктивно силовий вал передає зусилля від муфти на ведучу шестерню насосу НШ 10-У2. При цьому для передачі крутного моменту було прийнято шпонкове з'єднання.

Для діаметру вихідного кінця силового валу під маточину муфти ( $d_6 = 15 \text{ мм}$ ) було прийнято призматичну шпонку з розмірами  $1-5 \times 5 \times 22 \text{ мм}$  за ГОСТ 23360-78.

Проводимо перевірочний розрахунок шпонки на зминання. Умова міцності при цьому виді навантаження визначається як:

$$\sigma_{зм} = \frac{F_l}{A_{зм}} \leq [\sigma]_{зм}, \quad (3.1)$$

де  $F_l$  - колова сила на муфті яка передається від двигуна. Визначення величини цієї сили проводимо наступним чином: максимальний момент, що передається через шпонку на силовий вал виникає в момент пуску силового приводу обумовлений зрушення ведучої шестерні з місця. При подальшій

роботи силового приводу крутний момент на валу буде значно менший. Приймаємо за технічними характеристиками насосу НШ-10-У2  $F_1 = 18 \text{ кН}$ .

$A_{зм}$  - площа зминання,  $\text{мм}^2$ ;

$$A_{зм} = (0,94h - t_1)l_p, \quad (3.2)$$

де  $l_p$  - робоча довжина шпонки, яку визначаємо із конструктивних міркувань,  $l_p = l - b = 22 - 4 = 18 \text{ мм}$ ;

$b, h, t_1$  - стандартні розміри шпонки. Приймаємо для прийнятої шпонки  $b = 4 \text{ мм}$ ,  $h = 5 \text{ мм}$ ,  $t_1 = 3 \text{ мм}$ .

Отже площа зминання складе:  $A_{зм} = (0,94 \cdot 5 - 3) \cdot 18 = 30,6 \text{ мм}^2$ .

$[\sigma]_{зм}$  - допустиме напруження на зминання. Приймаємо для сталюї маточини та спокійному навантаженню  $[\sigma]_{зм} = 190 \text{ Н/мм}^2$ .

Перевіряємо умову міцності на зминання:

$$\sigma_{зм} = \frac{F_1}{A_{зм}} \leq [\sigma]_{зм}, \quad (3.3)$$

$$\sigma_{зм} = \frac{1800}{30,6} = 58,8 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} \leq [\sigma]_{зм} = 190 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}.$$

Отже, умова виконується – міцність шпонкового з'єднання гарантована.

### ***Розрахунок болтів кріплення силової опори (рис. 3.5) до корпусу верстату.***

Напруження різь в різьбі болта визначаємо за формулою:

$$\tau_{зр} = \frac{Q_3}{\pi \cdot d_1 \cdot K \cdot H \cdot K_m} \leq [\tau_{зр}] \text{ МПа}, \quad (3.6)$$

де  $Q_3$  – зусилля затягування від моменту затяжки;

$d_1$  – внутрішній діаметр різьби ( $d_1 = 6,918 \text{ мм}$ );

$K$  – коефіцієнт повноти різьби ( $K = 0,87$ );

$H$  – висота гайки ( $H = 13 \text{ мм}$ );

$K_m$  - коефіцієнт нерівномірності навантаження за витками різьби, з урахуванням пластичних деформацій ( $K_m = 0,75$ ).

В свою чергу:

$$Q_3 = \frac{M_{зам}}{\frac{d_c}{2} \operatorname{tg}(\psi + \rho') + \frac{1}{3} f \frac{D_{кл}^3 - d_c^3}{D_{кл}^2 - d_c^2}} H, \quad (3.7)$$

де  $M_{зам}$  – момент затяжки, регламентований при складанні спряження ( $M_{зам} = 8000 \text{ Н}$ );

$d_c$  – середній діаметр різьби;

$\psi$  - кут підйому різьби ( $\psi = 2^\circ 30'$ );

$\rho'$  - кут тертя різьби:

$$\rho' = \frac{\rho}{\cos \frac{\alpha}{2}}, \quad (3.8)$$

де  $\rho$  - кут тертя,  $\operatorname{tg} \rho = f = 0,15$ , тобто  $\rho = 8^\circ 32'$ ;

$\alpha$  - кут профілю різьби ( $\alpha = 60^\circ$ ).

$$\text{Тоді: } \rho' = \frac{8^\circ 32'}{\cos 30^\circ} = \frac{8^\circ 32'}{0,866} = 9^\circ 51'.$$

$D_{кл}$  – діаметр ключа ( $D_{кл} = 13 \text{ мм}$ ).

Визначаємо зусилля затягування від моменту затяжки:

$$Q_3 = \frac{8000}{\frac{7,42}{2} \operatorname{tg}(2^\circ 30' + 9^\circ 51') + \frac{1}{3} \cdot 0,15 \frac{13^3 - 7,42^3}{13^2 - 7,42^2}} = 27304,5 \text{ Н}.$$

Підставивши усі необхідні величини отримуємо напруження зрізу в різьбі болта :

$$\tau_{зр} = \frac{27304,5}{3,14 \cdot 6,918 \cdot 13 \cdot 0,87 \cdot 0,75} = 148,2 \text{ МПа}.$$

Допустиме напруження на зріз  $[\tau] = 0,3 \sigma_m$ .

Межа текучості для матеріалу болта (ст. 40Х)  $\sigma_m = 900 \text{ МПа}$ , тоді  $[\tau_{зр}] = 0,3 \cdot 900 = 270 \text{ МПа}$ .

Тобто умова міцності гвинтів на зріз витримується:

$$\tau_{зр} < [\tau_{зр}] - 148,2 \text{ МПа} < 270 \text{ МПа}.$$

Напруження зрізу в різьбі гайки. Приймаємо для кріплення стандартну

гайку 2М8.6–6Н ГОСТ 5915-70. Товщина різьбової ділянки (товщина гайки) дорівнює – 7 мм.

$$\tau_{zp} = \frac{Q_3}{\pi \cdot d \cdot K \cdot H \cdot K_m} = \frac{27304,5}{3,14 \cdot 8 \cdot 0,87 \cdot 7 \cdot 0,75} = 238,0 \text{ МПа};$$

$$238,0 \text{ МПа} < [\tau_{zp}] = 270,0 \text{ МПа}$$

Напруження розтягування у болті:

$$\sigma_p = \frac{4Q_3}{\pi \cdot d_1^2} \leq [\sigma_p], \quad (3.9)$$

де  $[\sigma_p]$  – допустиме напруження матеріалу болтів при розтягуванні:

$$[\sigma_p] = \frac{\sigma_T}{n}, \quad (3.10)$$

де  $n$  – коефіцієнт запасу при регламентованому зусиллі початкового затягування ( $n = 1,5$ );

$$\text{Тоді: } [\sigma_p] = \frac{900}{1,5} = 600 \text{ МПа.}$$

$$\text{Напруження розтягування у болті: } \sigma_p = \frac{4 \cdot 27304,5}{3,14 \cdot 6,918} = 502,7 \text{ МПа.}$$

Тобто:  $\sigma_p < [\sigma_p] - 502,7 \text{ МПа} < 600 \text{ МПа}$ . Умова виконується – стійкість болта гарантується.

### **Розрахунок силового гідравлічного циліндру**

Вихідними даними для розрахунку зусилля на штоку гідроциліндра є:

- |                                   |        |
|-----------------------------------|--------|
| 1). максимальний тиск, кН         | 20,000 |
| 2). кількість гідроциліндрів, шт. | 1      |

Розраховуємо основні геометричні параметри гідравлічного циліндра спираючись на наступні вихідні дані:

1. Приймаємо максимальну швидкість прямого і зворотного ходу поршня  $V_n = 0,073 \text{ м/с}$ ;
2. Час розгону при прямому ході -  $f = 0,02 \text{ с}$ ;
3. Тиск у напірній лінії системи -  $P = 5,0 \text{ МПа}$ ;
4. ККД циліндра -  $\eta = 0,95$ .

Визначаємо силу інерції поршня під час розгону за формулою:

$$P_{in} = \frac{P_{cm}}{gf} V, \quad (3.11)$$

де  $P_{cm}$  - статичний тиск в циліндрі, Н.

Так, як зусилля від поршня передається безпосередньо через шток то:

$$P_{cm} = P_{nid}, \quad (3.12)$$

де  $P_{nid}$  - зусилля необхідне для згинання труб, яке приймаємо виходячи з конструктивних особливостей.

Приймаємо величину зусилля, яке розвиває гідравлічний циліндр

$$P_{nid} = P_{cm} = 20 \text{ кН}.$$

Тоді сила інерції поршня під час розгону складе:

$$P_{in} = \frac{20000}{9,81 \cdot 0,02} 0,073 = 7441,4 \text{ Н}.$$

Фактична сила:

$$P_{\phi} = P_{cm} + P_{in},$$

де  $P_{cm}$  - статична сила;  $P_{in}$  - сила інерції під час розгону.

$$P_{\phi} = 20000,0 + 7441,4 = 27441,4 \text{ Н}$$

Розрахункове зусилля:

$$P_p = \frac{P_{\phi}}{\eta} = \frac{27441,4}{0,95} = 28885,7 \text{ Н}$$

Внутрішній діаметр циліндру визначаємо за формулою:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot P_p}{P \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 28885,79}{5 \cdot 3,14}} = 85,8 \text{ мм}.$$

Отримане значення округлюємо до стандартного значення. За ГОСТ 22-1417079 приймаємо  $D_y = 90 \text{ мм}$ .

Визначаємо діаметр штоку циліндра:  $d_{um} = D \cdot (0,2...0,7)$ ;

$$d_{um} = 90 \cdot 0,25 = 22,5 \text{ мм}.$$

Приймаємо  $d_{um} = 25 \text{ мм}$ .

Визначаємо товщину стінки циліндра:

$$\delta_{cm} = \frac{D}{2} \sqrt{\frac{[\sigma]_p + 1,2P}{[\sigma]_p - 1,2P} - 1},$$

де  $[\sigma]_p$  - допустима напруга при розтягуванні,  $[\sigma]_p = 180 \text{ МПа}$ .

$P$  - тиск у напірній лінії,  $P = 5,0 \text{ МПа}$ .

$$\delta_{cm} = \frac{90}{2} \sqrt{\frac{180 + 1,2 \cdot 5,0}{180 - 1,2 \cdot 5,0} - 1} = 11,8 \text{ мм}.$$

Приймаємо  $\delta_{cm} = 12,0 \text{ мм}$ .

Потужність циліндра при статичному навантаженні складає:

$$N = P_{cm} \cdot V = 20000 \cdot 0,073 = 1460 \text{ Вт} = 1,46 \text{ кВт}.$$

## 4. СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

### 4.1. Аналіз особливостей організації робочих постів і місць з діагностики

Процес діагностики та ремонту різних систем автомобілів в ому числі й їх двигунів, електронного й електричного устаткування тощо, вимагає специфічної підготовки фахівців, а також впровадження нових технологій досить високого рівня і, як наслідок, придбання дорогого устаткування, що може реалізувати ці технології.

Досить специфічні проблеми виникають й у адміністративного апарату СТО при організації посту діагностики. Для прикладу: приймаючи у клієнта замовлення на заміну сайлент-блоку, менеджер СТО може заздалегідь, не приступаючи до роботи, оголосити клієнту вартість такої роботи на станції й, виходячи з неї, укласти з клієнтом договір на надання послуг. Для таких розрахунків існує достатня кількість довідників, що містять інформацію про регламентовані операції і норми часу їх виконання. У випадку із системами впорскування та системою запалювання все не так: ніякий — який би не був добре підготовлений — фахівець не в змозі заздалегідь, до виконання власне ремонту, вказати в якому тракті системи керування (або за межами системи керування) криється несправність, одна вона або ж несправностей декілька. Іншими словами, прорахувати потрібний для відновлення працездатності автомобіля виробничий час неможливо і, як наслідок, неможливо на такій основі вказати вартість ремонту для укладання договору з клієнтом.

Процес створення на сервісі поста діагностики — багато етапний процес. І на кожному етапі необхідно вирішувати дуже непрості задачі. Складність полягає в тому, що на шляху створення поста діагностики не існує якої-небудь задачі, рішення якої відособлене від інших. Усі вони найтіснішим образом взаємозалежні. Рішення, прийняті в рамках однієї локальної задачі, неминуче позначаються на якості рішення всіх інших. Цей

взаємозв'язок настільки сильний, що непродумане рішення окремої задачі здатний непоправно зруйнувати організацію і функціонування виробництва.

На наступному етапі, після розгляду питання про зміст процесу діагностики, необхідно одержати відповіді на дуже складні питання: яке устаткування і які фахівці необхідні; яка повинна бути вартість діагностичних послуг на підприємстві і від яких факторів вона залежить; як підійти до складання прейскуранту й калькуляції замовлення-виконання, а також багато інших.

Так на прикладі діагностики системи керування двигуном визначимо зміст цього процесу. Сформулюємо призначення системи керування двигуном (СКД):

1. Безперервний аналіз стану параметрів двигуна з метою забезпечення найбільш оптимальної його роботи в кожному циклі.

2. Зміна цих параметрів оптимальним образом, адекватно керуючому впливу водія.

3. Коректна робота сигнальних пристроїв - датчиків (таких, наприклад, як датчик положення дросельної заслінки або датчик температури охолоджувальної рідини); виконавчих пристроїв (таких, як форсунка, клапан керування холостим ходом або котушка запалювання), власне електронного блоку керування (ЕБК).

Всі ці пристрої створюють підсистеми СКД: електроживлення; запалювання; охолодження; повітряно-індукційну; паливу-емісійну й т.д.

Кожна з підсистем складається з трактів, які в свою чергу складаються з елементів. Треба відмітити, що така класифікація досить умовна, однак припустима для простоти пояснення. Наприклад, можна сказати, що система запалювання складається з підсистеми синхронізації кутових положень первинного і вторинного ланцюгів.

Принципово керуючий вплив на двигун можна здійснити лише за допомогою зміни в кожному циклі його роботи всього двох параметрів: масового співвідношення повітря та палива в паливно-повітряній суміші;



моменту запалення паливо-повітряної суміші в камері згоряння. От розрахунком цих двох параметрів і займається кожна СКД. І саме вибір правильних їх значень в залежності від характеру керуючого впливу водія і поточних параметрів двигуна в кожному циклі його роботи і є основне призначення СКД.

Практичне рішення задачі діагностування технічного стану і ремонту СКД вимагає використання спеціальних технічних засобів, більшість з яких є засобами вимірів. Оцінити працездатність СКД для сталих режимів роботи двигуна при різних умовах експлуатації можна було б на підставі вимірів і порівнянь робочих величин з їх нормованими значеннями.

Більшість зазначених вище факторів можна оцінити на підставі результатів прямих або непрямих вимірів параметрів, що характеризуються електричними величинами сигналів постійної або перемінної напруги, і так само імпульсних. Для забезпечення таких вимірів використовуються спеціалізовані вимірювальні прилади - мотор-тестери. Для виміру кількості різних компонентів у відпрацьованих газах двигуна автомобіля призначені вимірювальні прилади — газоаналізатори. Для цілей діагностики технічного стану і ремонту СКД недостатньо використання традиційних для вітчизняних автомобілів двокомпонентних (С та СН) газоаналізаторів, а потрібні чотирьох компонентні і вище, наприклад, для виміру NO та NO<sub>x</sub> додатково.

З огляду на це, можна стверджувати, що для цілей діагностики технічного стану й ремонту СКД, пост діагностики й екологічного сервісу повинен бути забезпечений наступним мінімальним набором засобів вимірювання:

1. Компресометром - для виміру ступеня стиску в циліндрах двигуна.
2. Манометром - для виміру тиску палива в системі впорскування.
3. Мотор-тестером - для вимірів величин різних параметрів сигналів у різних трактах СКД.
4. Чотирьохкомпонентним (з автоматичним розрахунком величин)

газоаналізатором.

5. Сканером кодів бортового комп'ютера (мотор-сканером).

#### **4.2. Обґрунтування вибору основного технологічного обладнання для дільниці діагностування та ТО двигунів легкових автомобілів**

Проведення технологічних операцій на дільниці діагностування, ТО та поточного ремонту двигунів та випускних систем легкових автомобілів потребує крім використання безпосередньо сучасного різноманітного діагностичного обладнання (стендів, вимірювальних приладів, інструменту тощо) отримання можливості вільного доступу до двигуна автомобіля знизу. В такому випадку, для уникнення необхідності застосування спеціальних візків та полегшення роботи виконавців доцільно використовувати спеціальні стенди-підйомники для зміни просторового положення автомобіля у вертикальній площині.

Окрім цього важливою умовою раціональної організації роботи діагностичного посту є відсутність перешкод при використанні обладнання, тобто наявність в достатній кількості вільних площ.

Найбільш поширеними конструкціями автомобільних підйомників є двохстійкові (рис. 4.1) та чотирьохстійкові (рис. 4.2) підйомники.

Чотирьохстійковий підйомник використовується переважно при регулюванні кутів встановлення коліс автомобілів. Крім того, його недоліком є займання великої площі, що чинить негативний вплив на зручність технологічного процесу обслуговування, адже більшість обладнання (напр. обладнання для збору масла, трансмісійний домкрат та ін.) є рухомим. Тому, в нашому випадку, на дільниці найдоцільнішим буде застосування саме двохстійкового підйомника.



Рисунок 4.1 – Двохстійковий підйомник фірми МАНА ЕСОН ІІІ



Рисунок 4.2 – Чотирьохстійковий підйомник фірми ОМА – 522 ВL

Двохстійковий підйомник є найбільш масовим видом устаткування для автосервісу. При цьому, існує декілька моделей двостійкових підйомників, тому вибір непростий. Найпоширеніше питання при виборі двостійкового підйомника полягає у виборі типу приводу - механічного або гідравлічного. Не зваживши ретельно всі плюси і мінуси, неможливо відповісти на це питання і зробити правильний вибір.

Електромеханічні двохстійкові підйомники в залежності від

конструкції, можуть бути оснащені одним або двома електромоторами. У одноmotorних двохстійкових підйомників крутний момент, від електродвигуна передається на гвинт головної стійки, а від неї на другу стійку за допомогою ланцюгового, ремінного приводу або трансмісійного валу. Двумоторні двохстійкові підйомники мають по одному двигуну на кожній стійці і синхронізуються механічно, за допомогою тросів або за допомогою електроніки. Одним з основних робочих вузлів електромеханічного двохстійкового підйомника є пара гвинт-гайка, яка потребує пильної уваги і мащення. По вимогах безпеки, двохстійковий підйомник оснащений двома гайками на кожній колоні - робочою і страхуючою. Страхуюча гайка встановлена на певній відстані від робочої гайки і в звичайному стані не випробовує навантажень. Відстань між цими гайками двохстійкового підйомника строго регламентована виробником і її необхідно контролювати щодня.

У разі обриву робочої гайки на двохстійковому підйомнику, вагу автомобіля на себе переймає страхуюча гайка, що запобігає падінню автомобіля. Експлуатувати двохстійковий підйомник в такому стані не можна, необхідно провести одночасну заміну всіх робочих і страхуючих гайок. Якраз одним із недоліків двохстійкового підйомника є висока вартість цих гайок.

Серед переваг електромеханічних двохстійкових підйомників слід виділити їх нижчу вартість, а також можливість опускання автомобіля у разі відключення електроенергії.

Конструкція електрогідравлічних двохстійкових підйомників, на загальноприйнятій думку, надійніше і довговічніше за електромеханічні двохстійкові підйомники. Електрогідравлічні двохстійкові підйомники мають ряд переваг: менше енергоспоживання (один двигун; процес опускання відбувається під вагою автомобіля), менша кількість деталей, схильних до зносу; простота і низька вартість обслуговування; безшумність і плавність роботи; високий рівень безпеки.

За типом розташування колон і довжини лап двохстійкові підйомники поділяються на симетричні і асиметричні. У асиметричних двохстійкових підйомників центр тяжіння автомобіля зміщений назад, стійки розгорнуті, при цьому довжина передніх і задніх лап різна (передні коротші). Така конструкція дуже зручна тим, що дозволяє вільно відкривати двері автомобіля. У симетричного двохстійкового підйомника колони розташовані паралельно, а довжина передніх і задніх лап однакова.

Для проведення операцій діагностування та ТО двигунів найбільш раціональним є розміщення на ділянці, що проектується автомобільного двохстійкового підйомника фірми "LAUNCH" моделі TLT-235SBA (рис.4.3).



Рисунок 4.3 - Підйомник фірми "LAUNCH" моделі TLT-235SBA

Підйомник 2-х стійковий електрогідравлічний з нижньою синхронізацією 380В TLT - 235SBA. Вся гідравлічна частина підйомника виробництва Італії. Підйомник має наступні основні технічні характеристики:

- вантажопідйомність - 3,5 т;
- висота підйому - 1950 мм;
- час підйому на максимальну висоту - 50 секунд;
- час опускання - 40 секунд;
- ширина отвору для проїзду автомобіля - 2486 мм

- мінімальна висота кліренсу автомобіля від підлоги - 110 мм
- габаритні розміри: висота - 2780 мм, ширина - 3200 мм
- рівень шуму - до 80dB
- робочий тиск компресора - 16 MPa
- електродвигун трифазний - 380V/50Hz 2,2кВт

Характеристики і якість даного підйомника досить хороші і в повній мірі задовольняють нашим вимогам. Крім того, досить вагомим чинником на користь даного підйомника є досить низька ціна близько 25000 грн.

Іншим, технологічно необхідним видом технологічного обладнання є мотор-тестер. Питання вибору фірми-виробника даного обладнання в даному разі є зовсім неактуальним, так як фірма "Bosch" є світовим лідером з продажу такого виду обладнання. Хоча слід відмітити, що виробництвом мотор-тестерів найвищого рівня складності, вартістю 25-50 тис. доларів США, є також і дві інші фірми – американські Automotive Diagnostic (торговельні марки Bear та Allen) й Sun Electric.

До комплекту мотор-тестерів входять спеціальні датчики та пробники, що підключаються до поворотної консолі (звідси ці мотортестери іноді називають консольними). За допомогою датчиків та пробників здійснюється вимір різних параметрів двигуна. Так, при перевірках систем запалювання фіксуються не тільки картини протікання струму в первинному ланцюзі і кут випередження запалювання, але і напруги на клеммах котушки запалювання, величина струму і напруга розриву, напруга пробою іскрового проміжку свічки, напруга дуги, тривалість іскрового розриву тощо.

Для виміру параметрів систем запалювання використовуються ємнісні, індуктивні датчики і кабелі спеціальної конфігурації. Існування різних типів систем запалювання, встановлюваних на сучасних і більш старих автомобілях, вимагає також оснащення мотор-тестерів масою додаткових, причому досить дорогих, адаптерів для їх підключення.

Крім системи запалювання мотортестер вимірює параметри систем пуску й електропостачання, розрідження у впускному колекторі, частоту обертання, склад вихлопних газів тощо. Не є проблемою й інформація безпосередньо від комп'ютера керування двигуном – її теж можна одержати, підключивши до діагностичного роз'єму автомобіля. В даному випадку мотор-тестер буде виконувати роль сканера.

Вся інформація, що збирається й оброблюється мотор-тестером, виводиться на дисплей монітора в зручній для аналізу формі. Це можуть бути як цифрові, так і аналогові сигнали, включаючи реальні форми напруг у ланцюгах системи запалювання, сигналів датчиків і виконавчих механізмів.

Проведені пошукові дослідження показали, що найбільш оптимальним для дільниці є мотор-тестер "Bosch FSA-750" (рис. 4.4) – це побудований за модульним принципом стенд для діагностики автомобілів, призначений для застосування в автомобільних майстернях. Одна з його переваг в тому, що дана конструкція включає в себе ще й портативний мотор-сканер "Bosch KTS-670". Це дозволяє проводити діагностичні роботи не тільки в межах дільниці, а й наприклад при діагностуванні автомобіля під час руху.



Рисунок 4.4 – Загальний вигляд діагностичний комплексу "Bosch FSA-750"

Діагностичний комплекс "Bosch FSA-750" реєструє специфічні для

транспортного засобу, що перевіряється, сигнали і через USB-інтерфейс передає їх далі на системний тестер блоків керування KTS-670, що працює в операційній системі Windows. На KTS-670 встановлено системне програмне забезпечення FSA, програмне забезпечення діагностування приладів управління і ESI[tronic]. Системне програмне забезпечення FSA включає функції ідентифікації автомобіля; параметрів налаштування; системного аналізу автомобілів, в який входять: перевірочні кроки (перевірка бензинових і дизельних двигунів); URI (мультиметр); генератор сигналів (наприклад, для перевірки датчиків); тест компонентів (перевірка компонентів автомобіля); пристрій перевірочних кривих, що запам'ятовує; універсальний осцилограф; осцилограф первинного ланцюга запалення; осцилограф вторинного ланцюга запалення.

Оцінити дані вимірів дозволяє їх порівняння з даними (кривими), визнаними за еталонні і записаними в пристрій, що запам'ятовує. Виходячи з цього прилад "Bosch FSA-750" підготовлений для з'єднання з іншими системами мережі автомайстерень ASA.

В базовому виконанні "Bosch FSA-750" складається із пересувного візка з пристроєм KTS-670 (рис. 4.5), принтера, вимірювального модуля та пульта із дистанційним керуванням. Крім того, в пересувному візку є додатковий простір для функціонального розширення модулем газоаналізатора EA-050 (для бензинових двигунів) і RTM-430 (для дизельних двигунів).





Рисунок 4.5 – Системний тестер для діагностики блоків керування (мотор-сканер) "Bosch KTS-670"

Пристрій "Bosch KTS-670" – це випробувальний прилад для мобільної діагностичної техніки в умовах автосервісу. Пристрій "Bosch KTS-670" з активованим програмним забезпеченням ESI[tronic] має наступні функції:

1. Діагностику блоків управління:

- зчитування накопичувача повідомлень про помилки;
- відображення фактичних значень;
- управління виконавчими елементами;
- використання специфічних для блоку управління функцій.

2. Виміри за допомогою мультиметру: вимір напруги; вимір опору тощо.

Пристрій "Bosch KTS-670" має системний блок, жорсткий диск із встановленим програмним забезпеченням, рідкокристалічний дисплей, літій-іонний акумулятор, а також вимірювальний модуль з мультиметром і осцилографом. Для управління, разом із сенсорним олівцем для рідкокристалічного сенсорного екрану, в розпорядженні є віртуальна клавіатура.

Роздрукування інформації і вимірів може відбуватися через інтерфейс USB із зовнішнім принтером. Додатково може бути також підключений зовнішній монітор. Пристрій KTS 670 і приладдя розміщені в захисній

валізі.

Основні техніко-економічні характеристики діагностичного комплексу "Bosch FSA-750 наведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1. – Основні характеристики і параметри діагностичного комплексу "Bosch FSA-750"

<b>Параметр</b>	<b>Величина</b>
Вимір числа обертів, об/хв	250 ... 7200
Вимір температури масла, °С	-20 ... 150
Вимір напруги на АКБ, В	0 ... 72
Вимір тиску повітря, ГПа	-800 ... 1500
Вимір напруги вторинних ланцюгів запалювання, кВ	5 ... 50
Живлення, В	90 ... 264
Робоча температура, °С	0 ... 40
Рівень шуму, дБ	<70
Висота, мм	1784
Ширина, мм	680
Глибина, мм	670
Маса, кг	85
Ціна, грн.	220 000

Виконання технологічного процесу діагностування ДВЗ не можливо без іншого обладнання - установки для діагностування та очищення форсунок. Перед вибором даного типу обладнання слід зазначити, що існує два способи очищення форсунок: рідинний (хімічний) та ультразвуковий. Відповідно й обладнання поділяється на обладнання для рідинної та ультразвукової очистки інжекторів.

Рідинний спосіб більш придатний для технічного обслуговування систем живлення через кожні 30...40 тис. км. Він застосовується для помірно забруднених форсунок.

Ультразвуковий спосіб краще застосовувати, коли є явні свідчення на значне зменшення продуктивності форсунок, або коли діагностика не дозволяє точно встановити несправність. А для форсунок автомобілів із пробігом, що наближається до 100 тис. км. - це обов'язкова процедура. У деяких випадках, таких як критичне забруднення форсунок, необхідно

комбіноване застосування обох методів.

Свій вибір щодо установки для очищення інжекторів ми зупиняємо на установці фірми "Bosch ASNU-01D" (рис. 4.6).



Рисунок 4.6 - Установка для діагностики і промивання інжекторів "Bosch ASNU-01D"

Установка "Bosch ASNU-01D" забезпечує:

- візуальний контроль факелоутворення і розпилення палива форсунками при роботі на різних режимах (імітація різних частот обертання колінчастого валу і навантаження на двигун);
- перевірку герметичності клапанів форсунок (інжекторів) в закритому стані;
- вимірювання тиску відкриття клапанів механічних форсунок;
- діагностику обмоток електромагнітів форсунок при роботі на різних режимах;
- вимірювання продуктивності (паливоподачі) форсунок;
- ультразвукове промивання форсунок тощо.

Особливостями установки є:

- окрема оглядова камера, що дозволяє спостерігати факел цілком та забезпечує об'єктивність оцінки роботи інжектора;

- одночасне діагностування або промивання до 8 форсунок будь-якого типу: SPI, MPI та GDI;

- діапазон імітованих оборотів колінчастого вала при діагностуванні в межах 600...20000 об/хв. при тривалості вприскування – 1...12 мс;

- регулювання тиску подачі тестової рідини вентилем з контролем за допомогою вбудованого стрілочного манометра;

- різні програми роботи, що задаються оператором.

Для діагностики і ультразвукового промивання використовуються спеціальні рідини, що не містять хімічно активних речовин та забезпечують збереження інжекторів, ефективність їх очищення і екологічність.

Установка має наступні основні технічні характеристики:

- напруга живлення, В	220
- габаритні розміри, мм	550×450×700
- діапазон імітованих частот обертання колінчастого вала, об/хв	600...20000
- діапазон тривалості вприскування, мс ..	1...12
- діапазон тисків, бар	0...10
- кількість стандартних тестових програм	15

### **4.3. Розрахунок кількості та кінцевий підбір технологічного обладнання дільниці**

Кількість універсальних або спеціалізованих машино-місць дільниці діагностики, ТО та ПР двигунів на підприємстві визначаємо за формулою:

$$X_n^{TO} = \frac{T_n}{(D_{роб.ТО}^p \cdot n_c^{TO} \cdot t_c^{TO} \cdot P_{ТО} \cdot \varphi_n^{TO})}$$

де  $T_n$  - річна трудомісткість діагностичних та сервісних робіт для ДВЗ на підприємстві, люд-год.;

$n_c^{TO}$  - кількість змін роботи дільниці діагностики;

$D_{роб.ТО}^P$  - кількість днів роботи дільниці в році (приймаємо за значеннями, що фактично склалися в галузі);

$t_c^{TO}$  - тривалість зміни роботи поста ТО, год.;

$P_{ТО}$  - середня кількість робітників, зайнятих одночасно на посту;

$\varphi_n^{TO}$  - коефіцієнт використання часу поста ТО ( $\varphi_n^{TO} = 0,85 \dots 0,95$ ).

Визначення річної трудомісткості робіт по діагностуванню ДВЗ легкових автомобілів на підприємстві було проведено за результатами статистичної обробки показників техніко-економічної діяльності підприємства за 2016-2017 роки. Так необхідна річна трудомісткість робіт по діагностуванню ДВЗ на поточний рік може скласти  $T_n = 2842,0$  люд-год.

Тоді кількість постів складе:

$$X_n^{TO} = \frac{2842,0}{(252 \cdot 8,0 + 5 \cdot 7,0) \cdot 1 \cdot 1} \cdot 0,85 = 1,63 \text{ машино-місця.}$$

Приймаємо на посту 2 тупикових машино-місця, які працюють при одночасному методі проведення технологічних операцій в одну зміну.

Кількість одиниць основного обладнання дільниці визначаємо за формулою:

$$n_{об} = \frac{T_o}{\Phi_{o.д.} \cdot \eta_3},$$

де  $T_o$  – трудомісткість робіт, що виконуються даним видом обладнання, люд-год.;

$\Phi_{o.д.}$  – дійсний річний фонд часу роботи обладнання, год.;

$\eta_3$  – коефіцієнт завантаження обладнання,  $\eta_3 = 0,85 \dots 0,95$ .

Визначаємо кількість діагностичного устаткування:

$$n_{об} = \frac{T_o}{\Phi_{o.д.} \cdot \eta_3} = \frac{2842}{1942 \cdot 0,85} = 1,72,$$

де  $T_o = 1430$  люд-год. – трудомісткість робіт на дільниці із застосуванням діагностичного обладнання.

Приймаємо 2 діагностичні стенди (мотор-тестер та комп'ютерний стенд).

Розрахунок іншого обладнання згідно технологічного процесу діагностики систем ДВЗ автомобілів проводимо аналогічно.

Крім того при проектуванні підбираємо інше технологічне обладнання, яке необхідне для виконання робіт на дільниці. Номенклатуру і кількість основного технологічного обладнання (діагностичних стендів та приладів, підйомно-транспортного обладнання тощо) дільниці вибираємо за довідниками і каталогами технологічного обладнання для обслуговування автомобілів.

Перелік підбраного технологічного обладнання дільниці діагностування, ТО і ПР ДВЗ легкових автомобілів наведено в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 - Характеристика технологічного обладнання дільниці діагностування та обслуговування ДВЗ легкових автомобілів

№ п/п	Найменування обладнання	Модель	Кількість, шт	Габаритні розміри, мм	Площа одиниці, м <sup>2</sup>	Встановлена потужність, кВт
1	Комп'ютерний діагностичний стенд	Bosch FSA750	1	680×670×1784	0,46	1,5
2	Мотор-тестер	Bosch KTS-670	1	-	-	-
3	Установка для діагностики і промивання інжекторів	Bosch ASNU-01D	1	550×450×700	0,25	2,0
4	Підіймач двохстійковий вантажепідйомністю 3,5 т	LAUNCH TLT-235SBA	1	3200×2780×1750	8,90	2,2

Продовження таблиці 4.2

5	Прилад для визначення технічного стану ЦПГ двигуна без розбирання	НИИАТ -19	1	470×430 настільний	-	-
6	Верстат для гнуття труб випускних систем автомобілів	Власного виготов.	1	520×480	0,25	1,0
7	Прилад для очищення та перевірення свічок запалювання	514-12М	1	370×530 настільний	-	0,3
8	Прилад для перевірення акумуляторів	-	1	200×330 настіл.	-	-
9	Прилад для перевірення паливних насосів	НИИАТ мод. 507	1	570×410 наст.	-	-
10	Прилад для перевірення бензонасосів	НИИАТ мод. 374	1	270×230 наст.	-	0,5
11	Електронний стетоскоп	РАСО мод. 11239	1	-	-	-
12	Компресометр	РАСО мод. 1022	1	-	-	-
13	Компресор повітряний	РАСО мод. 1101В5	1	1869×670×1430	1,25	1,5
14	Бачок для виміру витрати палива на автомобілі	НИИАТ мод. 361	1	-	-	-
15	Набір манометрів	ГАРО мод. 1131	1	-	-	-
16	Верстак слюсарний	Власного виготов.	1	2200×750	1,65	-
17	Шафа інструментальна	-//-	2	500×650×1500	0,66	-
18	Комплект ключів динамометричних	РАСО мод. К468	1	3 предм.	-	-
19	Комплект інструменту автомеханіка	РАСО мод. И133	2	20 предм. 640×110×110	-	-
20	Комплект ключів гайкових з відкритими зівами двосторонніх	РАСО мод. И105М1	2	6 предм. 6×8 - 27×30	-	-
21	Ключі торцеві	РАСО мод. 2336М	4	10 пред. 10×24	-	-
22	Візок	-//-	1	500×1000×1100	1,0	-
<b>РАЗОМ</b>					<b>14,42 м<sup>2</sup></b>	<b>9,0 кВт/год</b>

#### 6.4. Розрахунок виробничої площі дільниці

Виробничі площі дільниці повинні бути компактними і мати достатню площу з хорошим природнім і штучним освітленням для забезпечення нормальних умов і високої продуктивності праці.

Площу дільниці діагностики, ТО і ПР ДВЗ легкових автомобілів розраховуємо за формулою:

$$F_{обл} = \sum f_{об} \cdot \kappa_n,$$

де  $\sum f_{об}$  - сумарна площа технологічного обладнання і виробничого інвентарю (столи, стелажі тощо), що встановлюється на підлогу даного посту (за даними таблиці 4.2), м<sup>2</sup>;

$\kappa_n$  – коефіцієнт, який враховує щільність розміщення обладнання. Для зон діагностики приймаємо  $\kappa_n = 4,0$ .

Тоді площа дільниці складе:

$$F_{обл} = 14,42 \cdot 4,0 = 57,6 \text{ м}^2.$$

Враховуючи раніше прийняту сітку колон 6 × 10 м будівлі виробничого корпусу визначаємо реальну площу, яку займе пост діагностики ДВЗ легкових автомобілів у ПП СТО «Ковальов-Авто» с. Соколівське Кіровоградської області:

$$F = 6 \cdot 10 = 60 \text{ м}^2.$$

Різниця між розрахованою площею та прийнятою повинна складати не більше ±5%:

$$\Delta = \frac{60,0 - 57,6}{57,6} \cdot 100 = 4,2\%.$$

Така величина різниці площ вкладається у встановлені норми відхилень. Отже на підприємстві розміщуємо пост діагностики легкових автомобілів загальною площею 60 м<sup>2</sup>, із розмірами сторін - довжиною  $L = 6$  м та шириною  $H = 10$  м.



#### 4.5. Перевірочний розрахунок кількості робітників дільниці

Розрахунок кількості робітників дільниці діагностування та обслуговування ДВЗ виконуємо за формулами:

$$P_{я} = \frac{T}{\Phi_n \cdot K}; \quad P_c = \frac{T}{\Phi_o \cdot K},$$

де  $P_{я}$ ,  $P_c$  – відповідно явочна і штатна кількість робітників;

$T$  – трудомісткість кожного виду робіт, люд-год.;

$\Phi_n$ ,  $\Phi_o$  – відповідно номінальний і дійсний фонди часу робітника;

$K$  – планований коефіцієнт перевиконання норм виробітку,  $K=1,05 \dots 1,15$ .

Приймаємо  $K = 1,05$ .

Визначаємо явочну кількість автослюсарів-діагностів з огляду на те, що цією категорією робітників будуть виконуватися як діагностичні, так й розбирально-складальні й контрольні роботи:

$$P_{яв} = \frac{2842,0}{2011 \cdot 1,05} = 1,35 \text{ чоловіка.}$$

Визначаємо спискову кількість діагностів:

$$P_{сз} = \frac{2842,0}{1555 \cdot 1,05} = 1,74 \text{ чоловіка.}$$

Згідно розрахунків приймаємо 2-ох автослюсарів-діагностів.

Кількість допоміжних робітників дільниці приймаємо у кількості 10% від числа основних виробничих робітників:

$$P_{дон} = 0,1 \cdot 2 = 0,2 \text{ чоловіка.}$$

Кількість інженерно-технічних робітників складає 8% від суми виробничих й допоміжних робітників:

$$P_{стр} = 0,08 \cdot (P_{осн} + P_{дон}) = 0,08 \cdot (2 + 0,2) = 0,18 \text{ чоловіка.}$$

Приймаємо 1 робітника який буде виконувати інженерно-технічні та допоміжні обов'язки.

$$P = P_{осн} + P_{доп} + P_{имр} = 2 + 1 = 3 \text{ робітника.}$$

#### 4.6. Дослідження об'ємно-планувальних рішень будівель і споруд підприємства

При визначенні місця розміщення дільниці діагностування в першу чергу було проведено аналіз наявних виробничих площ на підприємстві. На території підприємства ПП СТО «Ковальов-Авто» с. Соколівське Кіровоградської області розташовано дві основні виробничі будівлі (рис. 6.7) – основна, в якій розміщені адміністративні приміщення й основні виробничі дільниці, й допоміжна, в якій планується розмістити виробничу дільницю, що проектується. Основна будівля являє собою одноповерхову споруду складної конфігурації, яку можна умовно поділити на три приміщення: перше з розмірами 16×16 м, друге з розмірами 16×27 м та третє - з розмірами 16×6 м. Висота приміщень будівлі складає 6 м. Будівля виконана з несучими стінами.

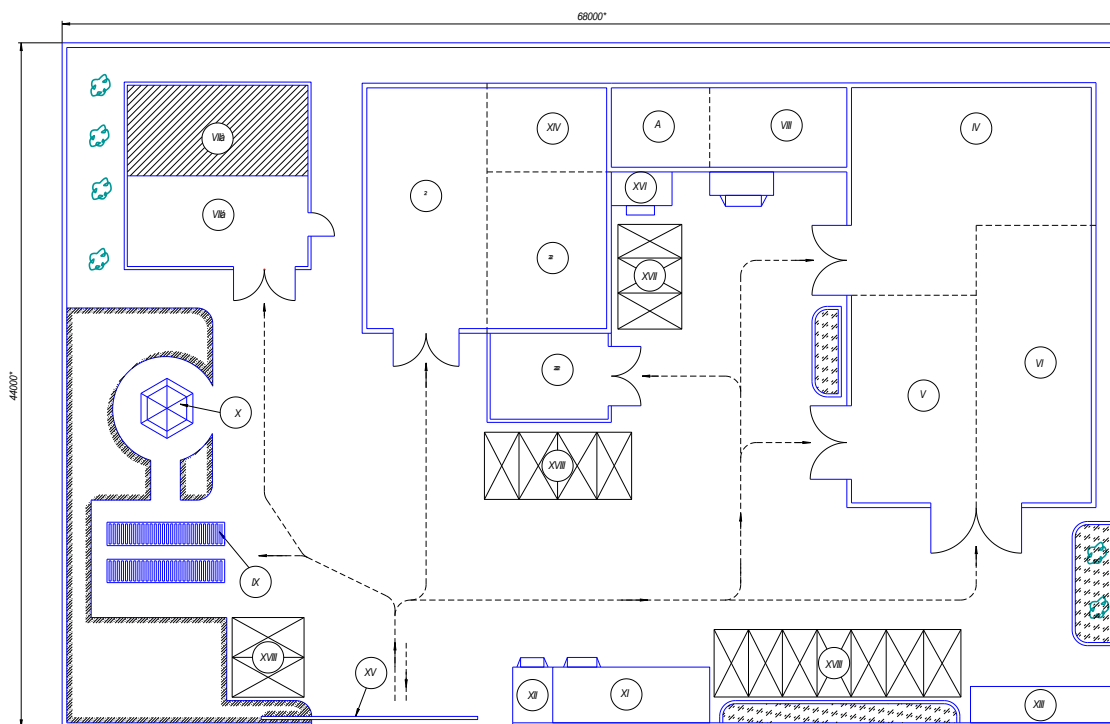


Рисунок 4.7 – План ПП СТО «Ковальов-Авто»

A - адміністративно-побутова частина; I - XVIII - виробничі частини: I - ділянка ТО і ПР рульових керувань; II - ділянка ремонту двигунів; III - малярна ділянка; IV - ділянка ТО і ремонту ходових частин; V - пост

регулювання кутів встановлення керованих коліс; VI - ділянка ТО і ремонту електрообладнання; VIIa - дільниця діагностування та ТО двигунів легкових автомобілів, що проектується; VIIб - дільниця ПР двигунів легкових автомобілів; VIII - ресторан; IX - відкрита естакада; X - бесідка; XI - магазин запасних частин; XII - контрольно-пропускний пункт; XIII - складські навіси; XIV - складські приміщення; XV - основні ворота; XVI - котельня; XVII - стоянка автомобілів працівників підприємства; XVIII - стоянка автомобілів клієнтів.

В будівлях (див. рис. 4.7) розташовано станцію технічного обслуговування автомобілів, яка включає адміністративне приміщення прийому і видачі автомобілів та основні виробничі дільниці діагностування, ТО і ПР автомобілів. Будівля СТО має декілька окремих в'їздів та входів. В'їзди оснащені підйомними автоматизованими воротами-ролетами шириною 2,5 м. Внутрішня висота приміщень дільниць складає 6 м.

Отже, розташування дільниці діагностування та технічного обслуговування двигунів легкових автомобілів плануємо в наявних будівлях. Розташування дільниці, що проектується (на схемі наведеній на рис. 6.7 показана заштрихованою зоною та позначена в експлікації позицією VIIa) доцільне в окремій виробничій будівлі поруч із дільницею поточного ремонту двигунів (на схемі позначена позицією VIIб).

## 5. НАУКОВИЙ РОЗДІЛ

### 5.1. Аналіз ефективності роботи систем живлення та випускних систем двигунів на бензинах із базовим вмістом присадок

**Вплив антидетонаційних присадок.** Будь-яка речовина в правильній дозі стає ліками, в неправильній - отрутою. Ця аксіома вірна і відносно автохімії. Як і ліки, різноманітні присадки для палива і моторного мастила, засоби для очищення систем і механізмів автомобіля потрібно застосовувати грамотно, вчасно і строго відповідно до інструкції.

Тетраетилсвинець ( $C_2H_5$ )<sub>4</sub>. Історично першою антидетонаційною присадкою була етилова рідина на основі тетраетилсвинця. У міру розвитку автомобільного транспорту вплив отруйних властивостей ТЭС на довкілля і здоров'я людини став катастрофічним. На початку 70-их років, періоду максимального виробництва і використання ТЭС, в атмосферу Землі щорічно викидалося до 260 тисяч тонн свинцю. Токсичність свинцю полягає в здатності накопичуватися в організмі і знижувати зміст гемоглобіну в крові. Окрім цього, свинцевий антидетонатор миттєво губить каталітичні нейтралізатори відпрацьованих газів забиваючи його соти (рис. 3.1). Тому вже в 70-і роки в США стали обмежувати застосування ТЭС і в 1986 році повністю припинили виробництво етилованих бензинів. У Радянському Союзі етилований бензин був заборонений до застосування у великих містах. Як "спадкоємці" тетраетилсвинця стали застосовуватися з'єднання марганцю (ЦТМ і МЦТМ), і з'єднання заліза (фероцен).



Рисунок 5.1. - Осадження свинцевих відкладень на поверхнях сот нейтралізатора

Залізовмісні присадки. Застосування октанопідвищуючих присадок до бензину на основі заліза, більше чим в дозволений концентрації, має ряд побічних дій одна з яких вже добре відома - утворюється в результаті згорання нагар, який має червоно-коричневий відтінок (рис. 5.2).

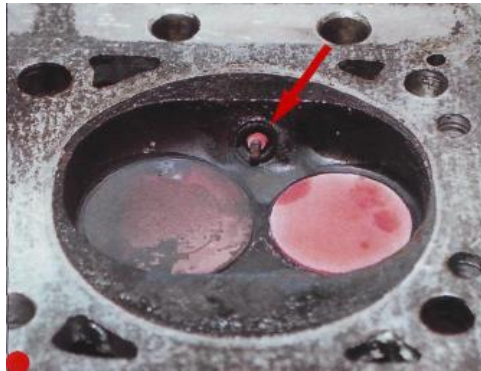


Рисунок 5.2. - Шлакові відкладення в камері згорання двигуна при роботі на бензині із підвищеним вмістом залізовмісних присадок

Осідаючи на електродах, керамічному конусі та корпусах свічок запалення, такий нагар сприяє витoku електрики, необхідної для іскроутворення. Нажаль, власники транспортних засобів в такій ситуації звертають увагу в більшості на систему запалювання, яка починає давати збої - найчастіше це виявляється під час холодних стартів, коли здатність нагару проводити електричний розряд підвищується через конденсацію вологи на поверхні свічки. При постійному застосуванні такого “поліпшеного” палива стінки камери згорання покриваються товстим шаром нагару, що може навіть стати джерелом калільного запалювання.

Для автомобілів з електронними системами контролю за роботою двигунів використання низькоякісного палива небезпечно ще й тим, що продукти згорання залізовмісних присадок накопичуються на робочому елементі лямбда-зонду та у каталізаторі. При цьому частина палива в не згорівшому стані потрапляє в каталітичний нейтралізатор системи випуску й за рахунок високої температури догорає в ньому. Результатом є оплавлення керамічних сот нейтралізатора (рис. 5.3 ) й часткове або повне перекриття

каналу випускної системи для проходження відпрацьованих газів.



Рисунок 5.3. - Вихід з ладу нейтралізатора відпрацьованих газів системи випуску автомобіля: оплавлення керамічних сот.

Причина цього полягає у тому, що конструктивно саме випускна система впливає на величини цих показників й обумовлює працездатність двигуна в цілому - конструкція випускного трубопроводу, впливаючи на ступінь очищення циліндрів від відпрацьованих газів, також оказується пов'язаною з наповненням циліндрів горючою сумішшю. Всім відомий той факт, що при закриванні випускної труби якимось стороннім предметом двигун загалом неспроможний завестися.

Конструкція випускного трубопроводу повинна відповідати наступним вимогам:

а) швидкість відпрацьованих газів у випускній трубі не повинна бути вище 30...35 м/с, для чого діаметр труби роблять рівним 0,5...0,6 діаметра циліндра або 1,5 перетину впускного трубопроводу;

б) вихідні відпрацьовані гази одного циліндра не повинні створювати протитиску для газів іншого (сусіднього) по роботі циліндра, що має місце в багатоциліндрових двигунах.

Випускний тракт системи прагнуть виконати таким чином, щоб при здійсненні покладених на нього основних функцій – зменшення шуму виходу

відпрацьованих газів, він сприяв би більш повному очищенню камер згорання від залишкових газів й більш повному наповненню циліндрів двигуна свіжим зарядом.

Відкладення ж на поверхнях каналів системи випуску відпрацьованих газів, втому числі й при обгоранні масла в камері згорання, поступово зменшують корисні площі перетину випускних трубопроводів та забивають соти нейтралізаторів (рис. 5.4), збільшують внутрішній тиск та опір виходу газів, призводять спочатку до “розбалансування” системи випуску – появи так званих прогарів (рис. 5.5), а потім й до повного виходу її з ладу за рахунок руйнування керамічних блоків каталізаторів (рис. 5.6) (на автомобілях оснащений каталізаторами), відокремлення елементів перегородок та забивання внутрішніх каналів глушників, відокремлення сполучень банок глушників із трубами в зоні зварних з’єднань.



Рисунок 5.4. – Забивання сот каталізатора під впливом залізовмісних присадок



Рисунок 5.5. - Прогар банок основних глушників



Рисунок 5.6. - Викришування керамічного блоку  
каталітичного нейтралізатора

Однією із присадок на основі заліза є фероцен. Фероцен, дициклопентадиенилжелезо,  $(C_2H_5)_2Fe$ , помаранчеві кристали, добре розчинні в органічних розчинниках, мають температуру плавлення  $173...174\text{ }^\circ C$ . 5

Ароматичні аміни мають високий антидетонаційний ефект, але до застосування допущений тільки монометиланілін або N-анілін ( $C_6H_5 NHCH_3$ ). Це масляниста прозора рідина жовтого кольору з щільністю  $980\text{ кг/м}^3$ ; що розчинна в бензинах, спиртах, ефірах. Має високі антидетонаційні, антиокислювальні, стабілізуючі і антикорозійні властивості. Октанове число за дослідницьким методом - 280. Недоліком ароматичних амінів є підвищена схильність до смолоутворення і збільшення зносу деталей циліндро-поршневої групи.

Марганцевмістні присадки. Серед досліджених речовин найбільш ефективними виявилися з'єднання марганца-циклопентадиенилтрикарбонилмарганец (ЦТМ) і метилциклопентадиенилтрикарбонилмарганец (МЦТМ) (рис. 5.7). Всі основні дослідження проведені з метилциклопентадиенилтрикарбонилмарганцем  $CH_3C_5H_4Mn(CO)_3$ . Це з'єднання представляє собою прозору малов'язку рідину ясно-бурштинового кольору з трав'янистим запахом, температурою кипіння  $233\text{ }^\circ C$ , щільністю  $1,3884\text{ г/см}^3$  та температурою застигання  $1,5\text{ }^\circ C$ . МЦТМ добре розчиняється в бензині і



практично нерозчинний у воді (при 25° С - 0,007 вага. %).

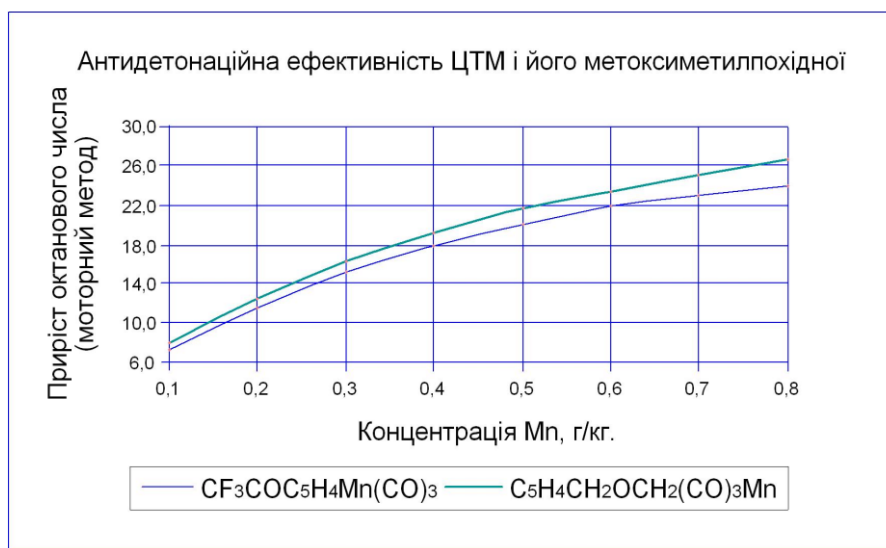


Рисунок 5.7. - Ефективність застосування ЦТМ

Відома присадка, що покращує антидетонаційні властивості бензину, є алифатичний кетонциклопентадиєнил марганцем трикарбонил,

Нормативні значення щодо обмеження присадок в паливі наведені в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1. Обмеження присадок в паливі

Тип присадки	Обмеження концентрації	Причина обмеження	Максимальний приріст ОЧ
Свинцевмісні	заборонено	Високий рівень токсичності і нагаро-утворення в камері згорання	8
Марганцевовмісні	50 мг Mn/л	Підвищений знос і нагароутворення на свічках запалення і в камері згорання	5...6
Залізовмісних	18 мг Fe/л	Підвищений знос і нагароутворення на свічках запалення і в камері згорання	3...4
Ароматичні аміни	1...1,3%	Осмолення деталей двигуна і паливної системи. Збільшення зносу деталей ЦПГ	6

Отже, в певній концентрації антидетонаційні присадки мають позитивний вплив на роботу двигуна. Але якщо нехтувати встановленими обмеженнями, то

це погано відобразиться на технічному стані двигуна, а отже і на його роботі.

***Застосування екологічних нанокаталізаторів.*** Екологічні нанокаталізатори - присадки до палив, що містять модифіковані наночастки діоксидів церію й цирконію. Виконання постійно зростаючих екологічних вимог до автомобіля (Євро-4 і Євро-5) вимагає значного зниження вмісту оксидів азоту та твердих часток у вихлопі.

Нанокаталізатори (nanocatalysts) володіють високими: каталітичною активністю, селективністю, стабільністю тощо. Висока ефективність нанокаталізаторів обумовлена унікальністю процесів перенесення і розподілу полів (зарядів), енергії, маси і інформації, що відбуваються при наноструктуризації і хімічних реакціях в наносистемах, а також особливостями морфології і енергетики развенених поверхонь наночасток. Використання нових високоефективних нанокаталізаторів сприяє покращенню екологічних характеристик процесів і технологій в промисловості, енергетиці і на транспорті, зниженню шкідливих викидів в атмосферу, дозволяє створювати екологічно чисті види альтернативних енергоресурсів, нові продукти і матеріали.

За рахунок використання нанокаталізаторів запропоновано новий оригінальний спосіб зниження емісії шкідливих домішок у відпрацьованих газах. Корисний ефект досягається за рахунок використання розчинних у моторних паливах похідні сечовини разом з нанорозмірними частками діоксида церію. Технологія, що одержала назву Urea & Nano-Catalyst in Fuel, не передбачає внесення змін у конструкцію паливних апаратів ДВЗ і змін у технології паливного заправлення на АЗС.

***Бензино-водяна емульсія.*** Відомі, численні спроби використовувати воду як складову частину палива в ДВЗ, зокрема у вигляді бензино-водяної емульсії. Використання води дозволяє економити бензин, підвищує його детонаційну стійкість із-за зниження робочої температури в циліндрах, знижується зміст оксидів азоту і чадного газу у вихлопі двигуна, відпадає необхідність використання дорогих і отруйних антидетонаційних добавок. Начебто вода -

продукт згорання водню, паливом не є, і економії ніякої не повинно бути. Але вода в бензино-водній емульсії працює як пара, здійснюючи роботу, тобто двигун в даному випадку частково працює як парова машина. Температура в циліндрах за рахунок використання води знижується, оскільки додаткова енергія йде на випар води і розширення пари, але на чистому бензині частина цієї самої енергії даремно відноситься рідиною, що охолоджує, і розсіюється в радіаторі, а при використанні емульсії енергія йде на здійснення корисної роботи, звідси економія. При використанні бензино-водної емульсії дещо зменшується потужність двигуна із-за зменшення робочої температури і кількості бензину, що згорає, але більш "екологічно чистим" стає вихлоп. Таку емульсію називають аквазин, безсвинцеве високооктанове паливо. Виходить шляхом змішування води з продуктами нафтопереробки за допомогою емульгатора, який не дає розшаровуватися водно-бензиновій суміші протягом певного часу (від 2...3 днів і більше). Аквазин служить прекрасним заміником різних марок бензину, авіагасу, дизпалива. Його безперечні переваги перед традиційними видами палива - понижений вміст шкідливих речовин і відсутність з'єднань свинцю у відпрацьованих газах. В них в 3...5 разів менше закису вуглецю, а оксидів азоту - на 25...30%.

## **5.2. Класифікація та марочний склад паливних присадок призначених для підвищення ефективності роботи систем живлення та випускних систем двигунів автомобілів**

Виробники комплексних очисників рекомендують застосовувати їх регулярно, при кожній заправці. Дана порада цілком резонна, навіть з фінансової точки зору, з урахуванням зекономленого завдяки дії присадок палива.

З числа представлених на нашому ринку присадок, що відносяться до даної групи, можна зазначити таку продукцію як: комплексна присадка в бензин компанії LIQUI MOLY (арт. 3903), концентрований очисник інжекторів компанії STP (ST-2075) і інші.

Паливні присадки спрямованої дії можна знайти в переліку продукції наступних компаній: присадка для остаточного очищення бензинових паливних

систем компанії LIQUI MOLY (арт. 5153), очисник інжекторів компанії LAVR (Ln 2109), наноочисник інжекторів бензинового двигуна компанії FENOM (FN 1236) і інших.

Регулярне використання якісних присадок також для дизельного палива перешкоджає створенню нагару на свічках накаливання, поршнях і стінках камери згоряння, закоксуванню форсунок. В залежності від свого призначення активна формула дизельних присадок здатна витіснити воду, що потрапила в паливо, перешкоджає його загущенню і підвищенню цетанового числа, має змащувальний ефект тощо.

### 5.3. Дослідження впливу опору системи випуску відпрацьованих газів на ефективні показники роботи ДВЗ

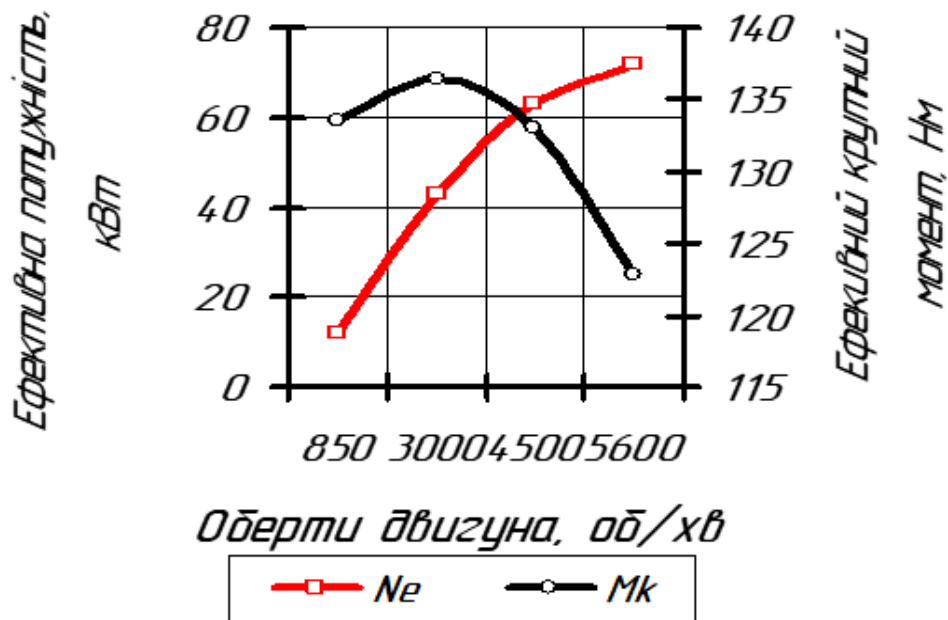
Теоретичне дослідження впливу опору системи випуску відпрацьованих газів на ефективні показники роботи ДВЗ. На цьому етапі проводимо теоретичні дослідження впливу протитиску випускної системи автомобіля на зміну його ефективних показників на прикладі двигуна автомобіля «Renault Logan». Технічні характеристики двигуна автомобіля «Renault Logan» наведені в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2. Технічні характеристики двигуна автомобіля «Renault Logan»

Характеристика	Показник
Тип двигуна	чотиритактний, бензи-новий, інжекторний
Кількість та розташування циліндрів	чотири в ряд
Діаметр циліндра й хід поршня	79×80 мм
Робочий об'єм, л	1,6
Ступінь стиску	9,5
Номінальна потужність при частоті обертання колінчастого валу 5600 об/хв, кВт (л.с.)	52,8 (72,0)
Максимальний крутний момент при частоті обертання колінчастого валу 3000 об/хв, Н·м (кгс·м)	136 (13,8)
Порядок роботи циліндрів	1 – 3 – 4 – 2
Марка палива	бензин - А-95

Визначаємо ефективні показники роботи двигуна для чотирьох швидкісних режимів його роботи ( $n_{xx}, n_M, n_N$  та  $n_{max}$ ) використовуючи прикладну програму «MathCAD 2001» за таких умов: для двигуна із новою системою випуску відпрацьованих газів у якої приймаємо за рекомендаціями [5] опір випускної системи  $P_{21} = 1,18P_0$  ( $P_0 = 0,1 \text{ МПа}$  - атмосферний тиск); для двигуна із підвищеним опором системи випуску (моделюємо процес забивання елементів випускної системи). З метою скорочення обсягів розрахунків проводимо дослідження для трьох величин опору, а саме:  $P_{22} = 0,25 \text{ МПа}$  та  $P_{23} = 0,5 \text{ МПа}$ .

Результати проведеного теплового розрахунку двигуна «Renault Logan» із новою (без шлакових відкладень та значного внутрішнього опору) системою випуску відпрацьованих газів та зміна ефективних показників потужності, крутного моменту, питомої та погодинної витрати палива наведені в додатку А. Враховуючи значні обсяги розрахунків та з огляду на їх подібність при обчисленні зазначених показників двигунів із підвищеним опором системи випуску програми в додатках не представлені, а отримані результати в порівняльному вигляді надані в таблиці 5.3 та на рис. 5.8.



а)

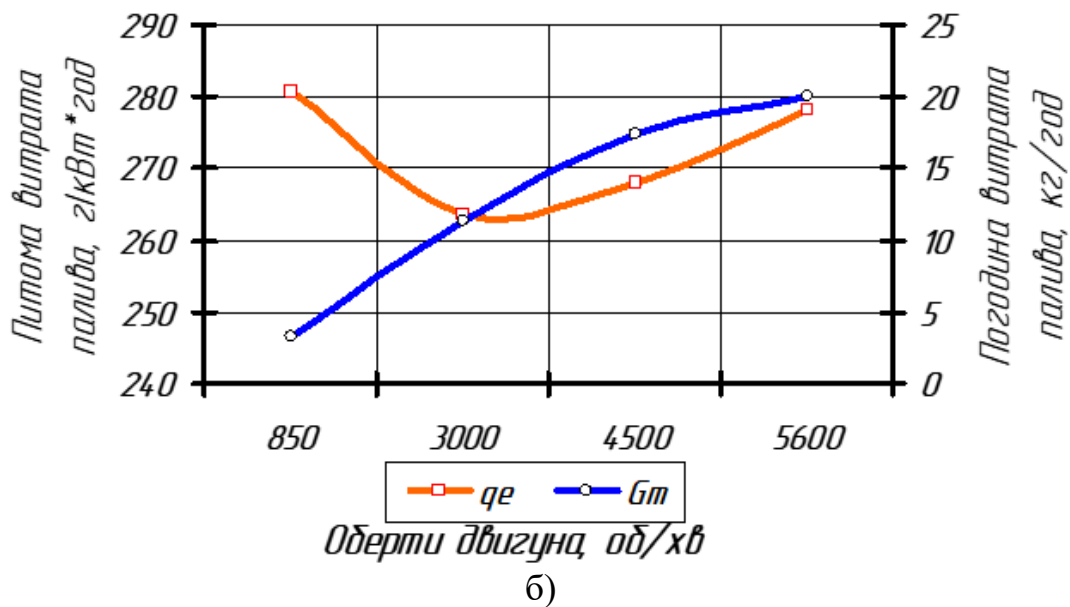


Рисунок 5.8. - Зміна ефективних показників роботи двигуна «Renault Logan» з новою базовою системою випуску відпрацьованих газів в залежності від швидкісного режиму роботи:

а) потужності та крутного моменту; б) питомої та погодинної витрати палива

Таблиця 5.3. Результати теоретичного дослідження зміни ефективних показників роботи двигуна «Renault Logan» при різних ступенях внутрішнього опору випускної системи

Величина опору, МПа	Кількість обертів коліначастого валу, об/х	Коефіцієнт залишкових газів $\gamma_g$	Коефіцієнт наповнення $\eta_V$	Ефективна потужність $N_e$ , кВт	Ефективний крутний момент $M_k$ , Нм	Питома витрата палива $q_e$ , г/(кВт год)	Погодинна витрата палива $G_m$ , кг/год
0,18	850	0,051	0,891	11,883	133,50	280,59	3,334
	3000	0,046	0,956	42,877	136,41	263,48	11,297
	4500	0,045	0,983	62,868	132,99	267,88	17,414
	5600	0,051	0,918	72,072	122,85	278,10	20,043
0,25	850	0,053	0,885	11,799	132,55	280,71	3,312
	3000	0,077	0,880	39,333	125,14	264,53	10,405
	4500	0,115	0,811	50,001	106,12	287,50	14,378
	5600	0,187	0,651	46,724	79,63	304,05	14,205
0,50	850	0,058	0,874	11,640	132,55	280,94	3,271
	3000	0,153	0,737	32,224	102,51	270,46	8,708
	4500	0,382	0,487	26,212	55,61	329,20	8,627
	5600	0,835	0,144	0,563	0,95	565,5	3,148

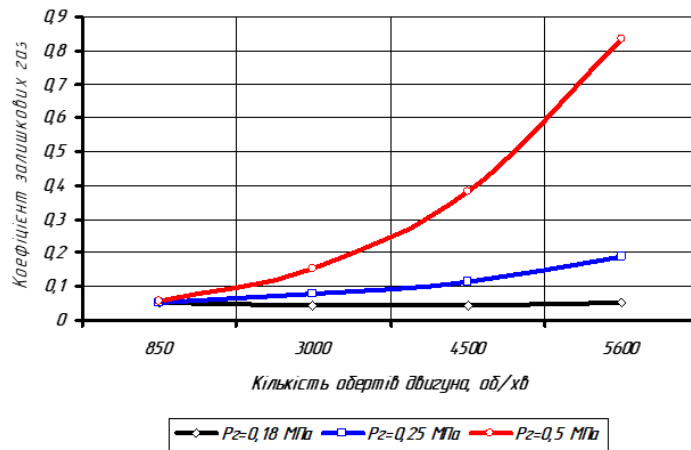


Рисунок 5.9. - Зміна коефіцієнта залишкових газів  $\gamma_2$  двигуна «Renault Logan» в залежності від збільшення опору випускної системи

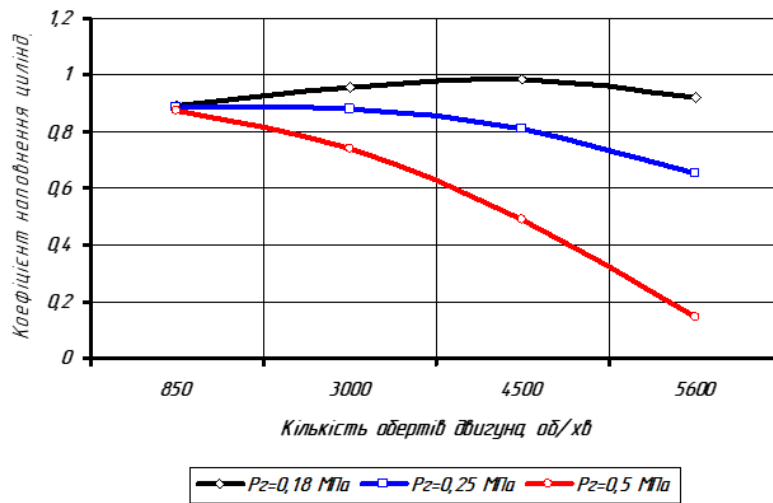


Рисунок 5.10. - Зміна коефіцієнта наповнення циліндрів свіжою сумішшю  $\eta_V$  двигуна «Renault Logan» в залежності від збільшення опору випускної системи

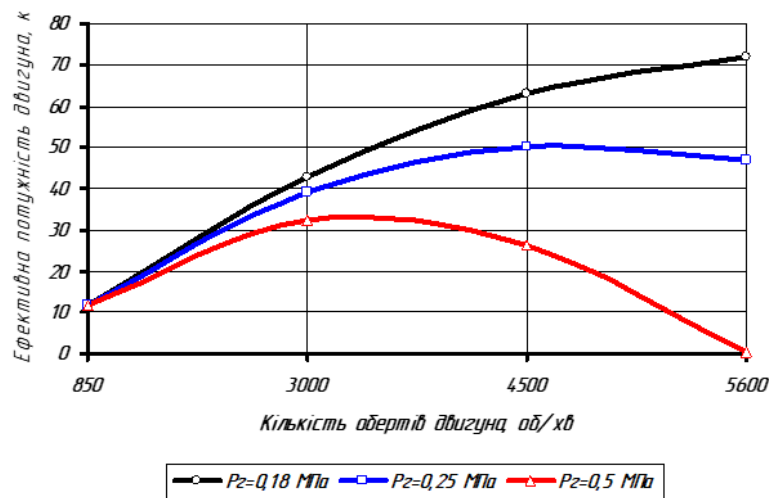


Рисунок 5.11. - Зміна ефективної потужності  $N_e$  двигуна «Renault Logan» в залежності від збільшення опору випускної системи

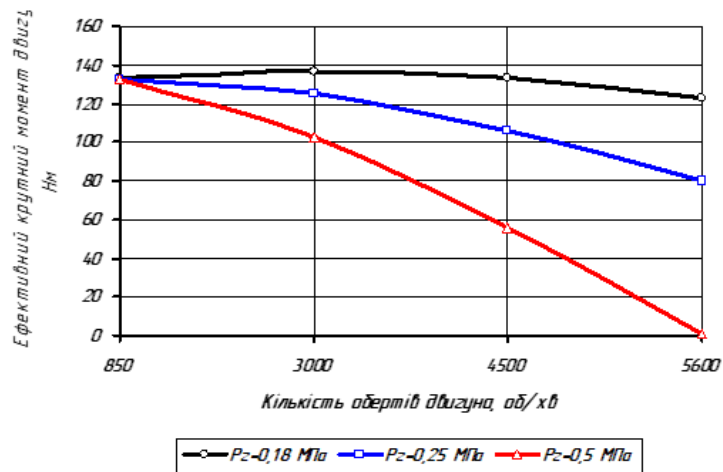


Рисунок 5.12. - Зміна ефективного крутного моменту  $M_k$  двигуна «Renault Logan» в залежності від збільшення опору випускної системи

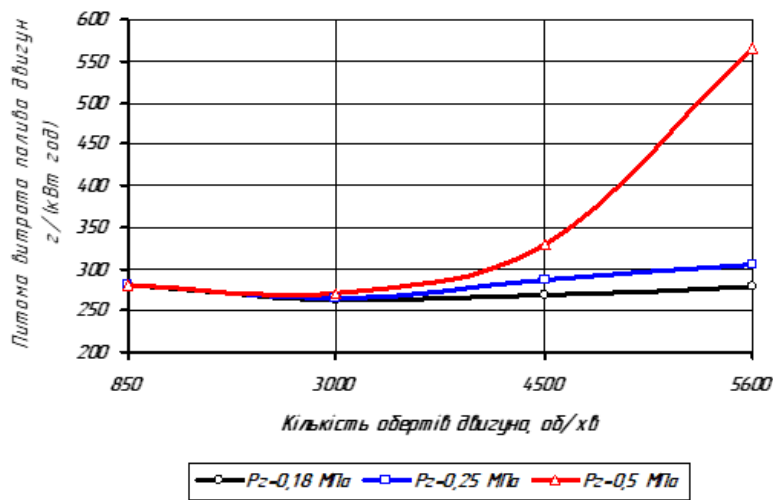


Рисунок 5.13. - Зміна питомої витрати палива  $q_e$  двигуна «Renault Logan» в залежності від збільшення опору випускної системи

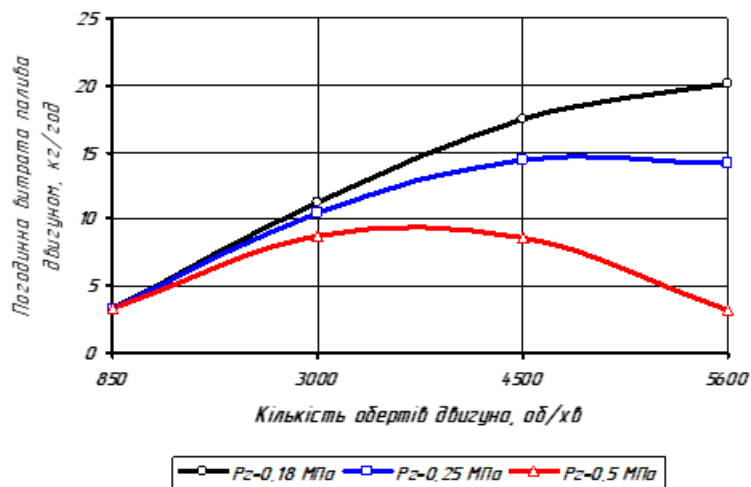


Рисунок 5.14. - Зміна погодинної витрати палива  $G_m$  двигуна «Renault Logan» в залежності від збільшення опору випускної системи



Аналіз наведених на рис. 5.8 – рис. 5.14 залежностей показує, що із збільшенням величини опору випускної системи у 2,8 рази (із значення 0,18 МПа до 0,50 МПа) коефіцієнт залишкових газів збільшується в 16,8 разів, коефіцієнт наповнення циліндра свіжою сумішшю зменшується в 6,4 рази, втрати ефективної потужності двигуна складають 92% (з 72,072 кВт при 5600 об/хв до 0,563 кВт), крутний момент зменшується також на 92% (з 122,85 Нм при 5600 об/хв до 0,95 Нм). З цих даних слідує, що технічний стан системи випуску значною мірою впливає на ефективні показники роботи двигуна та обумовлює його працездатність. Теоретичною межею в даному дослідженні виступало значення внутрішнього тиску 0,50 МПа, хоча за таких значень, згідно величини зниження потужності двигуна, його працездатність (здатність провести повний цикл перетворення енергії палива в механічну роботу) загалом мало ймовірна

Тому в якості рекомендацій слід вважати гранично допустимою величиною тиску в системі випуску відпрацьованих газів двигунів автомобілів Renault значення  $P_2 = 0,35 \text{ МПа}$ .

Аналіз літературних джерел, хоча й не виявив даних щодо інтервалу зміни величин зворотного тиску у випускних системах різних автомобілів, дозволив поставити відправні точки. Так, в літературі подається інформація, що іноді навіть стандартна випускна система нового автомобіля може створювати протитиск до 0,4 МПа (й навіть більше на деяких автомобілях); хоча, при ретельному підборі глушників, каталізаторів та вихлопних труб той самий двигун може мати зворотний тиск величиною не більш 0,15 МПа (кгс/см<sup>2</sup>).

Експериментального дослідження величин зворотного тиску у випускних системах автомобілів проводили після попереднього прогріву двигунів до робочої температури 85...90 °С. Характеристики автомобілів Renault, які було досліджено на величини зворотного тиску та технічний стан їх випускних систем представлені в таблиці 3.2.

Результати дослідження величин зворотного тиску у випускних системах досліджених автомобілів Renault наведено в таблиці 3.3, а динаміку зміни

тиску в залежності від швидкісного режиму роботи двигунів та відповідність величини максимального тиску граничному рівню відповідно на рис. 5.14 та рис. 5.15.

Практично 50% досліджених випускних систем автомобілів «Renault» за показниками зворотного тиску не відповідають допустимому граничному рівню й потребують заміни.

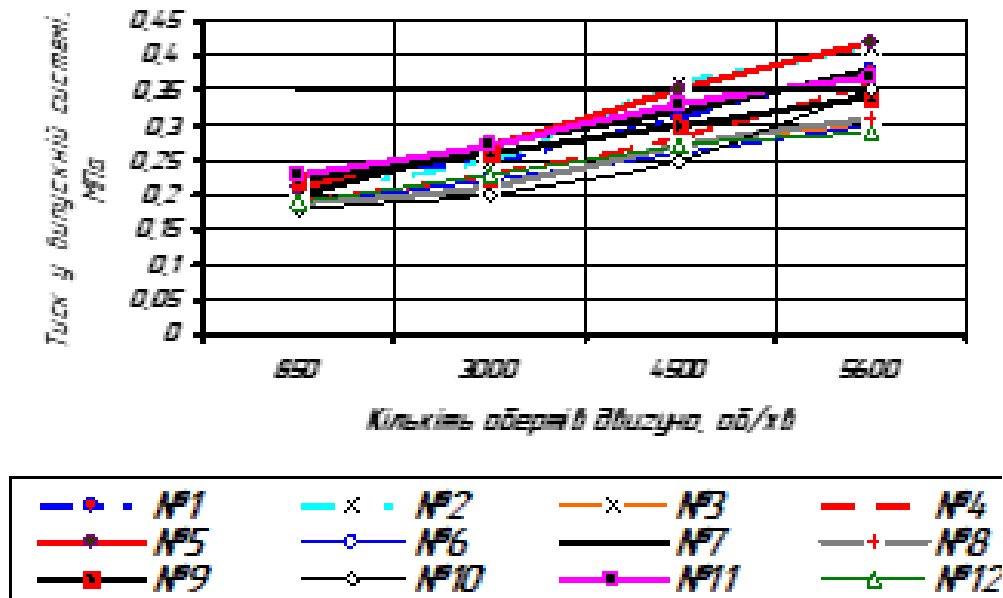


Рисунок 5.14. - Динаміка зміни величин зворотного тиску у випускних системах автомобілів в залежності від швидкісного режиму роботи двигунів «Renault»

Деякі власники транспортних засобів дотримуються стратегії лише зовнішнього відновлення цілісності випускної системи намагаючись тим самим відновити її працездатність. Запропоновану методику можна рекомендувати для проведення оціночних досліджень технічного стану випускних систем та динаміки його зміни. Разом з тим, саме технології визначення внутрішнього тиску, хоча й відрізняється простотою проведення та доступністю застосованого вимірювального пристосування, має й стримуючі недоліки.

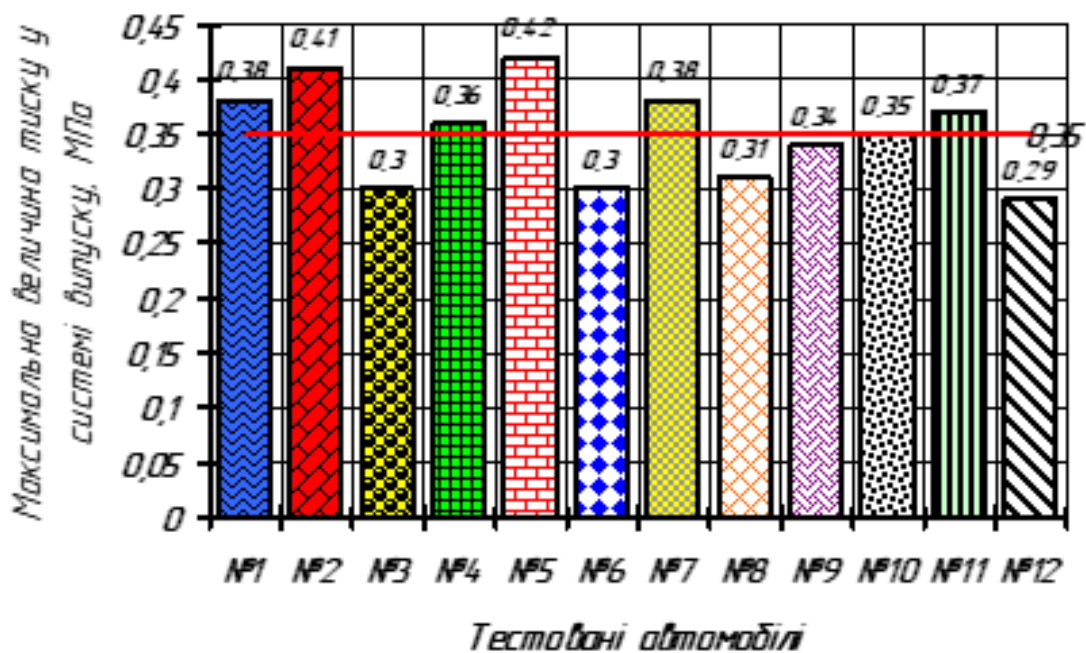


Рисунок 5.15. - Максимальні величини зворотних тисків у випускних системах тестованих автомобілів Renault

Для визначення величин означених показників необхідно застосовувати в комплексі пристосування для визначення тиску у випускній системі й сучасне діагностичне обладнання, яке дозволяє їх отримати, наприклад мотор-тестери або тягові стенди.

Разом з тим, маючи в наявності сучасний діагностичний мотор-тестер, можна скористатися його можливостями й застосувати більш сучасну й ефективну, хоча й непрямую, методику визначення стану випускних систем та їх впливу на ефективні показники двигуна.

## 6. ПРОЕКТНИЙ РОЗДІЛ

### 6.1. Загальні положення розрахунку виробничої програми

Для міських та приміських комплексних сто виробнича програма характеризується кількістю комплексно обслуговуваних автомобілів на рік, тобто автомобілів, яким на станції виконується весь комплекс робіт для підтримки їх в технічно справному стані протягом року.

Для ремонтних майстерних з конкретних видів робіт виробнича програма визначається річним обсягом робіт, і яка може бути визначена, виходячи з приблизного розподілу трудомісткості по видах робіт для міських СТО [2].

Виробнича програма є основним показником для розрахунку річних обсягів робіт, на основі яких визначаються чисельність робочих, площі виробничих, складських, адміністративно - побутових і інших приміщень.

Початковими даними для розрахунку виробничої програми і обсягів робіт є:

- кількість автомобілів, які обслуговуються СТО за рік і норма питомої трудомісткості ТО і ПР для даного типорозміру СТО і певного класу автомобілів;
- середньорічний пробіг обслуговуваних автомобілів;
- середня кількість заїздів автомобілів на станцію за рік;
- середня трудомісткість робіт по одного заїзду;
- режим роботи станції.

### 6.2. Розрахунок обсягу робіт пп «ковальов-авто» на 2019 рік

Річний обсяг робіт міських СТО включає роботи ТО і ПР.

Річний обсяг робіт по ТО і ПР визначається заоежністю:

$$T_o = \frac{A_p \cdot L_p \cdot t \cdot K_p}{1000}, \quad (6.1)$$

де  $A_p$  - очікувана кількість обслуговуваних автомобілів за рік на СТОА;

$L_p$  - середньорічний пробіг автомобіля, км;

$t$  - нормативна питома трудомісткість робіт ТО і ПР, люд-год/1000 км;

$K_p$  - коефіцієнт коректування трудомісткості, що залежить від потужності СТО.

При проектуванні універсальної СТОА, призначеної для обслуговування автомобілів, які відносяться до різних класів, річний обсяг робіт з ТО і ПР визначається сумою річних обсягів робіт з автомобілями окремих класів.

Згідно [2] задаємося нормативною трудомісткістю робіт для різних класів автомобілів по ОНТП 01-91, які зводимо в таблицю 6.1.

Таблиця 6.1 - Нормативні питомі трудомісткості ТО і ПР

Клас автомобілів	Трудомісткість ТО	Трудомісткість ПР
В	0,6	2,2
С	0,55	2,0
Д	0,9	3,15

Корегування нормативів ТО і ремонту автомобілів виконується у відповідності з методикою, наведеною у ОНТП-01-91 [2]. Корегуємо приведені вище нормативні питомі трудомісткості. Корегування нормативів для легкових автомобілів здійснюємо за допомогою трьох коефіцієнтів корегування  $K_1$ ,  $K_3$ , і  $K_5$ , що враховують три основних фактори експлуатації автомобілів (додаток Б) [1]. Розрахунок питомої трудомісткості проводимо за кожним класом автомобілів окремо. Результати розрахунків зводимо до таблиці 6.2.

Таблиця 6.2 - Корегування питомої трудомісткості робіт з ТО і ПР

Норматив	Умов. позн.	Один. вимі.	Норм. знач.	$K_1$	$K_2$	$K_3$	$K_4$	$K_5$	Скор. за «К»
Періодичність ТО-1	$L_{ТО1}$	км	15000	1,0	-	0,9	-	1,0	13500
Періодичність ТО-2	$L_{ТО2}$	км	30000	1,0	-	0,9	-	1,0	27000
<b>Клас автомобіля</b>	<b>Трудомісткість ТО</b>								
В	$t_{ТО}$	люд-год.	0,6	-	-	-	-	-	0,6
С			0,55	-	-	-	-	-	0,55
Д			0,9	-	-	-	-	-	0,9
<b>Клас автомобіля</b>	<b>Трудомісткість ПР</b>								
В	$t_{ПР}$	люд-год. / 1000 км.	2,2	1,0	-	1,1	-	1,0	2,42
С			2,0	1,0	-	1,1	-	1,0	2,2
Д			3,15	1,0	-	1,1	-	1,0	3,46

Тоді за формулою (6.1) обчислюємо обсяги робіт, що приходяться на

кожний з класів автомобілів. Результати розрахунків зводимо до таблиці 6.3.

Так, наприклад, для класу С обсяг робіт з ТО і ПР складе:

$$T_o = \frac{192 \cdot 21000 \cdot 3,02 \cdot 0,9}{1000} = 10959,0 \text{ люд-год.}$$

Таблиця 6.3 - Річні обсяги робіт за класами автомобілів на 2019 рік

Клас автомобілів	Кількість заїздів, од. робіт	Річний пробіг, км	Сумарна трудомісткість ТО і ПР, люд-год/1000 км	Коефіцієнт корегування трудомісткості КР	Річний обсяг робіт ТО і ПР, люд-год.
B	192	21000	3,02	0,9	10959,0
C	352	27000	2,75		23522,4
D	256	24000	4,36		24109,0
<i>Разом</i>					<i>58590,4</i>

### 6.3. Розрахунок обсягу робіт з приймання і видачі автомобілів

Річний обсяг робіт з приймання і видачі для одного класу автомобілів визначається на основі загальної кількості заїздів автомобілів на СТО для виконання різних видів робіт за формулою:

$$T_{n-в}^i = A_{авт}^i \cdot (n_{ТО\text{и}ПР}^p + n_{а-к}^p) \cdot t_{n-в}^i, \quad (6.2)$$

де  $t_{n-в}^i$  - разова трудомісткість робіт приймання-видачі одного автомобіля даної групи, люд-год.

$$T_{n-в}^i = 800 \cdot 3 \cdot 0,2 = 480 \text{ ЛЮД-ГОД.}$$

### 6.4. Розрахунок обсягів прибирально-мийних робіт

Річний обсяг прибирально-мийних робіт для одного класу автомобілів визначається на основі разової трудомісткості цього виду робіт за один заїзд на СТО. Прибирання і мийка автомобілів обов'язково виконуються перед проведенням робіт з ТО і ПР, тому при розрахунку річної трудомісткості необхідно врахувати кількість заїздів автомобілів для виконання ТО і ПР. Крім цього СТО може надавати окремі послуги косметичного прибирання і мийки автомобілів. В такому випадку враховується кількість заїздів для виконання прибирально-мийних робіт. Отже, трудомісткість прибирально-мийних робіт

перед виконанням ТО і ПР ( $T_{n-m(ТО)}^i$ ) та трудомісткість косметичного прибирання і мийки автомобілів ( $T_{n-m}^i$ ) визначаються за формулами:

$$T_{n-m(ТО)}^i = A_{авт}^i \cdot n_{ТОіПР}^p \cdot t_{n-m}^i, \quad (6.3)$$

$$T_{n-m}^i = A_{авт}^i \cdot n_{n-m}^p \cdot t_{n-m}^i, \quad (6.4)$$

де  $n_{ТОіПР}^p$ ,  $n_{n-m}^p$  - частота заїздів одного автомобіля, що обслуговується на СТО відповідно для виконання робіт ТО і ПР та прибирально-мийних робіт протягом року (додаток Г);

$t_{n-m}^i$  - разова трудомісткість прибирально-мийних робіт для одного автомобіля даного класу, люд-год.

$$T_{n-m(ТО)}^i = 800 \cdot 2 \cdot 0,2 = 320 \text{ люд-год.}$$

$$T_{n-m}^i = (800 \cdot 5 + 251 \cdot 4 + 7530) \cdot 0,25 = 3133,5 \text{ люд-год.}$$

$$T_{\Sigma} = T_{n-m(ТО)} + T_{n-m} = 320 + 3133,5 = 3453,5 \text{ люд-год.}$$

Загальний обсяг робіт з ТО і ПР а також трудомісткість передпродажної підготовки, антикорозійної обробки і приймання і видачі автомобілів за рік по всій СТО визначається залежністю і складає:

$$T_{\Sigma} = T_o + T_{n.n} + T_{a-к} + T_{n-в}, \quad (6.5)$$

$$T_{\Sigma} = 58590,4 + 30120 + 2400 + 480 = 91590,4 \text{ люд-год.}$$

### 6.5. Розподіл обсягів робіт за їх видами

Визначений обсяг робіт по СТО на 2019 рік розподіляємо в процентному співвідношенні за кожним з видів робіт, а результати заносимо до таблиці 2.4. Процентний розподіл трудомісткості за видами робіт і місцем виконання вибираємо з (додатка Д і Е [1]).

Таблиця 6.4 - Розподіл трудомісткості ТО і ПР автомобілів за видами робіт по СТО ПП. «Ковальов-Авто» на 2019 рік

Роботи	Розподіл за видами робіт		Розподіл за місцем виконання			
	%	люд-год.	На постах		На дільницях	
			%	люд-год.	%	люд-год.
Діагностичні	3	2747,712	100	2747,712	-	-
ТО в повному обсязі	6	5495,424	100	5495,424	-	-
Змашувальні	2	1831,808	100	1831,808	-	-
Регулювання кутів установки коліс	3	2747,712	100	2747,712	-	-
Ремонт випускних систем	2	1831,808	100	1831,808	-	-
Електротехнічні	3	2747,712	80	2198,17	20	549,5424
Обслуговування системи живлення	3	2747,712	70	1923,398	30	824,3136
Акумуляторні	2	1831,808	10	183,1808	90	1648,627
Шиномонтажні	1	915,904	30	274,7712	70	641,1328
ПР вузлів і агрегатів	8	7327,232	50	3663,616	50	3663,616
Кузовні і арматурні (бляхарські, зварювальні, мідницькі)	35	32056,64	75	24042,48	25	8014,16
Малярні і антикорозійні	25	22897,6	100	22897,6	-	-
Шпалерні	2	1831,808	50	915,904	50	915,904
Слюсарно-механічні	5	4579,52	-	-	100	4579,52
<b>Всього</b>	<b>100</b>	<b>91590,4</b>		<b>70753,6</b>		<b>20836,8</b>
Прибирально-мийні		3453,5	100	3453,5		-
<b>Разом</b>		<b>95043,9</b>		<b>74207,1</b>		<b>20836,8</b>

Отримані обсяги робіт за місцем виконання використовуються для визначення кількості робочих на дільницях, а також для розрахунку кількості робочих постів.

#### 6.6. Розрахунок річного обсягу робіт з самообслуговування підприємства на 2019 рік

Окрім робіт з ТО і ПР, на СТО ПП «Ковальов-Авто» виконуються допоміжні роботи, обсяг яких складає 20...30% від загального обсягу робіт з ТО і ПР автомобілів. До складу допоміжних робіт входять роботи з прибирання приміщень і території (15...20%), прийому, збереження і видачі матеріальних цінностей (20%), транспортування та перегону автомобілів (10%), а також



роботи з самообслуговування підприємства (обслуговування і ремонту технологічного устаткування й інструменту, підтримці інженерних комунікацій, утриманні і ремонту будівель), що виконуються в самостійному підрозділі - у відділі головного механіка (ВГМ) або на відповідних виробничих ділянках, якщо ця трудомісткість не перевищує 10000 люд-год. Річний обсяг допоміжних робіт визначимо як частку загального річного обсягу робіт по СТО. Обсяг допоміжних робіт, як правило, складає 25% для СТО з числом постів від 30.

Відповідно до цього обсяг допоміжних робіт по СТО ПП «Ковальов-Авто» на 2019 рік складе:

$$T_{дон} = T_{\Sigma} \cdot 0,25, \quad (6.6)$$

$$T_{дон} = 95043.9 \cdot 0,25 = 23760.9 \text{ люд-год.}$$

Таблиця 6.5 - Розподіл обсягів допоміжних робіт СТО ПП «Ковальов-Авто» на 2019 рік за видами

Види робіт	Частка робіт, %	Обсяг робіт, люд-год.
Роботи з обслуговування технологічного устаткування, оснащення і інструменту	25	5940,2
Роботи з обслуговування інженерних споруджень, ліній і комунікацій	20	4752,18
Транспортні роботи	8	1900,8
Приймання зберігання і видача матеріальних цінностей	12	2851,3
Переміщення рухомого складу	10	2376,09
Прибирання приміщень	7	1663,2
Прибирання території	8	1900,8
Обслуговування компресорного устаткування	10	2376,09

### 6.7. Визначення режимів роботи підприємства та розрахунок річних фондів часу робітника, робочого поста і обладнання на 2019 рік

Режим роботи підприємства - СТО ПП «Ковальов-Авто» характеризується кількістю робочих днів в році, числом змін роботи, тривалістю робочого дня і робочого тижня, тобто часом роботи виробничого персоналу і обладнання.

Робота СТО характеризується переривчастим процесом виробництва і

технологічний процес на ньому може бути пристосований до одно- або двохзмінної роботи. Під час проходження науково-дослідної практики було встановлено, що сервісна зона підприємства працює за однозмінним графіком роботи.

Для прийнятого режиму роботи СТО визначаємо річні фонди часу в цілому, цеха, дільниці, робочого місця (поста), а також обладнання і робітника. При цьому фонди часу розділяємо на календарний, номінальний і дійсний фонди.

Номінальний річний фонд часу ( $\Phi_n$ ) робітників, обладнання, цеху, дільниці, відділення, при п'ятиденному робочому тижні і однозмінній роботі дорівнює:

$$\Phi_n = D_p \cdot t_{зм} - D_n \cdot (t_{зм} - t_n); \quad (6.7)$$

де  $D_p$  - кількість робочих днів в році,  $D_p = 250$  днів;

$t_{зм}$  - тривалість робочої зміни  $t_{зм} = 8,0$  годин;

$D_n$  - кількість передсвяткових днів у році  $D_n = 7$  днів;

$t_n$  - тривалість зміни в передсвяткові дні  $t_n = 7,0$  годин.

$$\Phi_{н8} = 250 \cdot 8 - 7 \cdot (8 - 7) = 1993 \text{ години.}$$

$$\Phi_{н7} = 250 \cdot 7 - 7 \cdot (7 - 6) = 1743 \text{ години.}$$

Визначаємо дійсний річний фонд часу робітників, який є меншим за номінальний річний фонд на час втрат, пов'язаних із відпустками, виконанням регульовальних й громадських обов'язків і визначається за формулою:

$$\Phi_{\partial} = \Phi_n - (d_e + d_{\partial e} + d_{\partial} + d_n + d_{ин}) \cdot t_{зм}; \quad (6.8)$$

де  $d_e$  - кількість відпускних днів робітників. Приймаємо  $d_e = 18$  днів для автослюсарів з ТО і поточного ремонту агрегатів, вузлів, устаткування; мотористів, електриків, шиномонтажників, слюсарів-верстатників, столярів, оббивальників, арматурників, жерстяників і  $d_e = 24$  дні для інших робітників;

$d_{\partial e}$  - кількість додаткових відпускних робочих врахованих днів; приймаємо  $d_{\partial e} = 15$  днів;

$d_{\partial}$  - кількість днів декретної відпустки; в середньому 1,6% від числа робочих

днів в році. Приймаємо  $d_o = 5$  днів;

$d_n$  - кількість днів невиходу на роботу в зв'язку із виконанням державних і суспільних обов'язків (складає 0,3% від числа робочих днів у році).

Приймаємо  $d_n = 1$  день.

$d_{in}$  - кількість інших невиходів на роботу (складає 0,5% від числа робочих днів у році). Приймаємо  $d_{in} = 2$  дні.

Тоді річний фонд часу для зварників, ковалів, термістів і малярів складе:

$$\Phi_o = 1993 - (24 + 15 + 5 + 1 + 2) \cdot 8,0 = 1617 \text{ год.}$$

$$\Phi_o = 1743 - (24 + 15 + 5 + 1 + 2) \cdot 7,0 = 1414 \text{ год.}$$

Річний фонд часу для інших робочих професій складе:

$$\Phi_o = 1993 - (18 + 15 + 5 + 1 + 2) \cdot 8,0 = 1665 \text{ год.}$$

$$\Phi_o = 1743 - (18 + 15 + 5 + 1 + 2) \cdot 7,0 = 1415 \text{ год.}$$

Далі визначаємо фонд часу робочого місця (поста) за формулою:

$$\Phi_{pm} = \Phi_n \cdot N_p \cdot c; \quad (6.9)$$

де  $N_p$  - число робітників одночасно працюючих на одному робочому місці

$N_p = 1$  і 2 робітника;

$c$  - число змін,  $c = 1$ ;

$$\Phi_{pm1} = 1993 \cdot 1 \cdot 1 = 1993 \text{ години.}$$

$$\Phi_{pm2} = 1993 \cdot 2 \cdot 1 = 3986 \text{ годин.}$$

$$\Phi_{pm1} = 1743 \cdot 1 \cdot 1 = 1743 \text{ годин.}$$

$$\Phi_{pm2} = 1743 \cdot 2 \cdot 1 = 3486 \text{ години.}$$

Річні фонди часу устаткування номінальний -  $\Phi_{он}$  і дійсний -  $\Phi_{од}$  визначаються за формулами:

$$\Phi_{он} = \Phi_n \cdot c; \quad (6.10)$$

$$\Phi_{од} = \Phi_n \cdot c \cdot \eta, \quad (6.11)$$

де  $c$  - число змін,  $c = 1$ ;

$\eta$  - коефіцієнт, що характеризує використання устаткування за часом; при

$c = 1 - \eta = 0,97$ ;

$$\Phi_{он} = 1993 \cdot 1 = 1993 \text{ год.}$$

$$\Phi_{он} = 1743 \cdot 1 = 1743 \text{ год.}$$

$$\Phi_{одл} = 1993 \cdot 1 \cdot 0,97 = 1933,2 \text{ год.}$$

$$\Phi_{одл} = 1743 \cdot 1 \cdot 0,97 = 1690,7 \text{ год.}$$

### 6.8. Розрахунок кількості виробничих робітників сто

До виробничих відносяться робочі пости, зони і дільниці, які безпосередньо виконують роботи з ТО і ПР автомобілів.

Явочна і штатна кількість основних виробничих робітників визначаємо окремо для кожної спеціальності за трудомісткістю робіт за формулами:

$$P_{я} = \frac{T}{\Phi_{н}}; \quad (6.12)$$

$$P_{ш} = \frac{T}{\Phi_{д}}, \quad (6.13)$$

де  $P_{я}$ ,  $P_{ш}$  – відповідно явочна і штатна кількість робітників;

$T$  – трудомісткість кожного виду робіт (1942,89 див. табл. 3.4), люд-год.;

$\Phi_{н}$ ,  $\Phi_{д}$  – відповідно номінальний і дійсний фонди часу робітника;

Так, наприклад, явочна і штатна кількість діагностів складе:

$$P_{я} = \frac{2747,712}{1993} = 1,37; \quad P_{ш} = \frac{2747,712}{1617} = 1,67.$$

Для інших спеціальностей розрахунки проводимо аналогічно, результати заносимо в таблицю 6.6.

Таблиця 6.6 - Розрахунок кількості постових робітників СТО на 2019 рік

Вид робіт	Трудомісткість, люд-год.	Кількість днів відпустки	Річний фонд часу, год.		Кількість робітників		
			$\Phi_{н}$	$\Phi_{д}$	$P_{я}$	$P_{ш}$	Прийнята
-1-	-2-	-3-	-4-	-5-	-6-	-7-	-8-
Діагностичні	2747,712	18	1933	1617	1,37	1,67	2
ТО в повному обсязі	5495,424	18	1933	1617	2,74	3,27	3
Змащувальні	1831,808	18	1933	1617	0,91	1,09	1
Регулювання кутів установки коліс	2747,712	18	1933	1617	1,37	1,63	2
Шиномонтажні	274,7712	18	1933	1617	0,13	0,16	
Ремонт і регулювання гальм	1831,808	18	2004	1617	0,91	1,09	1
Електротехнічні	2198,17	24	1743	1414	1,25	1,53	2
Акумуляторні	183,1808	24	1743	1414	0,10	0,12	

продовження таблиці 6.6

Обслуговування системи живлення	1923,398	24	1743	1414	1,09	1,34	1
ПР вузлів і агрегатів	3663,616	18	1933	1414	1,82	2,18	2
Кузовні і арматурні (бляхарські, зварювальні, мідницькі)	24042,48	24	1743	1414	13,68	16,83	17
Малярні і антикорозійні	22897,6	24	1743	1414	13,03	16,03	16
Шпалерні	915,904	24	1743	1414	0,52	0,64	1
<b>Всього</b>	<b>70753,6</b>						<b>48</b>

Таблиця 6.7 - Розрахунок кількості дільничних робітників СТО

Вид робіт	Трудомісткість, люд-год.	Кількість днів відпустки	Річний фонд часу, год.		Кількість робітників		
			Ф <sub>н</sub>	Ф <sub>д</sub>	Р <sub>я</sub>	Р <sub>ш</sub>	Прийнята
Електротехнічні, обслуговування системи живлення і акумуляторні	3022,5	18	1993	1617	1,5	1,8	2
ПР вузлів і агрегатів та шиномонтажні	4304,7	18	1993	1617	2,14	2,56	3
Кузовні і арматурні (бляхарські, зварювальні, мідницькі) та шпалерні	8930,06	24	1743	1414	5,08	6,25	6
Слюсарно-механічні	4579,5	18	1993	1617	2,28	2,7	3
<b>Всього</b>	<b>20836,8</b>						<b>14</b>

Таблиця 6.8 - Розрахунок кількості допоміжних робітників СТО

Вид робіт	Трудомісткість, люд-год.	Кількість днів відпустки	Річний фонд часу, год.		Кількість робітників		
			Ф <sub>н</sub>	Ф <sub>д</sub>	Р <sub>я</sub>	Р <sub>ш</sub>	Прийнята
Роботи з обслуговування технологічного устаткування, оснащення і інструменту	5940,2	18	1993	1617	2,96	3,54	4
Роботи з обслуговування інженерних споруджень, ліній і комунікацій	4752,18	18	1993	1617	2,37	2,83	3
Транспортні роботи	1900,8	18	1993	1617	0,94	1,33	1
Перегон рухомого складу	2376,09	18	1993	1617	1,18	1,41	2

продовження таблиці 6.8

Приймання зберігання і видача матеріальних цінностей	2851,3	18	1993	1617	1,42	1,7	2
Прибирання приміщень та території	3564	18	1993	1617	1,77	2,1	2
Обслуговування компресорного устаткування	2376,09	18	1993	1617	1,35	1,4	2
<b>Всього</b>	<b>23760,9</b>						<b>16</b>

### 6.9. Розрахунок кількості робочих постів

Розрахунком визначається число робочих постів, допоміжних постів і автомобіле-місць очікування і зберігання.

Заздалегідь кількість робочих постів визначається за формулою:

$$X_p = \frac{T_n \cdot \varphi}{\Phi_{pm} \cdot P_n}, \quad (6.14)$$

де  $T_n$  - річний обсяг постових робіт, люд-год.;

$\varphi$  - коефіцієнт, який враховує нерівномірність надходження автомобілів на СТО в різні пори року і дні тижня. Приймаємо  $\varphi=1,15$  [2];

$\Phi_{pm}$  - річний фонд робочого місця (поста),  $\Phi_{pm} = 1993$  год.;

$P_n$  - середня кількість робітників на посту,  $P_n = 1...2$  чол. [2].

Уточнена кількість робочих постів визначається після розподілу їх за призначенням, який виконується з урахуванням розподілу трудомісткості постових робіт (див. таблицю 6.4).

Розраховуємо кількість робочих постів за окремими дільницями і результати заносимо до таблиці 6.9.

Таблиця 6.9 - Розподіл постів СТО за призначенням

Призначення поста	Розподіл трудомісткості постових робіт		Кількість постів	
	люд-год.	%	розрахункова	прийнята
Загальна діагностика	2747,712	3,88	1,58	2
ТО в повному обсязі	5495,424	7,77	3,15	3
Змашувальні роботи	1831,808	2,59	1,05	1

продовження таблиці 6.9

Діагностика і регулювання кутів установки коліс (включаючи шиноремонтні роботи)	3022,48	4,27	1,73	2
Діагностика, ремонт і регулювання гальм	1831,808	2,59	1,05	1
ТО електрообладнання (включаючи акумуляторні роботи)	2381,35	3,37	1,56	2
ТО системи живлення	1923,398	2,72	1,26	1
Ремонт вузлів і агрегатів	3663,616	5,18	1,05	1
Кузовні і арматурні (бляхарські, зварювальні, мідницькі) та шпалерні роботи	24958,384	35,28	8,17	9
Малярні і антикорозійні роботи	22897,6	32,36	7,49	8
<b>Всього</b>	<b>70753,6</b>	<b>100</b>		<b>30</b>

Розраховуємо кількість ремонтних дільниць підприємства і результати заносимо до таблиці 6.10.

Таблиця 6.10 - Розподіл дільниць СТО за призначенням

Призначення дільниці	Розподіл трудомісткості дільничних робіт		Кількість дільниць	
	люд-год.	%	розрахункова	прийнята
Ремонт електрообладнання, системи живлення і акумуляторів	3022,48	14,51	1,98	2
Поточний ремонт вузлів і агрегатів та шин	4304,75	20,66	0,82	1
Ремонт кузова та арматури (бляхарські, зварювальні, мідницькі)	8930	42,86	2,92	3
Слюсарно-механічна	4579,5	21,98	0,88	1
<b>Всього</b>	<b>20836,8</b>	<b>100</b>		<b>7</b>

### 6.10. Розрахунок постів прибирально-мийних робіт (пмр)

Дільниця ПМР призначена для прибирання салону кузова автомобіля, мийки автомобіля, мийки ДВЗ, автомобіля зверху і знизу, сушіння і полірування кузова.

На СТО передбачаються пости прибирально-мийних робіт, кількість яких визначаємо з умови кількості заїздів на СТО протягом облікового періоду:

$$X_{пмр} = \frac{N_{\partial} \cdot \varphi}{T_c \cdot n \cdot \eta \cdot A_y}, \quad (6.15)$$

де  $\varphi$  - коефіцієнт, нерівномірності прибуття автомобілів на пост ПМР.

Приймаємо  $\varphi=1,25$ ;

$T_c$  - тривалість зміни поста ПМР; приймаємо  $T_c=8$  год.;

$\eta$  - коефіцієнт використання робочого часу поста. Приймаємо  $\eta=0,9$ ;

$A_y$  - продуктивність мийної установки. Приймаємо  $A_y=6$  авт/год.;

$N_d=69$  - кількість автомобілів, які заїжджають на СТО щодоби.

Тоді за формулою (3.12) необхідна кількість постів ПМР складе:

$$X_{nmp} = \frac{69 \cdot 1,25}{8 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 6} = 1,99 \text{ поста.}$$

Приймаємо 2 поста для проведення ПМР для підприємства на 2019 рік.

В зв'язку із механізацією мийних робіт приймаємо явочну кількість робітників  $P_{я}=2$  робітника. Для прибирання салону автомобіля і полірування приймаємо ще 1 допоміжного робітника.

Остаточо приймаємо 2 поста ПМР на яких будуть працювати 3 виробничих робітника.

### 6.11. Організація допоміжних постів на підприємстві

Допоміжні пости включають пости прийому і видачі автомобілів, контролю після проведення ТО і ПР, сушки на ділянці ПМР, підготовки і сушки після фарбування.

Приймаємо, що загальна кількість допоміжних постів складає 25% на один робочий пост. Отже:

$$X_{дон} = 0,25 \cdot 30 = 7,5 \text{ постів.}$$

Приймаємо 8 допоміжних постів.

Розподіляємо отримані 8 постів за видами робіт на:

- пости прийому, за формулою:

$$X_{дон}^{np} = \frac{N_d \cdot \varphi}{T_{np} \cdot A_{np}}, \quad (6.16)$$

де  $\varphi$  - коефіцієнт нерівномірності надходження автомобілів  $\varphi=1,3$  [1];

$T_{np}$  - тривалість роботи зони прийому автомобілів,  $T_{np}=8$  год.;



$A_{np}$  - пропускна спроможність поста прийому автомобілів,  $A_{np}=4$  авто/год [1];

$N_0$  - добова кількість заїздів автомобілів на СТО.

$$X_{дон}^{np} = \frac{69 \cdot 1,3}{8 \cdot 4} = 2,8 \text{ поста}$$

Приймаємо  $X_{дон}^{np} = 3$  допоміжних пости. Відповідно, кількість постів з видачі автомобілів дорівнює кількості постів прийому.

Кількість постів сушки автомобілів після миття визначається в залежності від пропускної здатності постів мийки, зокрема від продуктивності мийної установки, а також тривалості сушки. Кількість же постів сушки автомобілів після фарбування визначається залежно від пропускної спроможності малярних постів.

Кількість постів контролю після ТО і ПР залежить від оснащення і потужності СТО і визначається на основі тривалості виконання цих робіт. Для СТО ПП «Ковальов-Авто» характерно, що контрольні роботи виконуються на постах проведення кузовних робіт. Отже, приймаємо  $X_{дон}^{куз} = 1$  пост контролю.

Кількість постів сушки автомобілів після мийки визначаємо в залежності від пропускної здатності постів мийки, зокрема від продуктивності мийної установки, а також тривалості сушки. В даному випадку приймаємо  $X_{дон}^{суш} = 2$  пости.

Кількість постів сушки автомобілів після фарбування визначається залежно від пропускної спроможності малярних постів. Приймаємо для підприємства  $X_{дон}^{суш} = 2$  пости.

Остаточо приймаємо 8 допоміжних постів.

## **6.12. Рекомендації щодо організації робіт з ТО і ремонту автомобілів на підприємстві**

Організацію виробничого процесу на дільниці діагностики, ремонту двигунів можна описати за схемою, показаною на рис 6.1.

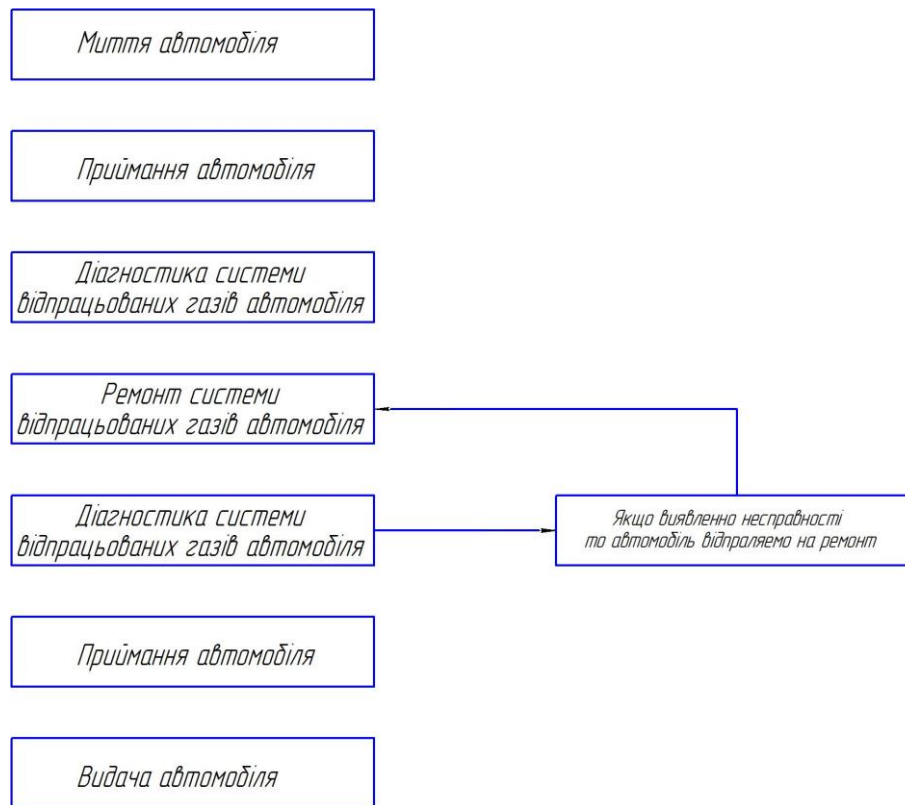


Рисунок 6.1 - Схема планового технологічного процесу діагностики та ремонту випускних систем автомобіля

Автомобілі, що прибувають на СТО для проведення ТО і ПР, спершу проходять дільницю прибирально-мийних робіт і надходять на дільницю приймання для визначення необхідного обсягу і вартості робіт.

При прийманні автомобіля обов'язково перевіряють документи на автомобіль, комплектність автомобіля, технічний стан, визначають і узгоджують із замовником обсяг робіт, орієнтовно визначають вартість і терміни виконання робіт.

Наступний етап - діагностика випускної системи автомобіля, яка проводиться на підйомнику і має за мету виявлення несправностей. Ремонт випускної системи автомобіля проводиться для усунення несправностей виявлених на етапі діагностики.

Видача автомобіля включає в себе контроль якості, перевірку автомобіля після обслуговування і ремонту, перевірку обсягу виконаної роботи та її відповідність договору, оформлення документів на автомобіль, оплату вартості робіт.

## 7. ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

### 7.1. Економічні розрахунки по спеціальному розділу

7.1.1. Визначення вартості основних виробничих фондів

7.1.1.1. Вартість будівель і споруд які відносяться до першої групи основних фондів визначаємо за формулою:

$$V_{\text{буд}} = F \cdot C_{\text{буд}}, \quad (7.1)$$

$$V_{\text{буд}} = 90 \cdot 1500 = 135000 \text{ грн.}$$

де  $F$  – площа приміщення виробничого підрозділу, м<sup>2</sup>;

$C_{\text{буд}}$  – ціна побудови 1 м<sup>2</sup> будівлі, грн.

7.1.1.2. Вартість виробничого обладнання діляниці, що відноситься до третьої групи основних фондів визначаємо залежністю:

$$V_{\text{обл}} = V_{\text{обл/в}} \cdot k, \quad (7.2)$$

$$V_{\text{обл}} = 105500 \cdot 1,15 = 121325 \text{ грн.}$$

де  $V_{\text{обл/в}}$  – вартість виробничого обладнання за даними таблиці 7.1;

$k$  – коефіцієнт що враховує витрати на транспортування і монтаж виробничого обладнання.

7.1.1.3. Вартість пристосувань, інструментів, виробничого та господарського інвентарю, друга група основних виробничих фондів визначається у відсотках від вартості виробничого обладнання і складає:

$$V_{\text{пр.інв.}} = V_{\text{обл}} \cdot 0,2, \quad (7.3)$$

$$V_{\text{пр.інв.}} = 121325 \cdot 0,2 = 24265 \text{ грн.}$$

7.1.2. Амортизацію основних виробничих фондів проводимо за наведеними нижче залежностями:

$$A_{\text{р.буд.}} = V_{\text{буд}} \frac{H_{\text{а.буд}}}{100}, \quad (7.4)$$

$$A_{\text{р.обл}} = V_{\text{обл}} \frac{H_{\text{а.обл}}}{100}, \quad (7.5)$$

$$A_{\text{р.пр.інв.}} = V_{\text{пр.інв.}} \frac{H_{\text{а.пр.інв.}}}{100}, \quad (7.6)$$

$$A_{p.б\text{уд.}} = 45000 \cdot \frac{8}{100} = 3600 \text{ грн.}$$

$$A_{p.обл} = 121325 \cdot \frac{24}{100} = 29118 \text{ грн.}$$

$$A_{p.пр.інв} = 24265 \cdot \frac{40}{100} = 9706 \text{ грн.}$$

де  $A_p$  – річна сума амортизаційних відрахувань, грн.

$H_{a.б\text{уд}}$  – річна норма амортизаційних відрахувань у %; приймаємо для будівель

$H_{a.б\text{уд}} = 8\%$ ;

$H_{a.обл}$  – річна норма амортизаційних відрахувань у %, для обладнання приймаємо  $H_{a.обл} = 24\%$ ;

$H_{a.пр.інв}$  – річна норма амортизаційних відрахувань у %, для пристосування і інвентарю приймаємо  $H_{a.пр.інв} = 40\%$ .

Таблиця 7.1 - Виробниче обладнання дільниці, що підлягає закупівлі

№ п/п	Найменування обладнання	Кіл.	Вартість, грн.	Габаритні розміри, мм	Займана площа, м <sup>2</sup>	Потужність двигуна кВт
-1-	-2-	-3-	-4-	-5-	-6-	-7-
1	Верстак слюсарний	1	2000	1200×750	1,65	-
2	Підіймач електромеханічний, двостійковий LAUNCH TLT-235SBA	1	60000	3200×2780	,90	,2
3	Верстат для гнуття труб випускних систем автомобілів	1	20000	520×480	,25	,0
4	Компресор повітряний	1	4500	1869×670	,25	,5
5	Прилад для очищення та перевірення свічок запалювання	1	7800	70×530 настільний	-	0,3
6	Комплект інструменту	3	9500	420×250	-	-
7	Шафа інструментальна	2	250	500×650	0,31	-
8	Візок	1	50	1000×500	0,50	-
9	Набір манометрів	1	1200	-	-	-
10	Комплект ключів динамометричних	1	6200	-	-	-
<b>ВСЬОГО</b>			<b>105500</b>		<b>12,86</b>	<b>5,0</b>

7.1.3. Розраховуємо основну заробітну плату для працівників 4 розряду (при прийнятій годинній ставці  $\Gamma_c=26,6$  грн/год.) за формулою:

$$\Phi_o = \Gamma_c \cdot T, \quad (7.7)$$

$$\Phi_o = 26,6 \cdot 2842,0 = 75597,2 \text{ грн.},$$

де  $T=2842,0$  люд.-год. – трудомісткість робіт на дільниці у 2019 році (за даними спеціального розділу).

7.1.3.1. Розраховуємо додаткову заробітну плату працівників дільниці:

$$\Phi_d = 30/100 \cdot \Phi_o, \quad (7.8)$$

$$\Phi_d = (30/100) \cdot 75597,2 = 22679,2 \text{ грн.}$$

Відповідно разом основна та допоміжна заробітні плати становитимуть:

$$\sum(\Phi_o + \Phi_d) = 75597,2 + 22679,2 = 98276,4 \text{ грн.}$$

7.1.3.2. Визначаємо інші заохочувальні і компенсаційні витрати:

$$\Phi_{зк} = \sum(\Phi_o + \Phi_d) \cdot 0,1, \quad (7.9)$$

$$\Phi_{зк} = 98276,4 \cdot 0,1 = 9827,6 \text{ грн.}$$

7.1.3.3. Загальна сума витрат на оплату праці виробничих працівників дільниці на 2019 рік становитиме:

$$\Phi_3 = \Phi_o + \Phi_d + \Phi_{зк}, \quad (7.10)$$

$$\Phi_3 = 75597,2 + 22679,2 + 9827,6 = 108104,0 \text{ грн.}$$

7.1.3.4. Розраховуємо середньомісячну заробітну плату одного виробничого робітника:

$$З_{с.міс} = \Phi_3 / 12 \cdot P, \quad (7.11)$$

$$З_{с.міс} = 108104,0 / 12 \cdot 2 = 4504,3 \text{ грн.}$$

де  $P=2$  – кількість основних працівників дільниці

7.1.3.5. Витрати на оплату праці всіх працюючих у підрозділі становлять:

$$B_{опл} = \Phi_3 \cdot \kappa_d, \quad (7.12)$$

$$B_{опл} = 108104,0 \cdot 1,2 = 129724,8 \text{ грн.}$$

де  $\kappa_d$  – коефіцієнт що враховує заробітну плату допоміжного персоналу.

7.1.3.6. Визначаємо відрахування до єдиного соціального внеску:

$$B_{св} = H_{ср} \cdot B_{опл} / 100, \quad (7.13)$$

$$B_{св} = 39,5 \cdot 129724,8 / 100 = 51241,3 \text{ грн.}$$

7.1.4. Річні витрати на енергоносії для організації виробничої діяльності дільниці із врахуванням I-го класу напруги у 2019 році складуть:

$$B_{ел} = W \cdot Ц_{ел}, \quad (7.14)$$

$$B_{ел} = 16120 \cdot 1,87552 = 30233,4 \text{ грн.}$$

де  $W = 16120,0 \text{ кВт}$  – кількість спожитих кіловат/год.;

$Ц_{ел} = 1,87552 \text{ грн/кВт год}$  - ціна одного кіловата електроенергії для підприємства на 2019 рік із врахуванням I-го класу напруги споживачів.

7.1.5. Розрахунок загально-виробничих та загально-кошторисних витрат проводимо використовуючи залежність:

$$B_{зв} = B_{опл} \cdot H_{зв}, \quad (7.15)$$

$$B_{зв} = 129724,8 \cdot 1,5 = 194527,2 \text{ грн.}$$

де  $H_{зв}$  – коефіцієнт загально-виробничих витрат.

Калькуляція собівартості виконаних робіт по дільниці на 2019 рік наведена в таблиці 7.2.

Таблиця 7. 2. Калькуляція собівартості робіт по дільниці діагностування, ТО та ремонту двигунів легкових автомобілів на 2019 рік

Статті витрат	Сума витрат, грн.	Витрати на одну годину, грн.	% до підсумку
1. Витрати на оплату праці	129724,8	45,65	31,98
2. Відрахування до єдиного соціального внеску	51241,3	18,03	12,63
3. Амортизація основних фондів	194527,2	68,44	47,94
4. Витрати на енергоносії	30233,4	10,64	7,45
<b>Разом</b>	<b>405726,7</b>	<b>142,76</b>	<b>100,00</b>

## 7.2. Економічні розрахунки по конструкторському розділу

7.2.1. Оцінка економічного ефекту від впровадження запропонованого стенду для ремонту випускних систем двигунів

7.2.1.1 Визначаємо вартість запропонованої конструкції оригінального стенду для гнуття випускних труб за формулою:

$$C_{прис} = C_n + C_{виг}, \quad (7.16)$$

де  $C_n$  – вартість проектування стенду, грн.;

$C_{\text{виг}}$  – вартість виготовлення стенду, грн.

Основну заробітну плату на проектування стенду можна визначити за формулою:

$$Z_o = T_{\text{пр}} \cdot I_{\text{ік}} + T_{\text{оф}} \cdot I_{\text{к}}, \quad (7.17)$$

де  $T_{\text{пр}}$  – трудомісткість проектування стенду, приймаємо  $T_{\text{пр}}=20$  год.;

$I_{\text{ік}}$  – середньо-годинна тарифна ставка інженера – конструктора; приймаємо  $I_{\text{ік}}=40,7$  грн/год.;

$T_{\text{оф}}$  – трудомісткість оформлення конструкторської документації; приймаємо  $T_{\text{оф}}=7$  год.;

$I_{\text{к}}$  – середня тарифна ставка кресляра; приймаємо  $I_{\text{к}}=28,74$  грн/год.

Тоді основна заробітна плата складає:

$$Z_o = 20 \cdot 40,7 + 7 \cdot 28,74 = 1015,18 \text{ грн.}$$

Враховуючи 15% преміальних і 18% за невідпрацьований час основна і додаткова заробітна плата становитиме:

$$Z_{\text{од}} = Z_o \cdot 1,15 \cdot 1,18 = 1015,18 \cdot 1,15 \cdot 1,18 = 1377,6 \text{ грн.}$$

З урахуванням відрахувань до єдиного соціального внеску – 39,5% і накладних витрат – 150% від заробітної плати, вартість проектування стенду складає:

$$C_n = Z_{\text{од}} \cdot (1 + 0,395 + 1,5) = 1377,6 \cdot (1 + 0,395 + 1,5) = 3988,1 \text{ грн.}$$

7.2.1.2. Затрати на виготовлення стенду складаються з наступних витрат:

$$C_{\text{виг}} = C_m + C_n + Z_{\text{од}} + O_{\text{від}} + K_{\text{цех}}, \quad (7.18)$$

де  $C_m$  – вартість основних і допоміжних матеріалів, використовуваних при виготовленні стенду, грн.;

$C_n$  – вартість покупних виробів;

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

$O_{\text{від}}$  – відрахування на соціальні заходи, грн.;

$K_{\text{цех}}$  – загальнопромислові витрати, грн.;

Розрахунок вартості матеріалів і покупних виробів, використовуваних при виготовленні стенду представлений в таблицях 7.3 та 7.4.

Таблиця 7.3 - Розрахунок вартості матеріалів, що використовуються при виготовленні стенду для гнуття труб оригінальної конструкції

Найменування матеріалу	Кількість	Ціна в гривнях за тону	Вартість матеріалів, грн.
Метал листовий 5мм.	20 кг	16256,0	325,12
Квадрат	15 кг	18564,0	278,46
Метал листовий 10мм.	10 кг	14561,0	145,61
Прут Ø20	5 кг	11250,0	56,25
<b>Разом</b>			<b>805,44</b>

Таблиця 7.4 - Розрахунок вартості покупних виробів, використаних при виготовленні стенду

Найменування матеріалу	Кількість	Ціна, грн.	Вартість матеріалів, грн.
Підшипник опорний	2	250,0	500,0
Салазки	2	150,0	300,0
Муфта	1	400,0	400,0
Манжета	2	250,0	500,0
Вал приводу	1	2100,0	2100,0
<b>Разом</b>			<b>3800,0</b>

З урахуванням транспортних витрат, витрати на матеріали складуть:

$$C_m = 1,3 \cdot 805,44 = 1047,0 \text{ грн.}$$

$$C_n = 1,3 \cdot 3800 = 4940,0 \text{ грн.}$$

Основна і додаткова заробітна плата основних робітників, які зайняті на виготовленні стенду складе:

$$Z_{од} = \frac{Z_{год} \cdot t_n \cdot K_{ii} \cdot K_{yi}}{60} \cdot \left(1 + \frac{K_{від}}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{K_{невід}}{100}\right), \quad (7.19)$$

де  $Z_{год}$  – годинна тарифна ставка відповідного розряду робіт і-тої операції;

$t_n$  – калькуляційний час і-тої операції;

$K_{ii}$  – коефіцієнт доплат за інтенсивність роботи  $K_{ii}=1,0$ ;

$K_{yi}$  – коефіцієнт доплат за умови праці  $K_{yi}=1$ ;

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

$K_{невід}$  – процент доплат за невідпрацьований час  $K_{невід}=15\%$ .



Розрахунок основної заробітної плати основних робітників, які зайняті при виготовленні стенду наведений в таблиці 7.5.

Таблиця 7.5 - Розрахунок основної заробітної плати основних робітників, які зайняті при виготовленні оригінального стенду

Вид робіт	Норма часу, год.	Середній розряд робітника	Годинна тарифна ставка, грн/год.	Коеф. умов праці, $K_{yi}$	Розцінки в гривнях і-тої роботи
Підготовчі	0,7	III	22,82	1,0	15,97
Зварювальні роботи	0,3	IV	26,3	1,14	8,99
Складальні роботи	3,5	III	22,82	1,0	79,87
Свердлильні	0,2	IV	26,3	1,0	5,26
<b>Разом</b>					<b>110,09</b>

Тоді основна і додаткова заробітна плата складе:

$$Z_{od} = 110,09 \cdot 1,15 \cdot 1,18 = 149,4 \text{ грн.}$$

Відрахування до єдиного соціального внеску складають 39,5% від  $Z_{od}$ :

$$O_{vid} = 149,4 \cdot 0,395 = 59,0 \text{ грн.}$$

Загальновиробничі витрати складають 150% від  $Z_{od}$ :

$$K_{цех} = 149,4 \cdot 1,5 = 224,1 \text{ грн.}$$

Отже, собівартість виготовлення стенду становитиме:

$$C_{виг} = 1047,0 + 4940,0 + 149,4 + 59,0 + 224,1 = 6419,5 \text{ грн.}$$

Собівартість же проектування і виготовлення стенду буде:

$$C_{прис} = 3988,1 + 6419,5 = 10407,6 \text{ грн.}$$

До впровадження стенду для згину трубопроводів випускних систем автомобілів, час на ремонт складав  $T_3 = 40 \text{ год.}$  (за матеріалами науково-дослідної практики). Після впровадження оригінального верстату для згину трубопроводів випускних систем автомобілів час скоротився до  $T_3 = 18,0 \text{ год.}$

Очікувана річна економія визначається за формулою:

$$E_p = (C_{виб} - C_{вин}) \cdot N_p, \quad (7.20)$$

де  $C_{виб}$  і  $C_{вин}$  – відповідно собівартість ремонту до і після впровадження стенду;

$N_p$  – кількість автомобілів, які проводять ремонт випускних систем за рік;  
приймаємо  $N_p = 40$  штук.

Основну і додаткову заробітну плату виробничих робітників, які задіяні при ремонті випускних систем автомобілів визначаємо залежністю:

$$Z_{од} = \frac{Z_{од} \cdot t_n \cdot K_{ii} \cdot K_{yi}}{60} \cdot \left(1 + \frac{K_{від}}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{K_{невід}}{100}\right), \quad (7.21)$$

де  $Z_{од}$  – тарифна ставка;

$t_n$  – калькуляційний час  $i$ -ої операції;

$K_{ii}$  – коефіцієнт доплат за інтенсивність роботи;  $K_{ii} = 1,0$ ;

$K_{yi}$  – коефіцієнт доплат за умови праці;  $K_{yi} = 1$ ;

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

$K_{невід}$  – процент доплат за невідпрацьований час;  $K_{невід} = 15\%$ .

$$Z_{одб} = \frac{26,6 \cdot 40 \cdot 60 \cdot 1 \cdot 1}{60} \cdot \left(1 + \frac{15}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{15}{100}\right) = 1407,1 \text{ грн.}$$

$$Z_{одн} = \frac{26,6 \cdot 18 \cdot 60 \cdot 1 \cdot 1}{60} \cdot \left(1 + \frac{15}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{15}{100}\right) = 633,2 \text{ грн.}$$

Відрахування на соціальні заходи складуть:

$$Z_{відб} = Z_{одб} \cdot 0,395 = 1407,1 \cdot 0,395 = 555,8 \text{ грн.}$$

$$Z_{відн} = Z_{одн} \cdot 0,395 = 633,2 \cdot 0,395 = 250,1 \text{ грн.}$$

$$C_{внб} = 1407,1 + 555,8 = 1962,9 \text{ грн.}$$

$$C_{внн} = 633,2 + 250,1 = 883,3 \text{ грн.}$$

Економічний ефект для підприємства від впровадження у його виробничий процес запропонованої конструкції оригінального стенду складатиме на 2019 рік при прийнятій програмі ремонту:

$$E_k = (C_{внб} - C_{внн}) \cdot N_p = (1962,9 - 883,3) \cdot 40 = 43184,0 \text{ грн.}$$

Визначення строку окупності верстату для гнуття труб систем випуску при проведенні ТО і ПР двигунів проводимо за формулою:

$$T_{ок} = \frac{C_{присл}}{E_k}, \quad T_{ок} = \frac{10407,6}{43184,0} = 0,24 \text{ року} \approx 3 \text{ місяці.} \quad (7.22)$$

## **8. ОХОРОНА ПРАЦІ**

### **8.1. Організація роботи з охорони праці на підприємстві**

На підприємстві ПП «Ковальов-Авто» є два виробничих корпуси, в яких розміщені ділянки та дільниці, в яких встановлено 5 підйомників, 4 з яких тонажністю 3 т і один тонажністю 4,5 т. Також в приміщенні основного виробничого корпусу є оглядова яма, яка знаходиться на дільниці розвал-сходження. В одному із боксів є офіційно зареєстрована мийка. До робочих місць підведені розетки на 220 та 12 В. Підприємство дотримується Закону України «Про охорону праці».

Загальне керівництво роботою з охорони праці згідно Закону України «Про охорону праці» в цілому на підприємстві покладається на його керівника. Для організації роботи, спрямованої на запобігання нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на підприємстві працює інженер з охорони праці.

Служба охорони праці підприємства підпорядковується безпосередньо його керівнику і прирівнюється до основних виробничо-технічних служб. Ліквідація служби охорони праці допускається лише у разі ліквідації підприємства.

Усі працівники при прийнятті на роботу і в процесі роботи проходять навчання (інструктаж) з питань охорони праці згідно з «Типовим положенням про навчання, інструктаж і перевірку знань працівників з питань охорони праці» (ДНАОП 0.00-4.12-94 «Типове положення про навчання, інструктаж і перевірку знань працівників з питань охорони праці»).

Працівники, зайняті на роботах з підвищеною безпекою, що обумовлюються даними Правилами та інших роботах, передбачених Переліком робіт з підвищеною безпекою (ДНАОП 0.00-8.02-93 «Перелік робіт з підвищеною безпекою»), проходять попереднє спеціальне навчання й один раз на рік - перевірку знань відповідних нормативних актів про охорону праці.

На роботи із підвищеною небезпекою розроблені і вивішені на робочих місцях технологічні карти та забезпечено їх виконання. Працівники перед виконанням небезпечних робіт, на які обов'язково оформляється наряд-допуск, проходять цільовий інструктаж з охорони праці (НПАОП 60.2-1.28-97 «Правила охорони праці на автомобільному транспорті»). Наряд-допуск видається на період, який необхідний для виконання даного обсягу робіт. При перерві в роботі більше як на добу, наряд-допуск анулюється.

Посадові особи згідно з «Переліком посад посадових осіб, які зобов'язані проходити попередню і періодичну перевірку знань з охорони праці» (ДНАОП 0.00-4.21-93. «Типове положення про службу охорони праці»), до початку виконання своїх обов'язків і періодично один раз на три роки проходять у встановленому порядку навчання, а також перевірку знань з охорони праці в органах галузевого або регіонального управління охороною праці.

Порядок проведення медичних оглядів здійснюється згідно з «Положенням про медичний огляд працівників певних категорій» (ДНАОП 0.03-4.02-94 «Положення про медичний огляд працівників певних категорій»).

На робочих місцях працюючих повинна здійснюватися атестація умов праці у відповідності із «Порядком проведення атестації робочих місць за умовами праці» та «Методичними рекомендаціями для проведення атестації робочих місць за умовами праці» (ДНАОП 0.05-8.04-92 «Про порядок проведення атестації робочих місць за умовами праці»).

Фінансування комплексних заходів здійснюється переважно з фонду охорони праці, який створюється згідно із «Положенням про державний, галузеві, регіональні фонди охорони праці та фонди охорони праці підприємств» (ДНАОП 0.00-4.07-93 «Положення про державний, галузеві, регіональні фонди охорони праці та фонди охорони праці підприємств»).

Забороняється допуск осіб віком до вісімнадцяти років та жінок до робіт, що наведені у додатках 4 і 5, та інших робіт, передбачених «Переліками важких робіт і робіт з шкідливими і небезпечними умовами праці, на яких

забороняється застосування праці неповнолітніх та жінок» (ДНАОП 0.03-8.08-93 «Перелік важких робіт і робіт з шкідливими і небезпечними умовами праці, на яких забороняється застосування праці жінок»).

На підприємстві встановлений час, необхідний для приведення в порядок засобів виробництва, індивідуального захисту, а також особистої гігієни.

Розслідування нещасних випадків, професійних захворювань, аварій, що сталися на виробництві, проводиться згідно з «Положенням про розслідування та облік нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на підприємствах в установах і організаціях» (ДНАОП 0.00-4.03-93 «Положення про розслідування та облік нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на підприємствах, в установах і організаціях»).

Підприємства повинні інформувати працівників про стан охорони праці, причини аварій, нещасних випадків і професійних захворювань та про заходи, яких вжито для їх усунення та забезпечення умов і безпеки праці на рівні нормативних вимог.

## **8.2. Вимоги безпеки під час проведення ремонту системи нейтралізації відпрацьованих газів автомобілів**

Працюючи із системами відпрацьованих газів здійснюються такі види робіт як: слюсарні та зварювальні. Окремо розглянемо вимоги безпеки до цих робіт.

Зварювальні роботи на ділянці виконуються у відповідності до НАОП 1.4.10-1.04-86 «Правила з техніки безпеки і виробничої санітарії при електрозварювальних роботах».

Зварювальні роботи. Перед пуском зварювального автомата необхідно перевірити справність пускового пристрою (рубильника, вимикача), ізоляцію проводів і переконатись в тому, що не виникне самовиключення. Корпус трансформатора, апаратного ящика, затискач зворотного проводу і сама зварювальна площадка повинні бути надійно

заземлені (занулені). Про помічені несправності обладнання треба доповісти майстру і без його вказівки до роботи приступати не можна.

Не допускаються до роботи на автоматі або півавтоматі особи, які не мають відношення до електрозварювання. Опиратися або сідати на трансформатор і апаратний ящик автомата забороняється. Не можна торкатися струмоведучих частин трансформатора і апаратного ящика автомата і півавтомата. Тим, хто працює на автоматах, забороняється усувати несправності - замінювати запобіжники, вкладиші струмовводу.

У перервах між подачею електроенергії, при відході робітника від робочого місця (навіть на короткий час), несправностях автомата чи пристроїв, чищенні, змазуванні автомата та прибиранні робочого місця автомат обов'язково треба виключити.

При зварюванні на автоматі відкритою дугою для захисту очей слід користуватися екраном з захисним склом, установленим на автоматі. Якщо при зварюванні світло електричної дуги проскакує з-під флюсу, треба підняти головку автомата і збільшити подачу флюсу; стежити за рівнем флюсу в бункері та своєчасно його заповнювати. З флюсом треба поводитися обережно з метою запобігання порізу рук.

Перед пуском автомата обов'язково засипають дугу флюсом. Прибирають флюси зі шва в рукавицях флюсовідсмоктувачем або совком зі сталлюю щіткою тільки після того, як потемніє шлакова корка шва. Перевірений шов очищають від шлакової корки зубилом довжиною не менше як 150 мм, розбиваючи корку легкими ударами.

Забороняється становитися ногами, колінами, опиратися і сідати на щойно проварений шов. Зварювати кольорові метали слід при наявності місцевої витяжної вентиляції.

Слюсарні роботи на дільниці виконуються у відповідності до правил техніки безпеки і виробничої санітарії при електрозварювальних роботах.

Слюсарні роботи. Нещасні випадки на виробництві - удари, поранення тощо - називають виробничим травматизмом, що найчастіше

відбувається з двох причин: внаслідок недостатнього засвоєння працюючими виробничих навичок і відсутності необхідного досвіду в поводженні з інструментами та обладнанням, через невиконання правил безпечної праці та правил внутрішнього розпорядку.

Основними умовами безпечної роботи при виконанні слюсарних операцій є правильна організація робочого місця, користування лише справними інструментами, суворе дотримання виробничої дисципліни та вимог безпеки.

Усі частини верстатів і механізмів, що обертаються, а також оброблювані заготовки з частинами, що виступають, мусять мати захисні огороження.

Небезпеку становлять внутрішньозаводський автомобільний транспорт, візки, а також рух робітників у вузьких проходах чи на шляхах, де працює вантажопідйомний транспорт.

Для транспорту, що рухається, встановлюють різні сигнали - звукові (дзвінки, сирени) і світлові (лампи різних кольорів - червоного, жовтого, зеленого), які треба знати і дотримуватись.

При безпосередньому дотику до струмоведучих частин (вимикачів, рубильників тощо) чи до металевих предметів, які випадково виявилися під напругою, виникає небезпека ураження електричним струмом. У місцях, де є електричні установки, вивішують попереджувальні написи (наприклад, «Небезпечно!», «Під струмом!») або ставлять умовні знаки.

Електроінструменти слід підключати до електричної мережі з допомогою шлангового кабелю, який має спеціальну жилу, що служить для заземлення і занулення, через штепсельну розетку, одне гніздо якої з'єднано з землею чи з нульовим проводом. На штепсельній вилці контакт для з'єднання корпусу з землею роблять більшої довжини, ніж інші струмоведучі контакти. Завдяки такій будові при вмиканні електроінструмента спочатку відбувається заземлення чи занулення, а потім вмикаються струмоведучі контакти.

При роботі з електроінструментами слід застосовувати індивідуальні засоби захисту - гумові рукавички, калоші та килимки, ізолюючі підставки тощо.

До початку роботи треба:

- надягнувши спецодяг, перевірити, щоб у нього не було звисаючих кінців, рукава застебнути чи закатати вище ліктя;

- перевірити слюсарний верстак - він має бути міцним, стійким і відповідати зросту робітника; слюсарні лещата бути справними і міцно закріпленими на верстаку, ходовий гвинт обертатися в гайці легко; насічка на губках лещат бути якісною;

- підготувати робоче місце; звільнити потрібну для роботи площу, видаливши всі сторонні предмети; забезпечити достатню освітленість; заготовити і розкласти у відповідному порядку потрібні для роботи інструменти пристрої, матеріали тощо;

- перевірити справність інструментів, правильність їх заточки і доводки;

- при перевірці інструмента звернути увагу на те, щоб молотки мали рівну, ледь опуклу поверхню, були добре насаджені на рукоятки і закріплені клином; зубила і крейцмейселі не мали зазубрив на робочій частині та гострих ребер на гранях; на пилки і шабери мають бути міцно насаджені рукоятки;

- перевірити справність робочого обладнання та його огороження;

- перед підняттям вантажів перевірити справність підйомних пристроїв (блоків, домкратів тощо), у всіх підйомних механізмів мають бути надійні гальмівні пристрої, а маса вантажу, що піднімається, не перевищувати вантажопідйомність механізму; вантажі слід надійно закріплювати міцними сталевими канатами або ланцюгами; не можна залишати вантаж у підвішеному стані після роботи; забороняється стояти і проходити під піднятим вантажем; не можна перевищувати граничні



норми маси вантажів, що переносяться вручну.

Під час роботи:

- міцно затискати в лещатах деталь чи заготовку, а під час встановлення чи зняття її дотримуватися обережності, бо при падінні деталь може нанести травму;
- ошурки з верстака чи оброблюваної деталі видаляти лише щіткою;
- при рубанні металу зубилом враховувати, в який бік безпечніше для оточуючих спрямовувати частки, що відлітають, і встановити з цього боку захисну сітку; працювати лише в захисних окулярах; якщо за умовами роботи не можна застосовувати захисні окуляри, рубання виконувати так, щоб відрубвані частки відлітали в той бік, де немає людей;
- не користуватися випадковими підставками чи несправними пристроями;
- не допускати забруднення одягу гасом, бензином, мастилом.

Під час роботи пневматичним інструментом дотримуватися таких вимог:

- при приєднанні до інструмента шланг попередньо перевірити і продути стиснутим повітрям;
- не тримати пневматичний інструмент за шланг чи робочу частину;
- не роз'єднувати шланги;
- подавати повітря лише після встановлення інструмента в робоче положення.

Після закінчення роботи:

- ретельно прибрати робоче місце;
- покласти інструмент, пристрої та матеріали на відповідні місця;
- для попередження самозаймання промащеного ганчір'я та виникнення пожежі прибрати його в спеціальний металевий ящик з

кришкою, що щільно зачиняється.

Основний запобіжний захід проти пожеж - це постійне дотримання в чистоті й порядку робочого місця, обережне поводження з вогнем, нагрівальними приладами і легкозаймистими речовинами. Не можна допускати скупчення біля робочого місця великої кількості легкозаймистої виробничої сировини, напівфабрикатів тощо. Відходи виробництва, особливо горючі, складають у відведеному для них місці.

По завершенні роботи робоче місце слід привести у належний порядок. Промашені обтиральні матеріали прибрати до спеціальних ящиків. Посудина з легкозаймистими рідинами, а також балони з газами перенести у місця їх постійного зберігання. Слід вимкнути всі електроприводи та освітлювальні точки, за винятком чергових ламп.

Найпростіші протипожежні засоби та інвентар - ящики з піском та лопатами, мішечки з піском, пожежний кран, насоси, вогнегасники - мусять бути завжди в наявності та справності.

При виникненні пожежі слід вимкнути всі електроустановки, негайно телефоном чи спеціальним сигналом викликати пожежну команду і вжити заходів з тушіння пожежі власними силами за допомогою існуючого протипожежного обладнання та інвентарю.

Засобами пожежогасіння є також відра і гідропульти для води, різні покривала (азбестові ковдри, кошми, брезенти).

Палаючі матеріали і невелику кількість палаючої рідини гасять піском; гас, бензин, лаки, спирти, ацетон - піною; мастильні масла, оліфу, скипидар - розпиленою водою чи піною.

### **8.3. Визначення кількості приточного повітря для газів однонаправленої дії**

Умова задачі. В робочу зону проведення діагностування та ТО двигунів автомобілів та їх випускних систем, що має об'єм приміщення  $V=432 \text{ м}^3$ , кожної години надходить  $W_{\text{CO}_2}=60 \text{ г CO}_2$  і  $W_{\text{NO}_2}=12 \text{ г NO}_2$ , що рівномірно

розподіляються за всім об'ємом приміщення. Слід визначити кількість приточного повітря, необхідного для розбавлення шкідливих виділень до безпечного рівня, і кратність повітреобміну, якщо концентрація CO<sub>2</sub> і NO<sub>2</sub> в приточному повітрі дорівнює 0,1 мг/м<sup>3</sup> і 0,05 мг/м<sup>3</sup> відповідно.

Розв'язання задачі. Визначаємо за доповненням 11 гранично допустиму концентрацію речовин ПДК<sub>CO<sub>2</sub></sub>=20мг/м<sup>3</sup>, ПДК<sub>NO<sub>2</sub></sub>=5мг/м<sup>3</sup>.

Визначаємо можливу концентрацію шкідливих речовин в робочій зоні за 8-годинний робочий день при відсутності вентиляції за формулами:

$$C_{P3CO_2} = \frac{W_{CO_2} \cdot t}{V}; C_{P3CO_2} = \frac{60000 \cdot 8}{432} = 1111 \text{ мг} / \text{м}^3; \quad (8.1)$$

$$C_{P3NO_2} = \frac{W_{NO_2} \cdot t}{V}; C_{P3NO_2} = \frac{12000 \cdot 8}{432} = 222 \text{ мг} / \text{м}^3, \quad (8.2)$$

За доповненням 11 визначаємо, що обидві речовини з гостронаправленим механізмом дії, потребують автоматичного контролю над їх вмістом в повітрі. Визначаємо допустиму концентрацію кожного з газів в робочій зоні із врахуванням того, що ці гази є газами однонаправленої дії. При цій умові допустима концентрація має такий вигляд:

$$\frac{C_{CO_2}}{ПДК_{CO_2}} + \frac{C_{NO_2}}{ПДК_{NO_2}} \leq 1. \quad (8.3)$$

Підставляємо значення у формулу, маємо:

$$\frac{1111}{20} + \frac{222}{5} > 1. \quad (8.4)$$

Умова допустимої концентрації не виконується. Отже, необхідне обов'язкове застосування штучної вентиляції. Для розрахунку параметрів штучної вентиляції перепишемо вище вказану формулу в іншому вигляді:

$$C_{CO_2} = ПДК_{CO_2} - C_{NO_2} \frac{ПДК_{CO_2}}{ПДК_{NO_2}}. \quad (8.5)$$

Визначаємо кількість свіжого повітря, необхідного для розбавлення шкідливих речовин до допустимого рівня. Для цього скористаємось формулою:

$$G_{np} = \frac{W}{C_{вид} - C_{np}}, \quad (8.6)$$

де,  $G_{np}$  – об'єм приточного повітря,  $\text{мг}/\text{м}^3$ ;

$W$  – виділення шкідливої речовини у повітря робочої зони,  $\text{мг}/\text{м}^3$ ;

$C_{вид}$  - концентрація шкідливої речовини у видаляючому повітрі в  $\text{мг}/\text{м}^3$ ;

$C_{np}$  - концентрація шкідливої речовини у приточному повітрі в  $\text{мг}/\text{м}^3$ .

Враховуючи, що об'єм приточного повітря однаковий для видалення  $\text{CO}_2$  і  $\text{NO}_2$ , попередню формулу можна записати так:

$$G_{np} = \frac{W_{\text{CO}_2}}{C_{вид\text{CO}_2} - C_{np\text{CO}_2}} = \frac{W_{\text{NO}_2}}{C_{вид\text{NO}_2} - C_{np\text{NO}_2}}. \quad (8.7)$$

Звідси знайдемо вираз для підрахунку допустимої концентрації  $\text{CO}_2$  в суміші:

$$C_{вид\text{CO}_2} = \frac{W_{\text{CO}_2} \cdot (C_{вид\text{NO}_2} - C_{np\text{NO}_2})}{W_{\text{NO}_2}} + C_{вид\text{CO}_2}. \quad (8.8)$$

Після підстановки відомих значень вираз можна спростити до:

$$C_{вид\text{CO}_2} = \frac{6000 \cdot (C_{вид\text{NO}_2} - 0,05)}{12000} + 0,1 = 5 \cdot C_{вид\text{NO}_2} - 0,15. \quad (8.9)$$

$$20 - C_{вид\text{NO}_2} \cdot \frac{20}{5} = 5 \cdot C_{вид\text{NO}_2} - 0,15. \quad (8.10)$$

Після підрахунку отримуємо  $C_{\text{NO}_2} = 2,24 \text{ мг} / \text{м}^3$ . Оскільки така максимальна величина  $\text{NO}_2$  може міститися у видаляючому повітрі, то підставивши до виразу вказану величину, знаходимо кількість свіжого повітря, необхідного для розбавлення шкідливих речовин до допустимого рівня:

$$G_{np} = \frac{12000}{2,24 - 0,05} = 5500 \text{ м}^3 / \text{год}. \quad (8.11)$$

Отже, для підтримання концентрації  $\text{CO}_2$  і  $\text{NO}_2$  в робочій зоні на рівні, що не впливає на здоров'я робочих, необхідно в об'єм приміщення кожної години подавати не менше  $5500 \text{ м}^3$  свіжого повітря. В такому випадку кратність повітреобміну складатиме:

$$K = \frac{G_{np}}{V} = \frac{5500}{432} = 12,7 \text{ год}^{-1}. \quad (8.12)$$

Тобто, за 1 робочу годину повітря в приміщенні дільниці повинно обмінюватись 12,7 разів.

Тепер, підрахуємо концентрацію шкідливих речовин у повітрі дільниці при такому рівні вентиляції. Для цього запишемо вираз у вигляді:

$$C_{вид} = \frac{W}{G_{np}} + C_n. \quad (8.13)$$

Підставляємо значення:

$$C_{видCO_2} = \frac{W_{CO_2}}{G_{npCO_2}} + C_{nCO_2} = \frac{60000}{5500} + 0,1 = 11,0 \text{ мг} / \text{м}^3. \quad (8.14)$$

$$C_{видNO_2} = \frac{W_{NO_2}}{G_{npNO_2}} + C_{nNO_2} = \frac{12000}{5500} + 0,05 = 2,23 \text{ мг} / \text{м}^3. \quad (8.15)$$

Перевіряємо умови допустимої концентрації шкідливих речовин в приміщенні дільниці:

$$\frac{C_{CO_2}}{ПДК_{CO_2}} + \frac{C_{NO_2}}{ПДК_{NO_2}} = \frac{11,0}{20} + \frac{2,23}{5} = 0,996 \leq 1,0. \quad (8.16)$$

Оскільки умова виконується, розрахунок вважаємо вірним.

## 9 ЕКОЛОГІЯ

### 9.1 Відходи що утворюються при ремонті автомобілів

При ремонті і технічному обслуговуванні автотранспорту проводиться заміна окремих деталей і вузлів автомобілів, що відслужили свій термін. При цьому в якості відходів утворюються брухт чорних металів (відпрацьовані металеві деталі автомобілів), промислове сміття (відпрацьовані неметалеві деталі автомобілів), фільтри, забруднені нафтопродуктами (паливні і масляні фільтри), фільтр картонний (повітряні фільтри), відпрацьовані накладки гальмівних колодок, шини з металокордом, шини з тканинним кордом.

Відпрацьовані акумулятори здаються на переробку в розібраному стані. У цьому випадку утворюються наступні види відходів: брухт кольорових металів (в залежності від типу акумулятора), відходи полімерні (пластмасовий корпус батареї), відпрацьовані електроліти акумуляторних батарей.

При заміні відпрацьованих масел утворюються наступні види відходів: відпрацьоване моторне масло, відпрацьоване трансмісійне масло. При заміні масла в гідравлічних системах екскаваторів утворюється відпрацьоване гідравлічне масло.

Для ліквідації проток масла в гаражах використовуються тирса або пісок, в результаті чого в якості відходів утворюються деревна тирса, забруднена нафтопродуктами, або ґрунт, що містить нафтопродукти.

У процесі технічного обслуговування автотранспорту для протирання замаслених поверхонь використовується ганчір'я. Промаслене ганчір'я, що утворюється при цьому, направляється у відходи.

На підприємстві здійснюється миття автомобілів. При цьому організоване очищення забруднених стічних вод після миття автотранспорту. Очисні споруди автотранспорту представляють собою відстійник з нафтовловлювача, або фільтрами. Тут відбувається відділення і осадження важких речовин і очищення від нафтопродуктів. важкі речовини, які осідають на дно колодязів і спливаючі нафтопродукти регулярно видаляються, утворюючи відходи.

Фільтри, забруднені нафтопродуктами підлягають заміні та також надходять у відходи.

Крім перерахованих вище відходів виробництва, на автотранспортному підприємстві утворюються відходи споживання - побутові відходи, відпрацьовані люмінесцентні лампи трубчасті, відпрацьовані ртутні лампи для зовнішнього освітлення, каналізаційні відходи, що не містять токсичних металів.

## **9.2 Забруднення довкілля маслом та нафтопродуктами**

Найбільший вплив на забруднення навколишнього середовища масло та нафтопродуктами належить промисловості і транспорту, які використовують похідні нафти в якості пального та мастила.

Забруднення навколишнього середовища автотранспортом, відбувається в умовах звичайної експлуатації. При цьому основними джерелами забруднення є автомобільні двигуни. Двигуни забруднюють відпрацьованими газами передусім атмосферу, звідки токсичні речовини частково або майже повністю потрапляють у атмосферу.

Найбільший забруднювач повітря продуктами розпаду нафтопродуктів є автомобільний транспорт, працюючий на бензині, газі та дизельному паливі.

Рівень забруднення середовища класифікується класом розпаду речовин, які виділяються при роботі двигуна внутрішнього згорання.

При згоранні 1 кг бензину при середніх швидкостях і вантажах виділяється приблизно 300-310 г токсичних компонентів (225 г оксиду вуглецю, 35 г оксидів азоту, 20 г вуглеводнів, 1,5-2,02 г оксиду сірки, 0,8-1 г альдегідів, 1-1,5 г сажі тощо). При згоранні 1 кг дизельного палива виділяється близько 80-100 г токсичних компонентів (20-30 г оксиду вуглецю, 20-40 г вуглеводнів, 10-30 г оксиду сірки, 0,8-1 г альдегідів, 3-5 г сажі тощо).

Найбільшу питому вагу в сумарній емісії летючих органічних сполук (ЛОС) промисловими підприємствами мають, мабуть, вуглеводні, які широко використовуються в якості сировини і розчинників.

Крім розглянутих, існують неконтрольовані емісії, викликані різними вибоками, недоліками технологічних схем і обслуговування обладнання, порушеннями технологічного процесу, аваріями, а також випаром газоподібних і летючих речовин з технологічної системи водопостачання і стічних вод. В результаті з численних джерел в повітря міст і промислових регіонів надходять різні вуглеводні і їх похідні, забруднюючи атмосферу, воду і ґрунт і погрожуючи здоров'ю населення.

Забруднення навколишнього середовища масло і нафтопродуктами відбувається також в результаті їх втрат при зберіганні в резервуарних парках. У зв'язку з цим важливим завданням під час експлуатації резервуарних парків є збереження якості та кількості продукту, що зберігається.

Вирішення цього завдання вимагає забезпечення максимальної герметизації всіх процесів зливу, наливу та зберігання. Основна частка втрат від випаровування припадає на резервуари.

В результаті випаровування з нафти губляться легкі вуглеводні, які є цінною сировиною для нафтопереробної промисловості. Втрати легких фракцій знижують якість нафтопродуктів. Найбільшою мірою це відноситься до бензинів, меншою мірою – до реактивних палив.

Масла, мазути і мастила практично не випаровуються і відповідно з цієї причини не втрачають якості.

Втрати від випаровування відбуваються при витісненні пароповітряної суміші з газового простору резервуарів і транспортних ємностей в атмосферу внаслідок:

- заповнення резервуара нафтопродуктом (так звані втрати від «великих подихів»);

- підвищення тиску в газовому просторі вище тиску спрацьовування дихального клапана в результаті добових температурних коливань газового простору і поверхні нафтопродукту і за рахунок зміни тиску атмосферного повітря («малі дихання»);



– додаткового насичення газового простору парами нафтопродукту після закінчення викачування («зворотний видих»);

– вентиляції газового простору при наявності двох і більше отворів в даху або корпусі резервуара, розташованих на різних рівнях.

Оскільки в процесі випаровування губляться найбільш легкі фракції, то тиск насичених парів нафтопродукту (відповідно і випаровуваність) буде тим менше, чим більше часу займає процес доставки нафтопродукту від його виробника до споживача, тобто чим довший процес зберігання. Тому питомі втрати нафтопродуктів при зберіганні або інших технологічних операціях в досить віддалені моменти часу будуть різні.

Якісні втрати виникають в результаті змішування, забруднення, обводнення, окислення нафтопродуктів.

Погіршення якості нафтопродукту в результаті змішування відбувається при послідовній перекачуванні по одному трубопроводу різних за властивостями нафтопродуктів, а також при заповненні ємностей, що містять залишки нафтопродукту іншого сорту. При цьому можливе переведення частини нафтопродукту в більш низький сорт, тобто зменшення його кількості.

### **9.3 Методи переробки твердих відходів**

Для утилізації і знешкодження твердих промислових відходів найбільш поширеними є наступні методи підготовки і переробки відходів: подрібнювання, укрупнення розмірів часток, класифікація і сортування, збагачення, термообробка, вилуговування, зневоднення.

Подрібнення відходів. Тверді відходи як органічні, так і неорганічні можна подрібнювати до потрібного розміру роздавлюванням, розколюванням, розламуванням, різанням, розпилюванням, стиранням і різними комбінаціями цих способів.

В залежності від властивостей і розміру шматків вихідного матеріалу і кінцевого продукту застосовують різне обладнання, що працює за описаним

вище принципам. Основними методами подрібнення є дроблення і помел. Іноді, якщо необхідно подрібнювати дуже великі відходи, їх попередньо ріжуть на дрібні шматки, які в подальшому подрібнюють на стандартному устаткуванні.

Дроблення широко використовують при переробці відходів вскриші, металургійних шлаків, що вийшли з вживання гумотехнічних виробів, відходів пластмас та інших відходів. Для дроблення використовують щоківі, конусні, валкові, роторні дробарки різних типів. Розмір шматків до дроблення може становити від 1000 до 20 мм, після дроблення 250-1 мм.

Помел матеріалів крупністю 1-5 мм здійснюють мокрим і сухим способами за допомогою млинів різного типу. Розмір фракцій після здрібнювання може складати 0,1-0,001 мм. Помел застосовують при переробці паливних і металургійних шлаків, відходів вуглезбагачення, деяких виробничих шлаків, відходів пластмас, піритних недогарків і інших ВМР.

Укрупнення розмірів часток використовують при підготовці до переплаву дисперсних відходів чорних і кольорових металів, при утилізації пластмас, саж, пилів, піритних недогарків, при переробці в будівельні матеріали відходів збагачення та інших ВМР. Укрупнення розмірів дрібнодисперсних матеріалів здійснюють методами гранулювання, таблетування, брикетування, високотемпературної агломерації.

Збагачення здійснюють виділенням одного або декількох компонентів із загальної маси відходів. Найпоширенішими є гравітаційні, флотаційні, електричні і магнітні способи збагачення.

Гравітаційні способи збагачення засновані на розходженні густини і швидкості падіння частинок збагачуваного матеріалу в рідкому або повітряному середовищі. Ці методи поділяють на промивання, збагачення відсадків, у важких суспензіях, у переміщаються похилих поверхнях потоках.

Магнітні способи збагачення засновані на поділі матеріалів за магнітними властивостями. Їх застосовують в тому випадку, якщо відходи містять металеві включення. Матеріали попередньо подрібнюють, класифікують, деякі обпалюють. Збагачення матеріалів крупністю до 3 мм проводять сухим

способом, дрібніше 3 мм - мокрим. Використовують магнітні сепаратори різних типів.

Електричні способи збагачення засновані на розходженні електрофізичних властивостей поділюваних матеріалів. Такими способами збагачують рудну сировину, відходи, що містять домішки кольорових металів, формувальні суміші, піски для скляної промисловості. Для цих цілей використовують електричні сепаратори. При контакті з поверхнею зарядженого металевого електрода частки збагачуваного матеріалу отримують заряд, величина якого залежить від електропровідності часток. Наелектризовані частки направляють в електричне поле, де відбувається їх сепарація.

Термічні методи переробки та знешкодження відходів. До них відносяться піроліз, газифікація, вогневий метод знешкодження і переробки відходів.

Піроліз являє собою процес розкладання органічних сполук під дією високих температур при відсутності або нестачі кисню. В результаті піролізу утворюються піролізний газ, смоли і твердий вуглецевий залишок (сажа, активоване вугілля та ін.)

В даний час відомо більше 50 систем по піролізу відходів, що відрізняються один від одного видом перероблюваних відходів, температурою процесу і конструктивними рішеннями установок.

Продукти піролізу можуть широко використовуватися в народному господарстві.

Основними компонентами піролізного газу є водень, метан та оксид вуглецю. Піролізний газ має переваги перед природним, оскільки не містить сполук сірки.

Твердий продукт піролізу - сажу використовують у виробництві гумотехнічних виробів, пластмас, типографських фарб, пігментів. Інертні матеріали, наприклад, розплавлений шлак, гранулюють і використовують у промисловості будівельних матеріалів.

Газифікація являє собою термохімічний високотемпературний процес взаємодії органічних сполук з газифікують агентами, в результаті чого органічні сполуки перетворюються на горючий газ. В якості газифікуючих агентів застосовують повітря, водяна пара, діоксид вуглецю, а також їх суміші.

Вогневий метод знешкодження і переробки відходів полягає в спалюванні горючих відходів і вогневої обробці негорючих відходів високотемпературними продуктами згоряння палива. Ці методи включають переплав, наприклад, металобрухту, відходів термопластів, відвальних металургійних шлаків, випал піритних недогарків і залізовмісних шлаків, спікання гальванічних шлаків.

Метод вилуговування заснований на витяганні одного або декількох компонентів з комплексного твердого матеріалу шляхом їх виборчого розчинення в рідині-екстрагенті (розчиннику). Цей метод використовується при витяганні металів зі шлаків, піритних недогарків, відходів гірничодобувної промисловості; при витяганні лігніну з деревних відходів і т. д.

Основними методами механічного зневоднення відходів є фільтрування, центрифугування і пропуск пульпи через гідроциклон.

При фільтруванні відходів зазвичай використовують вакуум-фільтри і фільтр-преси. Фільтруючої середовищем є фільтрувальна тканина і шар осаду, що прилипає до тканини і утворює в процесі фільтрування додатковий фільтруючий шар, який і забезпечує затримання найдрібніших частинок суспензії. Найбільшого поширення набули барабанні вакуум-фільтри. Крім барабанних, застосовуються стрічкові, дискові вакуум-фільтри, а також фільтр-преси, віброфільтри.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Було наведено характеристику виробничої структури підприємства та техніко-економічних показників його діяльності за останні декілька років. Розраховано потребу у проведенні ТО та КР автомобілів за видами робіт при обслуговуванні цих автомобілів; скореговані штати основного виробничого та допоміжного персоналу та розроблено річний план-графік проведення ТО і КР автомобілів; проведено реконструкцію генерального плану підприємства тощо.

Проведено аналіз застосування різноманітних присадок, які входять до складу базового палива та їх вплив на ефективність роботи систем живлення та випускних систем двигунів; визначено особливості знешкодження шкідливих компонентів у відпрацьованих газах бензинових та дизельних двигунів; досліджено вплив різних експлуатаційних факторів на ефективність роботи каталітичного нейтралізатору та ступінь знешкодження шкідливих компонентів в ньому.

Запропоновано конструкцію верстату для гнуття труб випускних систем автомобілів для проведення робіт під час ТО і ремонту двигунів легкових автомобілів; проведено в необхідному об'ємі конструкторські та перевірочні розрахунки за елементами розробленої конструкції верстату.

Досліджено конструктивні особливості випускних систем легкових автомобілів (на прикладі автомобілів марки «Renault»), визначено причини виникнення основних несправностей в роботі та розроблено удосконалений технологічний процес діагностики систем випуску двигуна із нормуванням часу виконання технологічних операцій.

Розраховано потребу у виробничих площах дільниці діагностування, ТО та ПР двигунів легкових автомобілів; виконано планування дільниці діагностування, ТО та ПР двигунів легкових автомобілів; проведений перевірочний розрахунок штатів дільниці тощо. Дано економічну оцінку ефективності впровадження у виробничий процес підприємства розроблених практичних рекомендацій.

Досліджені можливі шкідливості та небезпеки, що можуть виникнути під час впровадження запропонованої технології на виробничий персонал дільниці й підприємства та на навколишнє середовище.

## БІБЛІОГРАФІЯ

1. Булей И.А. и др. Проектирование ремонтных предприятий сельского хозяйства: Учеб. пособие для вузов. - К: Вища школа, Головное издательство, 1981. - 416 с.

2. Черновол М.І., Булей І.А., Кропівний В.М. Технологічні планування підприємств і їхніх підрозділів з ремонту та ТО тракторів, автомобілів і іншої сільськогосподарської техніки. Альбом: Навчальний посібник – Кіровоград: КДТУ, 1999. – 175 с.

3. Булей І.А. Проектування підприємств з виробництва і ремонту сільськогосподарських машин: Навчальний посібник. - К.: Вища школа., 1993. - 287 с.

4. Грибков В.М., Карпекин П.А. Справочник по оборудованию для ТО и текущего ремонта автомобилей. - М.: Россельхозиздат, 1984. - 223 с.

5. Оборудование для ремонта автомобилей. Справочник. Под ред. М.М. Шахнеса. Изд. 2-е перераб. и допол. - М.: “Транспорт”, 1978. - 384 с.

6. Справочник технолога авторемонтного производства. В.Ф. Борщов, Ф.П. Верещак. В.И. Гусев и др.; Под ред. Г.А. Малышева. – М.: Транспорт, 1977. - 432 с.

7. Харазов А.М. Диагностическое обеспечение ТО и ремонта автомобилей. - М.: Высшая школа., 1990. - 208 с.

8. Н.Г. Куклин, Г.С. Куклина. Детали машин, М: Высшая школа, 1987. - 385 с.

С.А. Чернавский и др. Курсовое проектирование деталей машин. – М. : Машиностроение, 1979. - 284 с.

9. Я.А. Самохвалов, М.Я. Левицкий, В.О. Григорони. Справочник технолога конструктора. – К.: Техника, 1978. - 278 с.

10. Техническая эксплуатация автомобилей. Изд. 2-е и допол - М.: Транспорт, 1983. - 243 с.

11. Дюмин И.Е., Трегуб Г.Г. Ремонт автомобилей. – М.: Транспорт, 1999 – 280 с.

12. Карагодин В.И. Ремонт автомобилей и двигателей. – М.: Мастерство, 2001. – 496 с.
13. Автослесарь: устройство, ТО и ремонт автомобилей. – Ростов-на-Дону, 2000. – 544 с.
14. Канарчук В.И. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. В 3-х томах. – К.: Техніка, 1994.
15. Вахламов В.К. Автомобили ВАЗ: приспособления для ремонта и технического обслуживания. М.: Транспорт, 1995. – 64 с.
16. Круглов С.М. Все о легковом автомобиле. Уст-во, обслуживание, ремонт. – М.: Высшая школа, 1998. – 539 с.
17. Харазов А.М. Диагностическое обеспечение ТО и ремонта. – М.: Высшая школа, 1990. – 208 с.
18. Справочник по диагностике неисправностей автомобиля. М.: ООО «Атласы автомобилей», 1988. – 96 с.
19. Методи розробки та типові норми часу на ремонт автомобілів. – К.: Агропромиздат, 2001. – 367 с.
20. Д.М. Сологуб. Техническое нормирование труда на автомобильном транспорте. – М.: Транспорт, 1977. - 213 с.
21. Рожков А.П. Пожежна безпека на виробництві. К.; 1997. – 448 с.
22. Правила охорони праці на автомобільному транспорті. Державний нормативний акт про охорону праці. ДНАОП 0.00-1.28-97.- К.: Держнагляд охорони праці, 1997. – 328 с.
23. Охрана труда на предприятиях автомобильного транспорта: Учебник для вузов по специальности " Автомобили и автомобильное хозяйство". Салов А.И. и др.; 3-е изд., переработанное и дополненное- М: Транспорт, 1985.
24. Положення про профілактичне обслуговування і ремонт рухомого складу автомобільного транспорту України: Міністерство автомобільного транспорту України. – К., 1994. – 36 с.
25. Говорущенко Н.Я. Экономия топлива и снижения токсичности на автомобильном транспорте. – М.: Транспорт, 1990. – 135 с.

26. Напольский Г.М. Технологическое проектирование АТП и СТО. Учебник для вузов. –2-е изд-е. – М.: Транспорт, 1993. - 271 с.

32. Варфоломеев В.Н., Товорущенко Н.Я.: Проектирование и реконструкция предприятий автомобильного транспорта: Учебное пособие. – К.: КАДИ, 1987. - 178 с.

33. Табель технологического оборудования автотранспортных предприятий. – К.: Минавтотранс УССР, 1984. – 178 с.

34. Типовые нормы рабочих мест на автотранспортном предприятии (НИИАТ). –М.: Транспорт. 1974. – 196 с.

35. Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта. – М.: Транспорт, 1986. - 72 с.

36. Карсанов Г.А. Расчет зон чрезвычайных ситуаций: Учеб. пособие. СПб.: 1977. – 112 с.

37. А.Е.Шейнблит. Курсовое проектирование деталей машин. – Москва: Высшая школа, 1991. – 430 с.



ДОДАТКИ

Формат	Зона	Поз.		Найменування	Кіл.	Прим.
				Документація		
А1			КМР.18-436.00.00.ВЗ	Верстат для гнуття труб	2	
				випускних систем автомобілів.		
				Вид загальний		
				Складальні одиниці		
БК		1	КМР.18-436.01.00. СК	Силовий каркас верстату	1	
А1		2	КМР.18-436.02.00. СК	Гідравлічна силова станція	1	
БК		3	КМР.18-436.03.00. СК	Гідравлічний бак	1	
БК		4	КМР.18-436.04.00. СК	Гідророзподільчий кран	1	
БК		5	КМР.18-436.05.00. СК	Силовий циліндр	1	
БК		6	КМР.18-436.06.00. СК	Силовий циліндр	2	
БК		7	КМР.18-436.07.00. СК	Силова матриця	2	
БК		8	КМР.18-436.08.00. СК	Матриця	1	
БК		9	КМР.18-436.09.00. СК	Платформа матриці	2	
БК		10	КМР.18-436.10.00. СК	Фіксуючі механізми	4	
БК		11	КМР.18-436.15.00. СК	Шухляда	3	

				<b>КМР.18-436.00.00.</b>				
Зм.	Арк.	№ документау.	Підпис	Дата				
Розробив	Дрофшин				<b>ВЕРСТАТ ДЛЯ ГНУТТЯ ТРУБ ВИПУСКНИХ СИСТЕМ АВТОМОБІЛІВ. ЗАГАЛЬНИЙ ВИД</b>	Літера	Аркуш	Аркушів
Перевірив	Ляшук					i	1	1
Реценз	Дзюра					<b>ТНТУ</b>		
Н. контр.	Левкович					<i>зр. МАМ-61</i>		
Затвердив	Ляшук							

Форм	Зона	Поз.			Найменування	Кіл.	Прим.	
					ДОКУМЕНТАЦІЯ			
A2			KMP.18-436.02.00. СК		Гідравлічна насосна станція.	1		
					Складальне креслення			
					Покупні вироби			
БК		1			Електродвигун 4АМ80В4У4	1		
БК		2			Салазки	2		
БК		3			Муфта	1		
БК		4			Насос НШ 10У-2	1		
					Деталі			
A3		5	KMP.18-436.02. 01		Вал	1		
A3		6	KMP.18-436.02. 02		Фланець	1		
A2		7	KMP.18-436..02. 03		Опора	1		
					Стандартні вироби			
		8			Болт М8×30.029 ГОСТ 7798-70	4		
		9			Болт М8×40.029 ГОСТ 7798-70	4		
		10			Болт М8×50.029 ГОСТ 7798-70	4		
		11			Гайка 2М8.6–6Н ГОСТ 5915-70	12		
		12			Гвинт М4×10.029 ГОСТ 11738-80	12		
		13			Гвинт М4×15.029 ГОСТ 11738-80	4		
		14			Кільце 018-025-35 ГОСТ 9833-73	2		
		15			Кришка 11-40×18 ГОСТ 18512-73	2		
		16			Манжета 1.1-20×35 ГОСТ 8752-79	2		
		17			Підшипник 104 ГОСТ 8338-75	2		
		18			Шайба 8.02.029 ГОСТ 11371-78	8		
		19			Шайба 8.02.029 ГОСТ 6402-71	8		
					<b>KMP.18-436.02.00.</b>			
Зм.	Арк.	№ документу.	Підпис	Дата				
Розробив	Дрофшин				Гідравлічна насосна станція. Складальне креслення	Літера	Аркуш	Аркушів
Перевірів	Ляшук					i	1	1
Реценз	Дзюра					ТНТУ		
Н. контр.	Левкович					гр. МАМ-61		
Затвердив	Ляшук							