Форма № Н-9.02

ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет будівництва та транспорту
(повне найменування факультету)

Кафедра «Експлуатація та ремонт машин»
(повна назва кафедри

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи

магістр
(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: **«Дослідження шляхів забезпечення ефективності знешкодження шкідливих речовин у відпрацьованих газах автомобільних ДВЗ в експлуатаційних умовах на базі кафедри «Експлуатація та ремонт машин» Центральноукраїнського національного технічного університету»**

Виконав: магістрант II курсу, групи АТ-20М(1,9)
спеціальності 274 «Автомобільний транспорт»

_____ Владислав АНДРЄЄВ

Керівник: _____Сергій МАГОПЕЦЬ

Консультанти:
з економічного розділу _____ Сергій НІСФОЯН
з охорони праці _____ Олег БЕВЗ
з цивільного захисту _____ Оксана МЕЗЕНЦЕВА

Допустити до захисту:_____ Сергій МАГОПЕЦЬ

Рецензент: _____ /_____/

Кропивницький – 2022 рік

Форма № Н-9.01

Центральноукраїнський національний технічний університет
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет будівництва та транспорту

Кафедра експлуатації та ремонту машин

Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр

Освітня програма підготовки - Автомобільний транспорт
(шифр і назва)

Спеціальність 274 - Автомобільний транспорт
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри, доц. Магопець С.О.

_____ «___» _____ 2022 року

З А В Д А Н Н Я

НА МАГІСТЕРСЬКУ АТЕСТАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРАНТУ

Андрєєву Владиславу Володимировичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Дослідження шляхів забезпечення ефективності знешкодження шкідливих речовин у відпрацьованих газах автомобільних ДВЗ в експлуатаційних умовах на базі кафедри «Експлуатація та ремонт машин» Центральноукраїнського національного технічного університету»

керівник роботи Магопець Сергій Олександрович, кандидат технічних наук, доцент,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від «__» січня 2022 року № ____.

2. Строк подання студентом роботи «30» квітня 2022 року

3. Вихідні дані до роботи. Дослідити основні фактори, що визначають збільшення рівня вмісту шкідливих компонентів у відпрацьованих газах легкових автомобілів оснащених каталітичними нейтралізаторами в експлуатаційних умовах на базі лабораторії кафедри ЕРМ та запропонувати заходи щодо підвищення рівня нейтралізації шкідливих речовин.

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

Загальний розділ. навести характеристику науково-дослідного потенціалу кафедри «Експлуатація та ремонт машин» ЦНТУ; обґрунтувати тему магістерської роботи; сформувати мету та задачі магістерської роботи.

Науковий розділ. Визначити вплив присадок до палив на ефективність роботи двигунів на основі оцінки їх основних параметрів, що визначать зовнішню швидкісну характеристику. Дослідити ефективність застосування різноманітних присадок до моторних палив, призначених для очищення каталітичного нейтралізатора, їх вплив на якісні показники процесу знешкодження шкідливих компонентів у відпрацьованих газах. Дослідити зміну ефективних показників двигуна в залежності від опору системи випуску відпрацьованих газів. Розробити практичні рекомендації щодо зменшення рівня шкідливих викидів у відпрацьованих газах легкових автомобілів оснащених каталітичними нейтралізаторами в експлуатаційних умовах.

Технологічний розділ. Оцінити основні експлуатаційні ушкодження та поломки систем випуску відпрацьованих газів оснащених каталітичними нейтралізаторами. Скласти технологічні карти на діагностування та технічне обслуговування елементів випускних систем двигунів із нормуванням часу на виконання технологічних операцій.

Конструкторський розділ. Запропонувати конструкцію пристосування (стенду) для використання при ремонтних діях у випускних системах автомобілів. Провести конструкторські та перевірочні

розрахунки основних елементів конструкції для забезпечення ефективності її роботи.
Спеціальний розділ. Визначити особливості організації та проведення діагностичних робіт при сервісі ДВЗ. Визначити раціональні обсяги, розрахувати потребу у робочих постах та виробничому персоналі для проведення діагностування та ТО ДВЗ, підібрати потрібне для здійснення виробничого процесу технологічне обладнання. Розрахувати потребу у площі виробничих приміщень.
Економічний розділ. Виконати економічне обґрунтування проведених проектних пропозицій конструкторського та спеціального розділів; визначити величини можливого економічного ефекту від їх реалізації.
Охорона праці. Розкрити небезпечні фактори які можуть виникнути під час проведення технологічних операцій діагностування, ТО та ремонту систем випуску легкових автомобілів та визначити параметри природного освітлення дільниці.
Цивільний захист. Розглянути вплив автомобільного транспорту на забруднення навколишнього середовища.

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

1. Обґрунтування теми магістерської роботи (А1). 2. Аналіз ушкоджень випускних систем легкових автомобілів (А1). 3.-5. Результати досліджень за науковим розділом (А1×3). 6.-7. Технологічні карти на діагностування та технічне обслуговування систем випуску відпрацьованих газів легкових автомобілів (А1×2). 8.-9. Верстат для гнуття труб випускних систем автомобілів. Вид загальний та складальні креслення (А1×2). 10. Верстат для гнуття труб. Креслення деталей (А1). 11. Планування ділянки діагностування та ТО ДВЗ легкових автомобілів (А1).

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Економічний	ст. викл. Нісфоян С.С.		
Охорона праці	доц. Бевз О.В.		
Цивільний захист	викл. Мезенцева О.М.		

7. Дата видачі завдання: 18 січня 2022 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Загальний розділ	25.02.2022	
2	Науковий розділ	09.03.2022	
3	Технологічний розділ	19.03.2022	
4	Конструкторський розділ	26.03.2022	
5	Спеціальний розділ	06.04.2022	
6	Економічний розділ	18.04.2022	
7	Охорона праці	25.04.2022	
8	Цивільний захист	12.05.2022	
9	Графічний матеріал	28.05.2022	

Магістрант _____ Владислав АНДРЄЄВ
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Сергій МАГОПЕЦЬ
(підпис) (ім'я та прізвище)

№ стор	Формат	Визначення	Найменування	К-сть лист.	№ екз.	Примітка
			Документація загальна			
			Знову розроблена			
	А4	*МР.АТ.22.01.00.00.00.00.ПЗ*	*Пояснювальна записка*			
			Документація по			
			загальному розділу			
			Знов розроблена			
	А1	*МР.АТ.22.01.11.00.00.00*	*Обґрунтування теми*	*1*		
			Магістерської роботи			
	А1	*МР.АТ.22.01.12.00.00.00*	*Аналіз ушкоджень елементів*	*1*		
			випускних систем автомобілів			
			Документація по			
			науковому розділу			
			Знову розроблена			
	А1	*МР.АТ.22.01.21.00.00.00*	*Дослідження роботи двигунів*	*1*		
			бензині з підвищеним вмістом			
			ферроцену			
	А1	*МР.АТ.22.01.22.00.00.00*	*Дослідження ефективності*	*1*		
			застосування присадок до			
			моторних палив			
	А1	*МР.АТ.22.01.23.00.00.00*	*Дослідження зміни ефективних*	*1*		
			Показників двигуна Renault			
			Logan			

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	*МР.АТ.22.01.00.00.00.00.ВП*		
Розробив		*Андрєєв*			***Відомість роботи***	*Аркуш*	*Аркушів*
Перевірив		*Магопець*				*і* 1	*3*
						ЦНТУ	
Н. контр.		*Красота*				*гр. АТ-20М(1,9)*	
Затвердив		*Магопець*					

№ стор	Форм	Визначення	Найменування	К-сть лист	№ екз	Примітка
			Документація по			
			технологічному розділу			
			Знов розроблена			
	А1	МР.АТ.22.01.31.00.00.00	Технологічні карти діагностуван-	2		
			ня та ТО елементів систем випус			
			ку легкових автомобілів			
			Документація по			
			конструкторському розділу			
			Знов розроблена			
	А1	МР.АТ.22.01.41.00.00.00.ВЗ	Стенд для гнуття труб випус-	2		
			кних систем автомобілів. Вид			
			загальний			
			Складальні одиниці			
			Знов розроблені			
	А1	МР.АТ.22.01.41.02.00.00.СК	Гідравлічна насосна станція.	1		
			Складальне креслення			
			Деталі			
			Знов розроблені			
	А3	МР.АТ.22.01.41.02.00.01	Вал	1		
	А3	МР.АТ.22.01.41.02.00.02	Фланець	1		
	А2	МР.АТ.22.01.41.02.00.03	Опора насоса	1		
			Документація по			
			спеціальному розділу			
			Знов розроблена			
	А1	МР.АТ.22.01.50.00.00.00	Планування дільниці діагносту	1		
			вання та ТО двигунів легкових			
			автомобілів			

АНОТАЦІЯ

В представленій магістерській роботі на основі оцінки впливу експлуатаційних факторів на технічний стан системи випуску відпрацьованих газів легкових автомобілів та ефективні показники роботи їх ДВЗ, проведені дослідження шляхів підвищення ефективності знешкодження шкідливих компонентів у відпрацьованих газах при застосуванні спеціальних присадок до моторних палив з ефектом очищення каталітичного нейтралізатора.

Магістерська робота складається з 8 основних розділів, загальних висновків, списку використаної літератури та містить __ стор., __ рисунків, __ таблицю тощо.

ЗМІСТ

СТОР.

ВСТУП ……..……...

1. ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ ……..……

1.1. Характеристика науково-дослідного потенціалу кафедри «Експлуатація та ремонт машин» ЦНТУ ……...

1.2. Обґрунтування теми магістерської кваліфікаційної роботи, мета та задачі досліджень …….

2. НАУКОВИЙ РОЗДІЛ ……

2.1. Загальні напрямки проведення досліджень. Об'єкт та предмет, мета та задачі дослідження …….

2.2. Нормативи застосування різноманітних присадок, які входять до складу базового палива ……..

2.3. Аналіз ефективності роботи систем живлення та випускних систем двигунів на бензинах із підвищеним вмістом антидетонаційних присадок ……..

2.4. Дослідження ефективності застосування різноманітних присадок до моторних палив, призначених для очищення систем живлення та випускних систем ……..

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

2.6. Розробка практичних рекомендацій щодо зменшення рівня шкідливих викидів у відпрацьованих газах легкових автомобілів оснащених каталітичними нейтралізаторами в експлуатаційних умовах …….....

3. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ ……

3.1. Конструктивні особливості систем випуску відпрацьованих газів легкових автомобілів оснащених каталітичними нейтралізаторами …...

3.2. Основні експлуатаційні ушкодження та поломки систем випуску відпрацьованих газів ……..…….

3.3. Складання технологічних карт на ТО та ремонт систем випуску відпрацьованих газів легкових автомобілів……..…….

4. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ …….....

4.1. Аналіз стану питання та обґрунтування доцільності проведення конструкторських розробок …….

4.2. Призначення, будова та загальний принцип роботи оригінального верстату для згину труб випускних систем автомобілів ……..

4.3. Розрахунки основних елементів стенду ……..

5. СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ …….

5.1. Аналіз особливостей організації робочих постів і місць при проведенні діагностичних операцій ……

5.2. Аналіз та підбір основного технологічного обладнання ділянки діагностування та ТО двигунів легких автомобілів ……..

5.3. Розрахунок річних фондів часу виробничих робітників, робочих постів й технологічного обладнання дільниці …….....

5.4. Кількісні показники технологічного обладнання дільниці та його номенклатура …….....
5.5. Розрахунок виробничої площі дільниці ……..
5.6. Проектний розрахунок кількості виробничих робітників дільниці
6. ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ ……
6.1. Економічні розрахунки за спеціальним розділом …….....
6.2. Економічні розрахунки за конструкторським розділом ……
7. ОХОРОНА ПРАЦІ ……..
7.1. Заходи з організації безпечних умов праці у приміщеннях з діагностики та технічного обслуговування транспортних засобів ……..
7.2. Організація та розрахунок параметрів бокового природного освітлення приміщення дільниці ……
8. ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ …….
8.1. Вплив автомобільних доріг і автотранспорту на навколишнє середовище ……
ОСНОВНІ ВИСНОВКИ ПО РОБОТІ ……
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ……
ДОДАТКИ …….

ВСТУП

Забезпечення ефективного транспортного процесу потребує з боку галузі транспорту суттєвих ресурсних витрат та передбачає підтримку технічно справного стану всіх автотранспортних засобів. Останнім часом конструкції автомобілів стають більш складними, елекро- та електронно насиченими, збільшується кількість підсистем активної і пасивної безпеки, розширюються функціональні можливості систем та ускладнюється зв'язок між ними. Це безумовно сприяє покращенню таких показників автомобілів як: керованість, стійкість, маневреність, динамічність та безпека руху. Разом з тим, ускладнення конструкції автомобілів зумовлює, збільшення обсягів робіт з технічного обслуговування і ремонту, потребує більш кваліфікованого виробничого персоналу та технологічного обладнання, впливає на зростання витрат по забезпеченню їх працездатності в експлуатаційних умовах.

Не зважаючи на складну економічну ситуацію в Україні: падіння рівня виробництва, підвищення цін на енергоносії, послуги, сировину та ін., автомобільний транспорт залишається одним із основних видів транспорту, який задовольняє попит на значну частину вантажних та пасажирських перевезень.

Особливо актуальною задачею сьогодення є підтримка наявного автомобільного парку, як автотранспортних підприємств, так й індивідуальних власників автомобілів у технічно справному стані, що забезпечить зниження витрат на експлуатацію автомобілів.

З огляду на тенденції, що склалися в галузі транспорту України за останні роки, а саме: поповнення автотранспортними засобами нової конструкції, які використовують альтернативні види палива, вдосконалення структури рухомого складу, збільшення швидкостей руху, зростання дизельного парку автомобілів та парку гібридів і електромобілів, кількості автотранспортних засобів великої вантажопідйомності й пасажиромісткості стала актуальною потреба подальшого вдосконалення або навіть заміни діючої системи технічного обслуговування (ТО) та ремонту автомобільної техніки. Раніше діюча планова система ТО не може забезпечити потреби галузі та безумовно потребує заміни. В основу нової системи буде покладена відповідність реального стану вузлів, механізмів і систем автомобіля потрібному переліку технічних дій, тобто така система, яка найповніше забезпечує взаємодію процесів контролю технічного стану автомобілів та процесів відновлення цього стану.

В такій системі вирішальне місце буде займати діагностика, яка дозволятиме об'єктивно оцінити технічний стан автомобіля в цілому, окремих його складових частин й визначитися із потребою та доцільністю, обсягах, часових інтервалах та коштах проведення наступних сервісних дій.

Іншою, не менш важливою задачею, є забезпечення високих екологічних показників автомобілів в експлуатаційних умовах. Завдяки встановленим нормам екологічної безпеки, які щорічно стають більш жорсткими, все більше автомобілів в конструкціях систем випуску відпрацьованих газів мають каталітичний нейтралізатор – пристій, який може суттєво знизити рівень токсичних компонентів. «Каталітична нейтралізація відпрацьованих газів ДВЗ на поверхні твердого каталізатора відбувається за рахунок хімічних перетворень (реакції окислення чи відновлення), внаслідок яких утворюються нешкідливі або мало шкідливі для навколишнього середовища і здоров'я людини з'єднання» [8].

Найбільш широко використовують для очищення відпрацьованих газів ДВЗ каталізатори на основі благородних металів (платини, паладію, рутенію, родію тощо). Ці каталізатори характеризуються хорошою селективністю в реакціях нейтралізації токсичних компонентів, низькими температурами початку ефективної роботи, достатньою температурною стійкістю. Нажаль в експлуатаційних умовах, при використанні низькоякісного палива із підвищеним вмістом шкідливих присадок їх довговічність та здатність стійко й ефективно працювати суттєво знижується, що безумовно потребує проведення досліджень та розробки практичних рекомендацій спрямованих на відновлення їх функцій.

1. ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1.1. Характеристика науково-дослідного потенціалу кафедри «Експлуатація та ремонт машин» ЦНТУ

Кафедра «Експлуатація та ремонт машин» (рис. 1.1) на сьогодні є однією з найбільш потужних випускових технічних кафедр ЦНТУ, як за кількістю діючих спеціальностей, сучасною матеріально-технічною й лабораторною базою так й за наявним науково-дослідним потенціалом [1].



Рисунок 1.1 – Будівля кафедри ЕРМ (навчальний корпус №5 ЦНТУ)

До професорсько-викладацького складу кафедри входять 19 штатних науково-педагогічних працівників (НПП), 83% яких мають наукові ступені та вчені звання в тому числі - 5 докторів наук (професорів), що складає 22% та 14 к.т.н. (доцентів) - 61%. Більшість викладачів із науковими ступенями кандидатів наук та вченими званнями доцентів відносяться до вікової групи до 50 років, а д.т.н., професорів – до 65 років [1].

НПП кафедри ЕРМ здійснюють підготовку здобувачів вищої освіти за освітньо-професійними програмами бакалаврського та магістерського рівнів спеціальностей: 274 «Автомобільний транспорт» (галузь 27 «Транспорт»), 275 «Транспортні технології. Автомобільний транспорт» (галузь 27 «Транспорт»), 132 «Матеріалознавство» (галузь 13 «Механічна інженерія») та 208 «Агроінженерія» ОПП «Технічний сервіс сільськогосподарської техніки» (галузь 20 «Аграрні науки та продовольство») [1].

Всі наукові дослідження НПП, здобувачів вищої освіти різних рівнів, аспірантів й докторантів здійснюються в рамках діючої наукової школи «Підвищення надійності сільськогосподарської та автомобільної техніки технологічними, конструкторськими та експлуатаційними методами» (положення про наукову школу схвалено Науково-технічною радою КНТУ від 28.02.2008 р., протокол №2), яку тривалий час беззмінно очолює Черновол Михайло Іванович – доктор технічних наук, професор, професор кафедри ЕРМ, академік Інженерної академії України, Заслужений діяч науки і техніки України, член-кореспондент Національної академії аграрних наук України, радник ректора

Центральноукраїнського національного технічного університету [2].

«Висока ефективність та багатогранність роботи наукової школи підтверджується значною кількістю успішно захищених кандидатських дисертацій за різноманітними науковими спеціальностями, серед яких: 05.05.11 «Машини і засоби сільськогосподарського виробництва», 05.22.20 «Експлуатація та ремонт засобів транспорту», 05.02.04. «Тертя та зношування машинах», 05.05.17. «Гідравлічні машини та гідропневмоагрегати», 05.03.06 «Зварювання і споріднені технології» та ін.; багатьма виконаними держбюджетними та госпдоговірними науковими тематиками тощо [2]». Так, в період з 2006 по 2021 роки науковцями кафедри ЕРМ захищено 19 кандидатських дисертацій та 7 докторських дисертацій; виконано 34 наукових теми тощо.

До складу наукової школи входять: керівник наукової школи, доктори та кандидати наук, докторанти, аспіранти, наукові співробітники, здобувачі вищої освіти та інші суб'єкти науково-дослідної діяльності. Оціночні показники наукового потенціалу наукової школи за останні 5 років наведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1. - Оціночні показники потенціалу та основні результати діяльності наукової школи кафедри ЕРМ

Показники оцінки наукового потенціалу		**Роки**				
		2017	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**
1	Чисельність штатних НПП	23	23	23	23	19
2	Чисельність докторів наук у складі НПП	4	4	4	4	5
3	Чисельність кандидатів наук у складі НПП	16	16	16	15	13
4	Чисельність штатних наукових працівників науково-дослідних частин, секторів та інших науково-дослідних підрозділів	2	2	1	1	1
5	Чисельність аспірантів	10	9	9	8	6
6	Чисельність докторантів	2	2	2	1	1
7	Чисельність докторів у складі НПП	0	1	0	0	0
8	Чисельність кандидатів наук у складі НПП	1	2	1	1	1
9	Чисельність молодих вчених	2	2	2	1	1
10	Кількість захищених кандидатських дисертацій працівниками кафедри ЕРМ	0	1	0	0	3
11	Кількість захищених докторських дисертацій працівниками кафедри ЕРМ	1	1	0	0	1
12	Чисельність молодих учених кафедри, які є виконавцями наукових робіт та науково-технічних (експериментальних) розробок, що фінансуються за кошти загального та/або спеціального фондів державного бюджету	2	2	2	1	3
13	Чисельність працівників кафедри, які є членами редакційних колегій наукових видань (журналів), які індексуються у наукометричних базах даних Scopus та/або Web of Science	0	0	0	1	1
14	Обсяг коштів, на виконання наукових досліджень і розробок кафедри ЕРМ, які за результатами конкурсного відбору фінансуються із загального фонду бюджету	351,276	351,3	351,3	0,0	455,8

15	Балансова вартість придбаного або отриманого кафедрою ЕРМ у довгострокове користування обладнання	101,638	74,5	1,382	0,0	113,779
16	Кількість публікацій НПП кафедри у фахових наукових виданнях України категорії Б	64	26	14	19	22
17	Кількість публікацій в зарубіжних періодичних наукових виданнях країн Організації економічного співробітництва і розвитку	5	5	3	5	3
18	Кількість публікацій у наукових виданнях (журналах), які індексуються у наукометричній базі даних Scopus	2	3	9	14	11

Основні наукові дослідження здобувачів вищої освіти, в тому числі й тих, які навчаються за другим (магістерським) рівнем освіти спеціальності «Автомобільний транспорт» проводяться на базі наукового гуртка «Проблеми якості і надійності в галузі транспорту», яким керує д.т.н.. професор кафедри ЕРМ Віктор Аулін. Щорічно понад 60 студентів спеціальностей кафедри працюючи в гуртку проводять під керівництвом викладачів наукові дослідження за багатьма напрямами, серед яких основними є:

1) розробка методології підвищення показників екологічної безпеки ДВЗ автотранспорту, що забезпечує шляхом обґрунтування, розробки і впровадження в експлуатацію комплексу нових технічних рішень по вдосконаленню систем впуску і випуску, каталітичної нейтралізації і утилізації енергії відпрацьованих газів, зниження хімічного і фізичного забруднення довкілля транспортними засобами;

2) розробка сучасних технологій відновлення деталей вузлів і механізмів автомобілів, що забезпечують відновлення та збільшення їх ресурсу та мінімізації капітальних вкладень;

3) вдосконалення існуючої системи технічного обслуговування і ремонту автомобілів з урахуванням змінних експлуатаційних умов тощо.

Експериментальні дослідження проводяться із використанням сучасної науково-дослідної бази розміщеної у лабораторії «Експлуатації, сервісу машин та матеріалознавства» кафедри ЕРМ (рис. 1.2) [3].



Рисунок 1.2. – Лабораторне обладнання наукової лабораторії «Експлуатації, сервісу машин та матеріалознавства» кафедри ЕРМ

1.2. Обґрунтування теми магістерської кваліфікаційної роботи, мета та задачі досліджень

В основу наукових досліджень за темою представленої магістерської кваліфікаційної роботи були покладені матеріали зібрані мною під час проходження науково-дослідної практики у січні-лютому 2021 року на підприємстві ПАТ «Кіровоград-Авто».

ПАТ «Кіровоград-Авто» (рис. 1.3) знаходиться за адресою: Україна, 25011, м. Кропивницький, вул. Генерала Родимцева, 123 й входить до складу корпорації «Укравто» – офіційного дилера на території України таких марок легкових автомобілів як: «ЗАЗ», «Деу», «ВАЗ», «Opel», «Kia», «Cherry», «Chevrolet» тощо.



Рисунок 1.3. - ПАТ «Кіровоград-Авто» м. Кропивницький

До основних видів його виробничої діяльності відноситься реалізація нових автомобілів й сервісне обслуговування легкових автомобілів різних марок та моделей, включаючи автомобілі вище перелічених автовиробників.

Статистичні дані підприємства, щодо причин втрати автомобілями працездатного стану й необхідність проведення ремонтних впливів, свідчать про нерівномірність виникнення відмов за різними їх системами. Питома вага систем в аварійних простоях легкових автомобілів різних марок при поточному ремонті основних систем суттєво відрізняється (таблиця 1.2).

Таблиця 1.2 - Усереднені показники аварійних простоїв легкових автомобілів різних марок при поточному ремонті різних систем на підприємстві

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. Двигун	114/ 30,6%	37/ 26,4%	37/ 18,6%	32/ 24,4%	4/ 25,0%	10/ 25,0%	18/ 40,0%	27,1%
2. Ходова частина та рульове керування	32/ 8,6%	28/ 20,0%	48/ 24,1%	26/ 19,9%	4/ 25,0%	10/ 25,0%	7/ 15,5%	19,7%
3. Електронне та електричне облад-нання	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/ 9,9%	1/ 6,3%	4/ 10,0%	4/ 8,9%	10,3%
6. Кузов	27/ 7,3%	11/ 7,9%	14/ 7,0%	19/ 14,5%	2/ 12,5%	3/ 7,5%	3/ 6,7%	9,1%
7. Інші системи та обладнання	24/ 6,5%	5/ 3,6%	12/ 6,0%	3/ 2,3%	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%**

Проведений аналіз семи основних систем автомобілів (див. таблицю 1.2) дозволив встановити найменш надійну систему автомобілів – їх двигуни; саме відмови тих чи інших підсистем двигунів легкових автомобілів були найбільш частими причинами звернення їх власників на підприємство.

Слід зауважити, що двигунами автомобілів були саме двигуни внутрішнього згорання (ДВЗ), які в якості палива споживали бензини, газове зріджене паливо та дизельне паливо.

Серед причин звернення власників автомобілів для проведення сервісних та ремонтних операцій найбільш масовими були відмічені наступні проблеми в роботі ДВЗ:

- 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.

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 паливоподачі (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, ДВЗ 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 термодинамічного циклу роботи двигуна. Відомо, що ефективність перетворення енергії паливо-повітряної суміші в корисну роботу залежить від досконалості протікання процесів горіння. Сам же процес згорання та його показники визначаються досконалістю організації підготовчих процесів - процесів 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 показників потужності ДВЗ в експлуатації обумовлюється двома основними причинами:

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.

З першою причиною і її наслідками більш-менш все зрозуміло, необхідність звернення для проведення ремонтних впливів очевидна й неминуча. А ось оцінити ступінь поступового зменшення потужності двигуна без прямих ознак наявності порушень, таких як: вібрації двигуна, поганий відклик на переміщення педалі акселератора, включення індикатора на панелі приладів - «Check engine», підвищена витрата палива тощо, суб'єктивно доволі важко. Зниження потужності двигуна в більшості випадків відбувається настільки поступово, що власник автомобіля не може визначити ступінь зниження 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 й призводить до надмірного споживання автомобілем палива.

В таблиці 1.3 наведені результати замірів дійсної потужності ДВЗ автомобілів різних марок і моделей, зроблені проведені на підприємстві під час проходження ними планових ТО в порівнянні із нормативними показниками.

Таблиця 1.3 - Результати замірів значень фактичної потужності ДВЗ автомобілів у порівнянні з їх нормативними показниками

Марка і модель автомобіля	**Рік випуску**	**Пробіг з початку експлуата-ції, тис. км.**	**Тип двигуна, робочий об'єм (л)**	**Потужність двигуна при кількості обертів, кВт/об/хв**		**Падіння потужності двигуна, %**
				паспортна номінальна	**дійсна номінальна**	
-1-	-2-	-3-	-4-	-5-	-6-	-7-
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 1.3, 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 його систем: сумішеутворення (паливо- таповітреподачі), 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 з її обслуговування зводиться до очищення форсунок інжекторних двигунів, заміні паливних фільтрів, очищення 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 проводиться у інших системах ДВЗ, наприклад, в системі запалення – проводяться роботи з очищення свічок запалення від шлакових накопичень (або їх заміна), перевіряються високовольтні дроти або ефективність роботи котушки запалення, регулюється кут випередження запалення тощо. Не оминають технічні впливи й газорозподільний механізм – перевіряються й регулюються теплові зазори в клапанах (у тих двигунів, де це регламентується конструкцією), перевіряється взаємне розташування розподільчого й колінчастого валів.

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 проведених сервісних дій.

При цьому, доволі рідко піддається перевірці й контролю випускна система автомобіля; хоча загальновідомо, що кількість свіжої суміші яка надходить в циліндр двигуна та потім перетворюється у 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.

Попередні дослідження показали, що переважна більшість автомобілів, які потребували ТО систем паливоподачі та іскроутворення мали ті чи інші проблеми із системою випуску відпрацьованих газів. Найчастіше несправності випускної системи були викликані корозією (рис. 1.4) - труби, навіть зроблені із сталі товщиною більш 1 мм, при експлуатації піддаються іржі; іржа вражає корпуси резонаторів й глушників, зварювальні шви в місцях стиків деталей. Причини прискореного протікання корозії - чергування високих й низьких температур, конденсат (що накопичується в банках глушників і резонаторів), а також активні хімічні елементи, що містяться у відпрацьованих газах.



Рисунок 1.4. - Корозійні прояви на елементах випускної системи автомобіля

Для автомобілів з електронними системами контролю за роботою ДВЗ, використання низькоякісного палива небезпечно ще й тим, що продукти згорання залізовмісних присадок накопичуються на робочому елементі лямбда-зонду (кисневого датчику) та безпосередньо в керамічному блоці каталізатора. Через порушення в роботі цих вузлів блок електронного контролю (БЕК) двигуна може перейти в аварійний режим керування – що забезпечує паливоподачу за усередненими параметрами, а в гіршому випадку - починаються збої в процесі пуску та при роботі двигуна. 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. 1.5 а) й часткове або повне перекриття каналу випускної системи для проходження відпрацьованих газів (рис. 1.5 б).



а) б)

Рисунок 1.5 - Вихід з ладу каталітичного нейтралізатора відпрацьованих газів системи випуску автомобіля:

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

При такій ситуації, навіть використання в подальшому якісного бензину, очищення свічок запалення та відновлення роботи системи запалення ефективні показники двигуна залишаються занизькими.

Причина цього полягає у конструкції системи випуску, яка безпосередньо впливає на величини цих показників й обумовлює працездатність ДВЗ в цілому - конструкція випускного трубопроводу, впливаючи на ступінь очищення циліндрів від відпрацьованих газів, також оказується пов'язаною із наповненням циліндрів і повинна забезпечувати:

- швидкість руху відпрацьованих газів у випускній трубі не вищою 30…35 м/с (при діаметрі поперченого переріз труби - 0,5…0,6 від діаметра циліндра або 1,5 перетину впускного трубопроводу);

- вихідні відпрацьовані гази одного циліндра не повинні створювати протитиску для газів іншого (сусіднього) за порядком роботи циліндра, що має місце в багатоциліндрових двигунах.

При цьому, випускну систему прагнуть виконати таким чином, щоб при здійсненні покладених на неї основних функцій – зменшення шуму руху відпрацьованих газів, вона сприяла би більш повному очищенню камер згорання від залишкових газів й більш повному наповненню циліндрів двигуна свіжим зарядом. Завдяки суттєвій 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 настроюють 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, втому числі й при обгоранні оливи в камері згорання, поступово зменшують корисні площі перетину випускних трубопроводів та забивають соти нейтралізаторів (рис. 1.6), збільшують внутрішній тиск та опір виходу газів, призводять спочатку до "розбалансування" системи випуску – появі так званих прогарів (рис. 1.7), а потім й до повного виходу її з ладу за рахунок руйнування керамічних блоків каталізаторів (рис. 1.8) (на автомобілях оснащений каталізаторами), відокремлення елементів

перегородок та забивання внутрішніх каналів глушників, відокремлення сполучень банок глушників із трубами в зоні зварних з'єднань (рис. 1.9).



Рисунок 1.6 - Осадження шлакових відкладень на поверхнях сот нейтралізатора



Рисунок 1.7 - Прогар банок основних глушників



Рисунок 1.8 - Викришування керамічного блоку каталітичного нейтралізатора

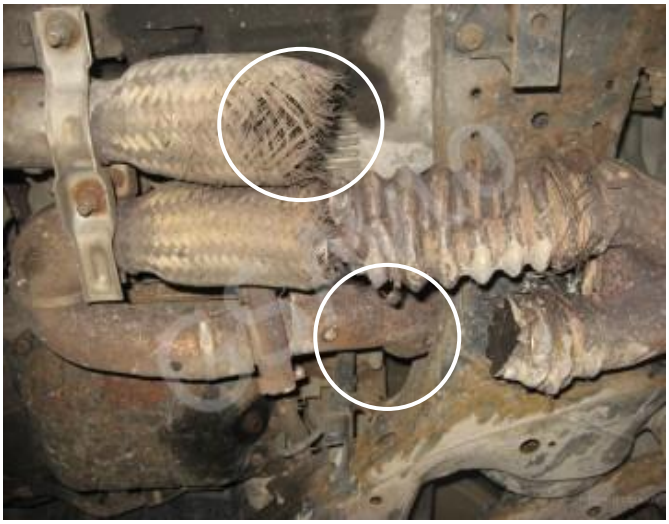


Рисунок 1.9 - Поломка сполучних труб глушників спричинена вібрацією

Отже, загальний висновок такий - несправності випускної системи серйозна проблема, яка вимагає ґрунтовного дослідження та розробки практичних рекомендацій щодо доцільності й моменту втручання для проведення ремонтних впливів. Саме тому дослідження шляхів забезпечення ефективності знешкодження шкідливих речовин у відпрацьованих газах автомобільних ДВЗ в експлуатаційних умовах на базі науково-дослідної лабораторії кафедри ЕРМ ЦНТУ є актуальними та своєчасними.

Спираючись на отримані попередні результати викладених вище узагальнюючих висновків основними задачами, які потребують дослідження та розв'язані слід визнати:

- в «Науковому розділі» - дослідження ефективності роботи присадок до палив для зменшення токсичності відпрацьованих газів, ефективності роботи та покращення технічного стану каталітичного нейтралізатора; дослідження впливу внутрішнього опору системи випуску відпрацьованих газів на ефективні показники ДВЗ;

- в «Технологічному розділі» - дослідження конструктивних особливостей, встановлення причин виникнення основних несправностей в роботі та розробка вдосконаленого технологічного процесу діагностики, ТО та поточного ремонту систем випуску відпрацьованих газів ДВЗ;

- в «Конструкторському розділі» - обґрунтування та проект конструкції пристрою (стенду, установки) для проведення робіт під час ТО та/або ремонту випускних систем ДВЗ автомобілів; проведення в достатніх конструкторських й перевірочних розрахунків за елементами розробленої конструкції;

- в «Спеціальному розділі» - розрахунок потреби у виробничих площах дільниці діагностування та ТО ДВЗ легкових автомобілів; проведення планування цієї дільниці та перевірочний розрахунок кількості виробничого персоналу дільниці;

- в «Економічному розділі» - економічна оцінка ефективності впровадження у виробничий процес підприємства розроблених рекомендацій;

- в розділах з «Охорони праці» та «Цивільного захисту» - дослідження шкідливостей та небезпек, які можуть виникнути під час реалізації технології та здійснювати вплив на виробничий персонал та на навколишнє середовище.

2. НАУКОВИЙ РОЗДІЛ

2.1. Загальні напрямки проведення досліджень. Об’єкт та предмет, мета та задачі дослідження

В наші дні при конструюванні автомобілів інженери з великою долею ймовірності можуть прорахувати вплив всіляких, в тому числі й негативних, факторів на їх експлуатаційні характеристики. При цьому враховується практично все: і кліматичні умови, і стан дорожнього покриття, і особливості сезонної експлуатації автомобіля для кожної, окремо взятої країни. Паралельно складаються чіткі інструкції щодо того, які технічні рідини і яких виробників, дозволені до застосування в кожній із систем даного автомобіля, а нехтування подібними інструкціями автоматично призводить до зняття автомобіля із заводської гарантії. Але жоден інженер-конструктор не має інформації, щодо якості палива, яке буде використане автомобілем в експлуатаційних умовах. Так, наприклад, якщо мова йде про бензин, то в більшості відоме лише потрібне значення його октанового числа, зазначене на роздавальному стовпчику автозаправної станції, а не реальні властивості цього палива [4, 5].

Переважна більшість власників автомобілів вважають, що бензини найвищого за вартістю сегменту мають в своєму складі потужний комплекс додаткових присадок, здатних самостійно підтримувати чистоту в паливній системі автомобіля й ефективно справлятися із нагаром в камері згорання ДВЗ. Як виявилося із звітів недавно проведеної незалежної експертизи, об'єктом якої стало дослідження якості бензину, що надходить на ринок США і Канади це далеко не так. Отримані результати показали, що у порівнянні із 1995 роком, коли американським агентством із Захисту Навколишнього Середовища (EPA) був визначений мінімально допустимий рівень вмісту миючих присадок у бензині, їх кількість скоротилася майже у 2 рази. І це при тому, що перед тим такі компанії, як «BMW», «GM», «Honda» і «Toyota», оголосили, що кількість миючих присадок, зазначена в стандарті EPA, не відповідає тим вимогам, які пред'являють до палива моделей їх сучасних двигунів. Що ж стосується якості бензину на ринку України, в розрізі вмісту тих же миючих присадок - то найчастіше нафтові компанії самі рекомендують додатково використовувати спеціальні миючі або багатофункціональні присадки при заправці автомобілів паливом [6].

Саме тому, дослідження спрямовані на вирішення таких питань як: по-перше, яким саме образом позначається використання тих або інших присадок для бензину на якісних та ефективних показниках роботи двигунів і, по-друге, яким чином можливо вплинути на дану ситуацію, є беззаперечно актуальними та своєчасними.

Отже, *об’єктом дослідження* виступає процес ефективності перетворення енергії палива в механічну роботу при використанні легких рідких палив – бензинів.

Предметом дослідження виступає вплив різноманітних присадок до автомобільних палив – бензинів на ефективність горіння паливо-повітряної суміші.

Метою проведення наукових досліджень є визначення впливу та розробка практичних рекомендацій щодо ефективності використання різноманітних присадок до бензинів з точки зору забезпечення зростання ефективних показників бензинових двигунів або відновлення цих показників до нормативних значень.

Для вирішення поставленої мети слід вирішити наступні задачі:

1. Провести аналіз застосування різноманітних присадок, які входять до

складу базового палива та їх вплив на ефективність роботи систем живлення та випускних систем двигунів.

2. Дослідити вплив різних експлуатаційних факторів на ефективність роботи каталітичного нейтралізатору та ступінь знешкодження шкідливих компонентів в ньому.

3. Дослідити ефективність застосування присадок до бензинів, призначених для підвищення їх якісних показників на якісні показники процесу знешкодження шкідливих компонентів у відпрацьованих газах.

4. Дослідити ефективність застосування присадок до моторних палив, призначених для очищення каталітичних нейтралізаторів на якісні показники процесу знешкодження шкідливих компонентів у відпрацьованих газах.

5. Теоретично та експериментально дослідити вплив опору системи випуску відпрацьованих газів на ефективні показники роботи ДВЗ.

6. Розробити практичні рекомендації щодо зменшення рівня шкідливих викидів у відпрацьованих газах легкових автомобілів оснащених каталітичними нейтралізаторами в експлуатаційних умовах.

2.2. Нормативи застосування різноманітних присадок, які входять до складу базового палива

«До числа основних експлуатаційно-якісних показників бензину відносять: показники його випаровуваності, детонаційної стійкості і схильність до нагароутворення [7]».

Перший показник визначає пускові властивості бензину і його фізичну стабільність. Детонаційна стійкість бензину відбиває його здатність протистояти самостійному запаленню при стиску. Висока детонаційна стійкість бензину забезпечує його нормальне згорання на всіх режимах експлуатації двигуна. Показником детонаційної стійкості автомобільних бензинів є октанове число [7]. Прагнення виробників підвищити ККД автомобільних двигунів приводить до зростання ступеня стиску й підвищення робочої температури двигуна, тому щорічно все інтенсивніше збільшується потреба у високооктанових сортах бензину. При заправці автомобіля паливом із більш низьким показником октанового числа, чим у того, яке було запропоновано заводом-виготовлювачем, збільшується ймовірність виникнення детонаційного згорання палива, що приводить до перегріву і підвищеного зносу автомобільного двигуна, а в окремих випадках і до його локальних руйнувань [8, 9, 10].

Донедавна найбільш дешевим, діючим і розповсюдженим способом підвищення детонаційної стійкості бензину було додавання в їх склад алкилсвинцевих присадок, в тому числі і таких, як тетраетилсвинець у вигляді етилової рідини. В результаті одержуються етиловані бензини різних сортів. В концентрації 0,05% тетраетилсвинець підвищує октанове число бензину на 15…17 одиниць, але через високу токсичність продуктів згоряння етилованного бензину в нашій країні (як і в більшості європейських країн) його випуск і продаж були заборонені. Додатковим аргументом на користь прийняття цього рішення послужило й те, що продукти згоряння свинцю здатні швидко вивести з ладу автомобільний каталітичний нейтралізатор відпрацьованих газів [7].

В якості альтернативи антидетонаційним алкилсвинцевим присадкам в Україні дозволені до використання органічні сполуки марганцю, заліза й ароматичні аміни.

Також на наших заправних станціях можна зустріти і високооктанові сорти бензину, що включають добавки метил-третбутилового ефіру [7].

Антидетонатори на основі з'єднань марганцю і заліза набагато менш токсичні, чим алкилсвинцеві присадки, і не настільки згубні для автомобільних каталізаторів, але наявність у бензині залізовмісних присадок приводить до утворення відкладень оксидів марганцю і заліза на стінках камери згорання, тарілках клапанів, свічках запалювання та сотах каталітичного нейтралізатора, що приводить до корозії випускних клапанів, калільного запалення бензино-повітряної суміші, прискореному виходу з ладу свічок запалювання, лямбда-зондів, каталітичних нейтралізаторів тощо [7, 11]

«Антидетонатори на основі ароматичних з'єднань (екстралін, ксилідин і ін.) малотоксичні, стабільні і мають високу ефективність; в концентрації до 1,0% вони в стані підвищити октанове число бензину на 9…12 одиниць [11]». Але в той же час їх присутність в бензині приводить до підвищеного осмолення останнього при тривалому збереженні, неправильному транспортуванні, а при його використанні відбувається утворення смолянисто-коксових, стійких до розчинення відкладень на стрижнях клапанів і соплах паливних форсунок, а також засміченню паливної апаратури і всієї паливної системи автомобіля в цілому [12]. Все це самим негативним образом відбивається на процесі подачі палива в циліндр, а в результаті і на ефективних показниках роботи двигуна, що обертається втратою потужності, «провалами» і нестійкою його роботою, а також підвищеною витратою палива [12, 13].

Також «для підняття октанового числа бензину може бути використаний метил-третбутиловий ефір, його 10…15% добавка збільшує октанове число бензину на 9…12 одиниць [11]. Сама по собі антидетонаційна добавка з метил-третбутилового спирту не наносить ніякої шкоди двигуну автомобіля, навпроти, отримане в такий спосіб паливо характеризується поліпшеними екологічними характеристиками. В той же час метил-третбутиловий ефір навіть у складі бензину здатний до вступу в активну реакцію з вологою, що утримується в атмосфері, в результаті якої відбувається насичення бензину водою» [11]. Вода, потрапляючи в паливну систему автомобіля, в залежності від часу року і різновиду паливної системи живлення може привести до виходу з ладу фільтруючих елементів і паливоподаючої апаратури, одночасно вона провокує появу корозії в паливних баках, паливопроводах і на робочих поверхнях гільз циліндрів автомобільного двигуна [14, 15].

Загалом же асортимент присадок до палива нараховує більше 20 основних типів, а кількість композицій, використовуваних на практиці, складає сотні. Більшість з них призначені для покращення процесів горіння палива і тим самим сприяє зниженню токсичності продуктів згоряння. Загальний перелік присадок, які прямим або непрямим чином поліпшують екологічні характеристики палив, представлений в таблиці 2.1 [7].

Таблиця 2.1. Типи присадок, які входять до складу базового бензину [7]

Назва присадки	Призначення та властивості
-1-	-2-
Антиоксидантні стабілізатори	Підвищують окисну стабільність палив, тим самим запобігаючи смоло- і осадоутворенню
Деактиватори металів	Зв'язують у неактивні комплекси мідь, залізо і інші метали - промотори окислювання вуглеводнів
Миючі присадки	Зменшують утворення відкладень на деталях двигуна і паливної апаратури, в тому числі двигунів з безпосереднім впорскуванням бензину. Додатково додають паливам протизносові й антикорозійні властивості.
Антидимні присадки	Зменшують концентрацію диму в газах дизельних двигунів, але мало впливають на викиди інших токсичних компонентів
Антинагарні присадки	Зменшують нагароутворення в камері згоряння, на клапанах і розпилювачах форсунок дизельних двигунів
Антисажеві присадки	Знижують температуру згоряння сажі на поверхні сажевих фільтрів
Антидетонатори	Запобігають детонаційному горінню бензинів
Промотори запалення. Антистатичні присадки	Поліпшують запалення дизельних палив. Запобігають нагромадженню зарядів статичної електрики в паливах
Біоциди	Запобігають псуванню палива мікроорганізмами
Диспергуючі присадки до мазутів	Підвищують фізичну стабільність залишкових палив, поліпшують їхнє сумішоутворення з повітрям, мають захисні властивості
Каталізатори горіння мазутів	Підвищують ефективність горіння залишкових палив

Отже, використання практично будь-якого бензину характеризується тими або іншими негативними факторами для системи живлення ДВЗ. Практичними дослідження доведено, що перші видимі шлакові відкладення на паливних форсунках інжекторних двигунів з'являються вже після перших 1500 км пробігу. Саме тому, доцільно й необхідно звернути увагу на використання паливних присадок.

2.3. Аналіз ефективності роботи систем живлення та випускних систем двигунів на бензинах із підвищеним вмістом антидетонаційних присадок

Практичними дослідженнями ряду вітчизняних науковців доведено, що в більшій мірі в бензинах, які реалізуються АЗС зафіксовані перевищення показників вмісту саме антидетонаційних присадок. Нормативні значення щодо обмеження присадок в паливі наведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2. - Нормування присадок в легкому рідкому паливі – бензині

Тип присадки	Обмеження концентрації	Причина обмеження	Максимальний приріст ОЧ
Свинцевмісні	заборонено	Високий рівень токсичності і нагароутворення в камері згорання	8
Марганцевовмістні	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

Слід зазначити, що в певній концентрації антидетонаційні присадки дійсно мають позитивний вплив на роботу двигуна. Але якщо нехтувати встановленими обмеженнями – відбуваються руйнівні процеси. Присадки для палива й моторної оливи, засоби для очищення систем і механізмів автомобіля потрібно застосовувати грамотно, вчасно й у повній відповідності до інструкції.

Останнім часом для підвищення октанового числа бензину використовується залізовмісна присадка. Застосування присадок для підвищення октанового числа бензину на основі заліза, більше чим в дозволеній концентрації, має ряд негативних побічних дій, одна з яких – утворення в результаті згорання нагару червоно-коричневого відтінку (рис. 2.1).

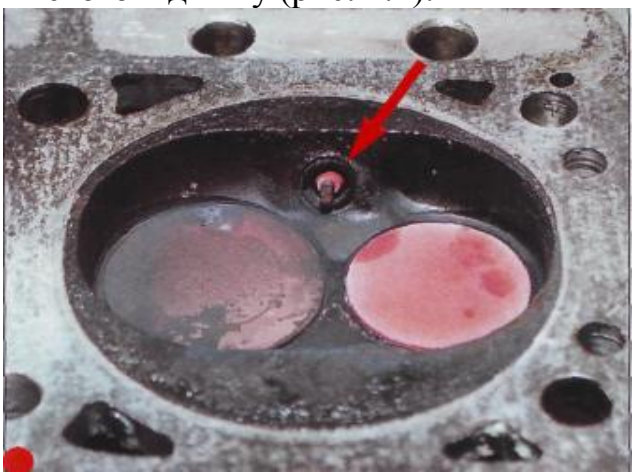


Рисунок 2.1. - Шлакові відкладення в камері згорання ДВЗ при роботі на бензині із підвищеним вмістом залізовмісних присадок



Рисунок 2.2. – Забиті керамічні соти нейтралізатора відпрацьованих газів системи випуску автомобіля

Осідаючи на електродах, керамічному конусі та корпусах свічок запалення, такий нагар сприяє витоку 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 палива стінки камери згорання покриваються товстим шаром нагару, що може навіть стати джерелом калільного запалювання [8, 17].

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 (див. рис. 2.2), збільшують внутрішній тиск та опір виходу газів, призводять спочатку до «розбалансування» системи випуску – появі так званих прогарів (рис. 2.3), а потім й до повного виходу її з ладу за рахунок руйнування керамічних блоків каталізаторів (рис. 2.4) (на автомобілях оснащених каталізаторами), відокремлення елементів перегородок та забивання внутрішніх каналів глушників, відокремлення сполучень банок глушників із трубами в зоні зварних з'єднань.



Рисунок 2.3. - Прогар банок основних глушників

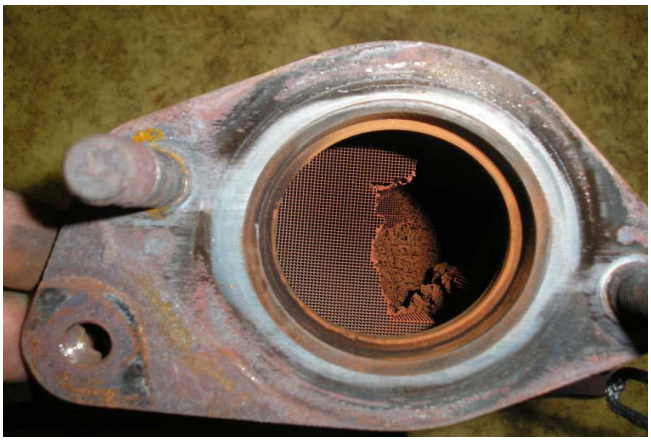


Рисунок 2.4. - Викришування керамічного блоку каталітичного нейтралізатора

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 °С [11]. Проблемою є те, що з січня 2004 року подібні октанопідвищуючі присадки отримали допуск до застосування у складі бензинів всіх марок в концентрації, відповідній вмісту заліза не більше 18 міліграм/л [6]. Проте постачальники дотримуються старого стандарту - 37 міліграм Fe/л і навіть значно перевищують його. Застосування високих концентрацій фероцену і залізовмісних антидетонаторів призводить до підвищеного зносу деталей двигуна, зниження працездатності свічок запалення.

Для досліджень впливу феровміщуючих домішок у паливі на надійність та ефективність роботи каталітичних нейтралізаторів були проведені стендові лабораторні дослідження із використанням стенду «SUN SMP 4000» та газоаналізатора «Beckman» на базі кафедри ЕРМ (рис. 2.5) [3].

Експеримент проводили на автомобілях Renault Logan (як найбільш поширеному), які було оснащено трьохкомпонентним каталітичним нейтралізатором та класичними одноелектродними свічками французького виробництва «Beru Ultra 14R-7DO» в системі запалення двигуна.

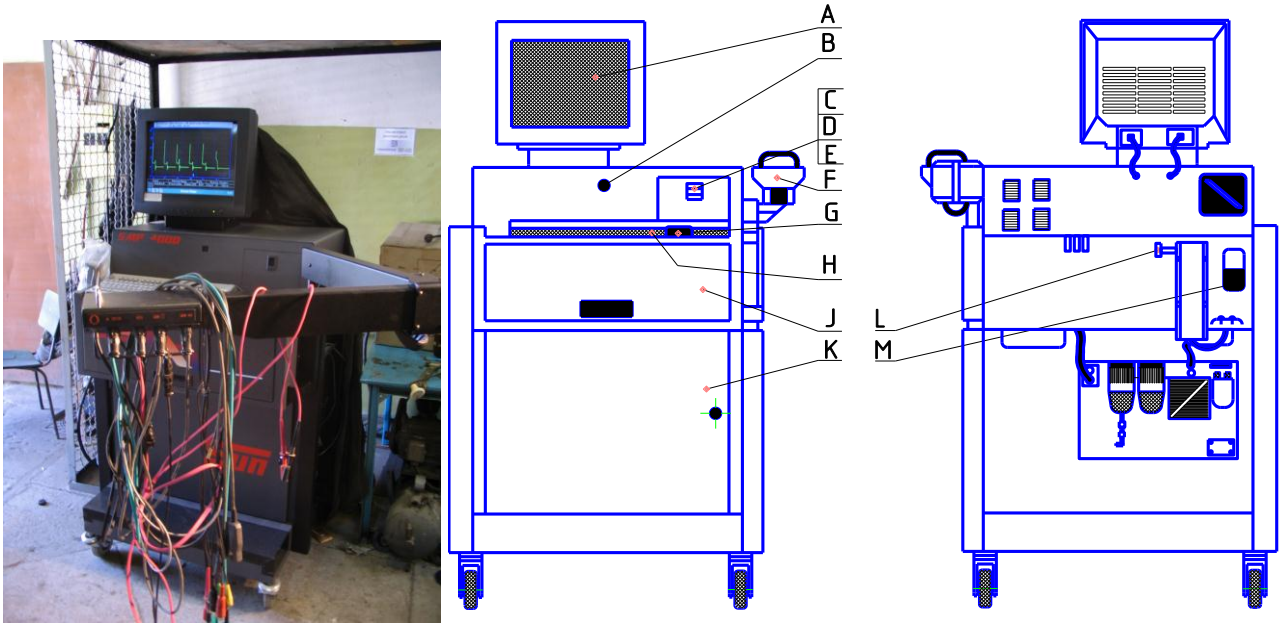


Рисунок 2.5.- Діагностичний стенд SUN SMP 4000:

А – монітор, для виведення інформації тестування; В – інфрачервоний порт, для дистанційного бездротового керування; С – дисковод компакт-дисків – для можливості зчитування інформації з компакт-диску та встановлення операційної системи; D – „кишеня" встановлення альтернативного зчитуючого пристрою; Е – дисковод гнучких дисків 3,5", F – блок під'єднання до автомобіля; G – мишка; Н – клавіатура; J – принтер, К – шафа зберігання комплектуючих стенду; L – гніздо під'єднання аналізатора димлення для діагностики дизельного двигуна; М – гніздо під'єднання стробоскопу.

Для початку на стенді «SUN SMP 4000» були зняті базові характеристики двигуна цього автомобіля для оцінки ступеня ефективності протікання процесу горіння паливо-повітряної суміші й знешкодження шкідливих компонентів у відпрацьованих газах та визначено величини зворотних тисків у випускних системах автомобілів для оцінки стану (забитості) каталітичних нейтралізаторів.

Потім для кожного автомобіля, заздалегідь підготовленого до проведення експерименту, витратили по 60 літрів бензину самостійно виготовленого із суттєво підвищеним за нормами вмістом ферроцену - 100 мг/л.

Попередні результати досліджень наступні - всі каталітичні нейтралізатори (й свічки запалювання також) залишилися працездатними, а тому можливість раптової зупинки двигуна мало ймовірна. Разом з тим, технічний стан нейтралізаторів та свічок запалення явно є незадовільним, це оцінюється за відкладеннями червоного кольору на ізоляторах та електродах свічок й сотах каталітичного нейтралізатору та збільшенню витрати палива (рис. 2.6 та таблиця 2.3), росту токсичності відпрацьованих газів (рис. 2.7 та таблицях 2.4 і 2.5) та збільшенню внутрішнього опору самого нейтралізатора (рис. 2.8).

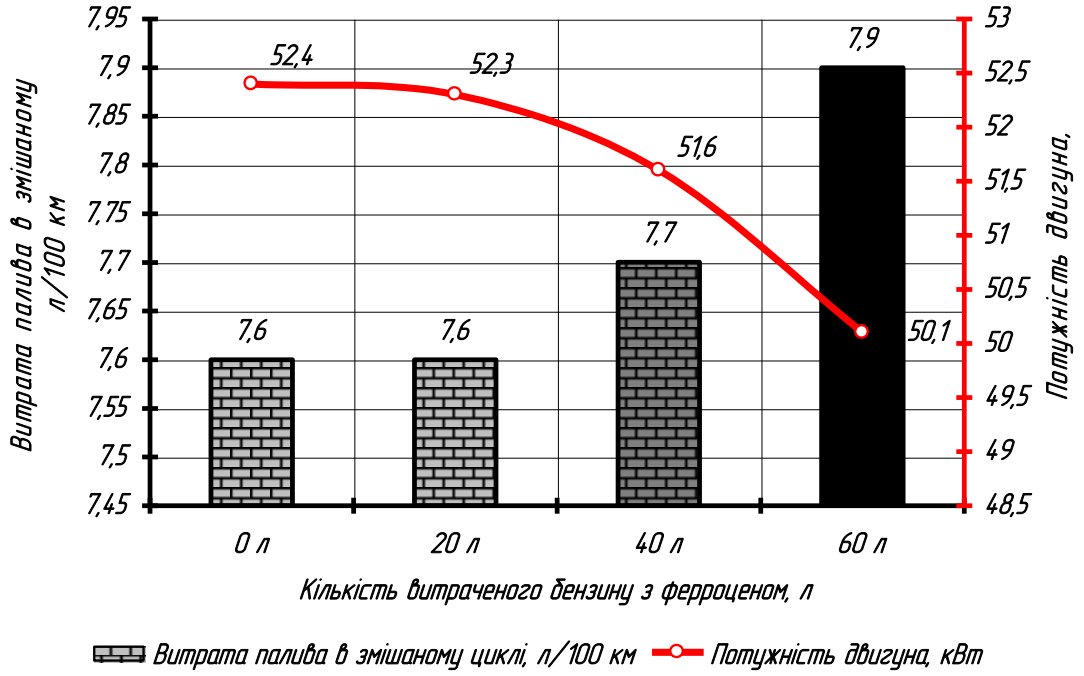
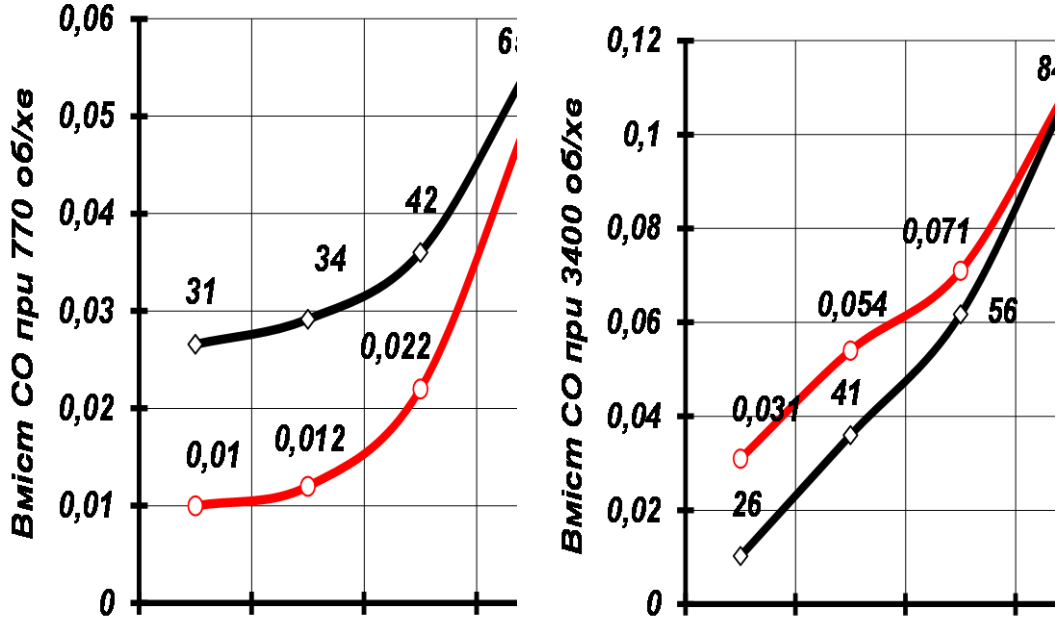


Рисунок 2.6. - Вплив ферроцену на економічність та потужність двигуна автомобіля «Renault Logan»



а) б)

Рисунок 2.7. - Вплив ферроцену на токсичні характеристики двигуна автомобіля Renault Logan:
а – при частоті обертання 770 об/хв.; б - при частоті обертання 3400 об/хв.

Таблиця 2.3. - Результати дослідження впливу феррорцену на ефективні показники роботи двигуна (витрату палива та розгінну динаміку) автомобіля Renault Logan оснащеного каталітичним нейтралізатором

Ефективні показники роботи двигуна (автомобіля)	**Напрацювання ДВЗ адекватне кількості спаленого бензину із підвищеним вмістом ферроцену, л**			
	0 л	**20 л**	**40 л**	**60 л**
Потужність двигуна, кВт	52,4	52,3	51,6	50,1
Витрата палива, л/100 км:				
- міський цикл	8,8	8,9	8,9	9,2
- заміський цикл	6,3	6,3	6,5	6,6
- змішаний цикл	7,6	7,6	7,7	7,9
Час розгону на IV передачі, 60-100 км/год, с	16,7	16,8	17,4	17,7

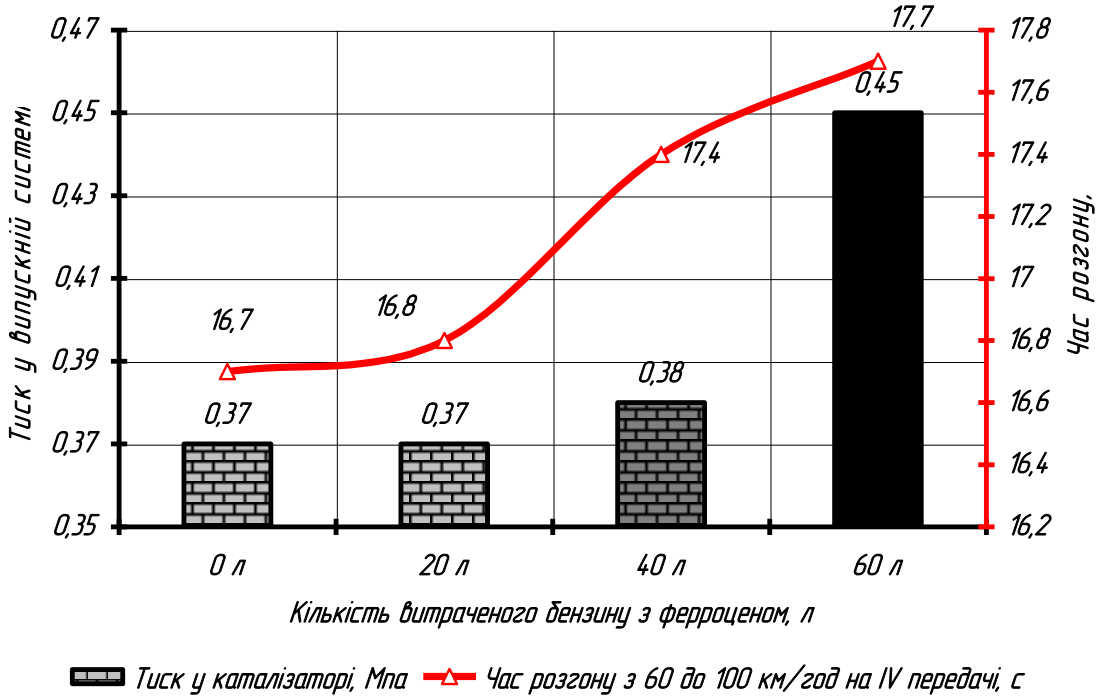


Рисунок 2.8. - Вплив ферроцену на збільшення внутрішнього опору каталітичного нейтралізатора автомобіля «Renault Logan» та розгінну динаміку автомобіля

Таблиця 2.4. - Результати дослідження впливу феррорцену на кількісні показники викидів шкідливих речовин у відпрацьованих газах при роботі двигуна автомобіля «Renault Logan» за їздовий цикл (у відповідності до правила ЄЕК ООН № 83-02)

Показники·та·режими· випробування¤	**Вміст·шкідливих·компонентів¤**			
	CO¤	CH¤	NO_x¤	CH+NO_x¤
-1-¤	-2-¤	-3-¤	-4-¤	-5-¤
До·початку·проведення·експерименту·(0·л)¤				
Міський·цикл,·г/випробування¤	12,00¤	1,54¤	1,08¤	¤

Продовження таблиці 2.4

-1-	-2-	-3-	-4-	-5-
Заміський цикл, г/випробування	2,60	0,26	1,39	
Міський цикл, г/випробування *	0,50	0,53	1,06	
Міський цикл, г/випробування	10,67	1,55	1,14	
Заміський цикл, г/випробування	2,80	0,27	1,48	
Загальний викид (за методикою Правила №83-02 частина В), г/км	1,26	0,16	0,23	0,39
Ефективність нейтралізатора (за методикою Правила №83-02), %	78,0	79,5	88,5	86,0
Ефективність нейтралізатора за міським (прогрітим) циклом, %	98,0	88,0	81,0	-
* Пуск двигуна з прогрітого стану				
Після спалення 60 л бензину із ферроценом				
Міський цикл, г/випробування	16,10	2,25	2,31	
Заміський цикл, г/випробування	3,50	0,45	2,76	
Міський цикл, г/випробування *	0,92	1,12	2,37	
Міський цикл, г/випробування	17,55	2,81	2,47	
Заміський цикл, г/випробування	3,81	0,52	2,48	
Загальний викид (за методикою Правила №83-02 частина В), г/км	2,18	0,35	0,48	
Норматив Euro I	2,72			0,97
Норматив Euro II	2,20			0,50
Ефективність нейтралізатора (за методикою Правила №83-02), %	71,0	72,2	79,6	75,9
Ефективність нейтралізатора за міським (прогрітим) циклом, %	92,5	81,7	72,9	-

Таблиця 2.5. - Результати дослідження впливу феррорцену на кількісні показники викидів шкідливих речовин у відпрацьованих газах при роботі двигуна автомобіля «Renault Logan» без навантаження (у відповідності до ГОСТ 17.2.2.03-87)

Напрацювання ДВЗ адекватне кількості спаленого бензину із підвищеним вмістом ферроцену, л	**Частота обертання колінчастого валу двигуна, хв$^{-1}$**			
	770		**3400**	
	Вміст CO, %	**Вміст CH, млн$^{-1}$**	**Вміст CO, %**	**Вміст CH, млн$^{-1}$**
0 л (перед проведенням досліджень)	0,010	31	0,031	26
20 л	0,012	34	0,054	41
40 л	0,022	42	0,071	56
60 л	0,051	65	0,111	84

Аналізуючи наведені табличні та графічні дані, в якості загального висновку слід зазначити наступне:

1) підвищений вміст ферроцену у бензині приводить до суттєвого падіння всіх ефективних показників роботи двигуна автомобіля – потужності на 4,4% та економічності – на 4,0%;

2) із збільшенням напрацювання двигуна на бензинах із підвищеним вмістом ферроцену спостерігається зниження ефективності нейтралізації шкідливих компонентів $CH+NO_x$ у каталітичному нейтралізаторі з показників 86% до практично 76% та збільшується його внутрішній опір (практично на 11%). Двигун, який до

випробувань виконував норми Euro III після досліджень практично ледве вписався у норми Euro II (див. таблицю 2.4);

3) так як можливість визначення наявного ферроцену у бензинах на АЗС є практично неможливою то слід шукати альтернативні варіанти усунення або зниження негативної дії ферроцену, наприклад – використання спеціальних присадок (добавок) до моторних палив, які володіють миючими властивостями та забезпечують очищення відкладень з поверхонь сот нейтралізатора та свічок запалення.

2.4. Дослідження ефективності застосування різноманітних присадок до моторних палив, призначених для очищення систем живлення та випускних систем

Для визначення ступеня ефективності застосування присадок до моторних палив призначених для очищення систем живлення двигунів, які працюють на легкому рідкому паливі – бензині та випускних систем разом із каталітичними нейтралізаторами нами було проведено наступне дослідження. В якості тестованих було обрано 8 найбільш розповсюджених в Україні хімічних засобів різних виробників. Дослідженню піддавалися такі препарати як: STP Gas Treatment, LAVR Injection Cleaner Petrol, LAVR Fuel System Cleaner Complete Petrol, LIQUI MOLY Injection-Reiniger, PINGO KRAFTSTOFF-SYSTEM, PINGO EINSPRITZ-SYSTEM, FENOM Catalytic Converter Nanocleaner та FENOM Injector Nanocleaner. Більшість з означених препаратів призначена для комплексного очищення паливних систем автомобілів, оснащених інжекторними двигунами. При цьому виробники декларують відновлення таких показників роботи двигунів як: підвищення показників потужності двигуна, зниження витрати палива та зниження вмісту шкідливих речовин у відпрацьованих газах.

Лише деякі з присадок, а саме LIQUI MOLY Injection-Reiniger, PINGO KRAFTSTOFF-SYSTEM та FENOM Injector Nanocleaner не оказують негативного впливу і є сумісними з каталітичними нейтралізаторами. Причому лише присадка FENOM Catalytic Converter Nanocleaner призначена для безпосереднього очищення і відновлення каталітичної активності нейтралізатора відпрацьованих газів бензинових двигунів та очищення електродів кисневого датчика. Більш детально заявлені властивості та характеристики кожної присадки наведені в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6. - Заявлені властивості та характеристики присадок для очищення систем живлення інжекторних бензинових двигунів

№	Найменування присадки та призначення	Об'єм та дозування	Заявлені властивості
-1-	-2-	-3-	-4-
1	**STP Gas Treatment.** Очисник паливної системи	354 мл/80 л	Спеціально створений для підтримки чистоти й очищення всієї паливної системи. При регулярному застосуванні сприяє економії бензину, підтримуючи чистоту в карбюраторі та у паливних інжекторах, перешкоджає утворенню іржі і корозії паливної системи, видаляючи з неї воду, сповільнює утворення відкладень (бруду, нальоту, шламу) на впускних клапанах. Використання очисника забезпечує зниження шкідливих викидів в автомобільному вихлопі, у т.ч. чадного газу й окису азоту. Не оказує

			шкідливого впливу на каталітичні нейтралізатори. Підходить для всіх видів бензинових двигунів. Рекомендується до регулярного застосування, після кожного заправлення.
2	**LAVR Injection Cleaner Petrol.** Очисник інжекторів	0,33 л на 40…60 л	Ефективний засіб нового покоління для очищення систем впорскування інжекторних двигунів. На відміну від більшості активних добавок не викликає забруднення форсунок шлаками, що накопичилися в паливних баках, трубопроводах і фільтрах, тому що активується безпосередньо в працюючому двигуні. Швидко видаляє шкідливі відкладення з розпилювачів і їх фільтрів, промиває керуючий редукційний клапан. Очищає впускні клапани і деталі камер згоряння. Зв'язує воду, попереджаючи процеси корозії і зледеніння. Рекомендується використовувати кожні 1,5…3,0 тис. км.
3	**LAVR Fuel System Cleaner Complete Petrol.** Комплексний очисник паливної системи з каталізатором горіння	0,33 л на 40…60 л	Професійна багатофункціональна присадка для поліпшення експлуатаційних властивостей бензинів. Запатентований механізм комплексного впливу миючих компонентів на відкладення гарантовано виключає можливість забруднення деталей паливної системи. Спеціально підібраний склад хімічно активних компонентів спочатку змінює молекулярну структуру відкладень, перетворює їх зі смолистого і твердого стану в подобу пухкого желе, а потім відбувається поступове вимивання відкладень від верхнього шару до нижнього. Містить каталізатор горіння, що забезпечує повне згоряння паливної суміші. Рекомендується для регулярного використання при кожному заправленні автомобіля.
4	**LIQUI MOLY Injection-Reiniger.** Для очищення бензинових систем вприску	300 мл на 70 л	Очищає інжекторну систему подачі палива від відкладень і нагару на дозаторах, форсунках, впускних клапанах, розподільних паливопроводах, забезпечуючи в такий спосіб відсутність проблем при запуску двигуна і ривків внаслідок недостатньої подачі палива. Забезпечує плавний хід, гарну прийомистість двигуна, більш повне згоряння паливно-повітряної суміші і зниження викиду шкідливих речовин, захист від корозії паливної системи. Сумісна з каталізаторами.
5	**PINGO KRAFTSTOFF-SYSTEM.** Очисник паливної системи	300 мл. 40…60 л	Призначений для очищення всієї паливної системи від бензобака до камери згоряння. Видаляє всі види відкладень, не руйнує прокладки й ущільнення. Забезпечує плавний хід, гарну прийомистість двигуна, більш повне згоряння паливно-повітряної суміші. Зменшує значення CO і CH. За рахунок очищення свічок запалювання і клапанів підвищує потужність двигуна. Зв'язує воду, що потрапила в бензин, запобігаючи утворенню корозії. Може використовуватися в двигунах з каталізатором.
6	**PINGO EINSPRITZ-SYSTEM.** Миючий засіб для	300 мл. 50…70 л	Призначений для очищення форсунок, клапанів, камери згоряння тощо. Видаляє залишкові продукти згоряння і зменшує витрату палива за рахунок очищення форсунок і клапанів. За рахунок

	інжекторних двигунів		розкоксовування поршневих кілець збільшуються компресія і потужність двигуна. Використання очисника забезпечує зниження вмісту шкідливих речовин у відпрацьованих газах, в тому числі чадного газу й окису азоту. Запобігає корозії й очищає паливну систему.
7	**FENOM Catalytic Converter Nanocleaner.** Наноочисник каталітичного нейтралізатора відпрацьованих газів	300 мл. 40…50 л	Наноочистник призначений для очищення і відновлення каталітичної активності нейтралізатора відпрацьованих газів бензинових двигунів, очищення електродів кисневого датчика тощо. Сприяє підвищенню прийомистості двигуна, зниженню витрати палива і токсичності вихлопу, збільшенню терміну служби нейтралізатора. Поєднується з усіма типами нейтралізаторів. Ефект досягається за рахунок дії хімічних регуляторів горіння, що зменшують засмічення каналів нейтралізатора і нанокомпонентів (наночастинок металів), що заповнюють каталітичну активність нейтралізатора. Рекомендований до регулярного використання.
8	**FENOM Injector Nanocleaner**. Наноочисник інжекторів бензинового двигуна	300 мл 40…50 л	Наноочисник призначений для очищення інжекторної системи подачі палива від шару нагару, видалення губчатих утворень із впускних клапанів, нагару зі стінок камери згоряння і свічок запалювання. Сприяє легкому запуску і гарній прийомистості двигуна, зниженню зносу і захисту від корозії деталей паливної системи, більш повному і «чистому» горінню бензину, що приводить до зниження витрати палива і токсичності вихлопу. Не заподіює шкоди каталітичним нейтралізаторам. Містить у своєму складі високоефективні миючі компоненти і нанокаталізатори горіння.

Дослідження проводилося на автомобілях марки Renault моделей Logan, Sandero, Megane, Clio, Kangoo та Fluence. Всі автомобілі на момент проведення досліджень були продіагностовані та у всіх них були виявлені проблеми із технічним станом систем паливоподачі та систем випуску відпрацьованих газів (виявлений підвищений опір блоку каталітичного нейтралізатора). В якості лабораторного обладнання застосовували описаний в попередньому пункті стенд SUN SMP 4000, газоаналізатор Beckman та ручний манометр.

Результати ефективності застосування означених в таблиці 2.6 присадок наведені в таблиці 2.7. та рис. 2.9 - 2.12.

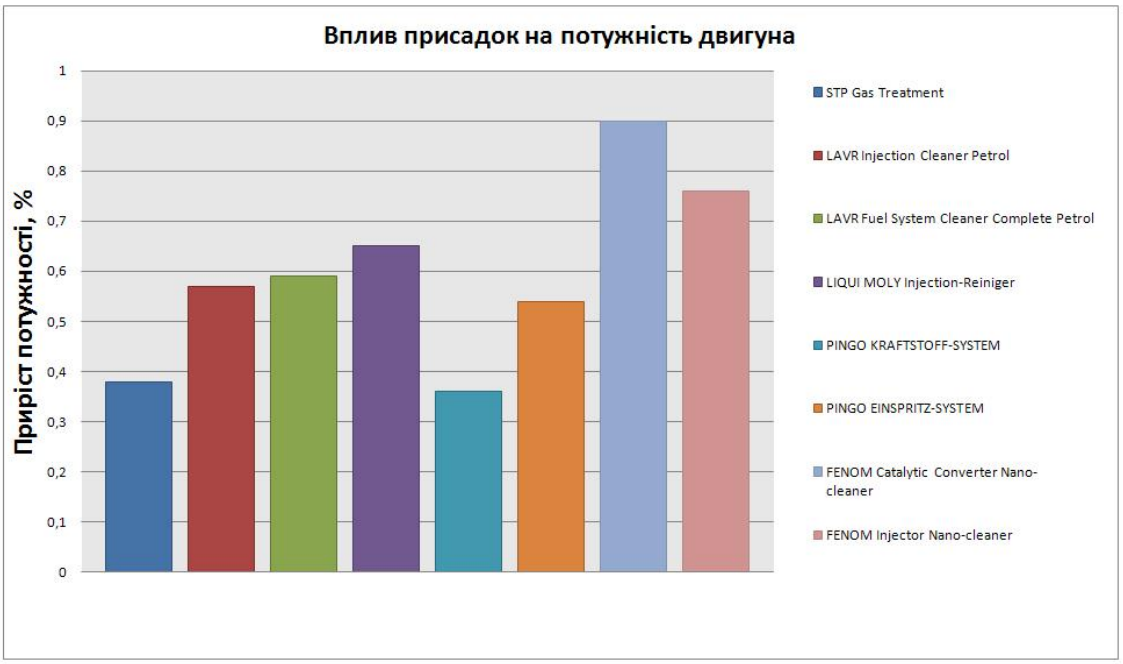


Рисунок 2.9. - Вплив присадок на потужність двигуна автомобіля

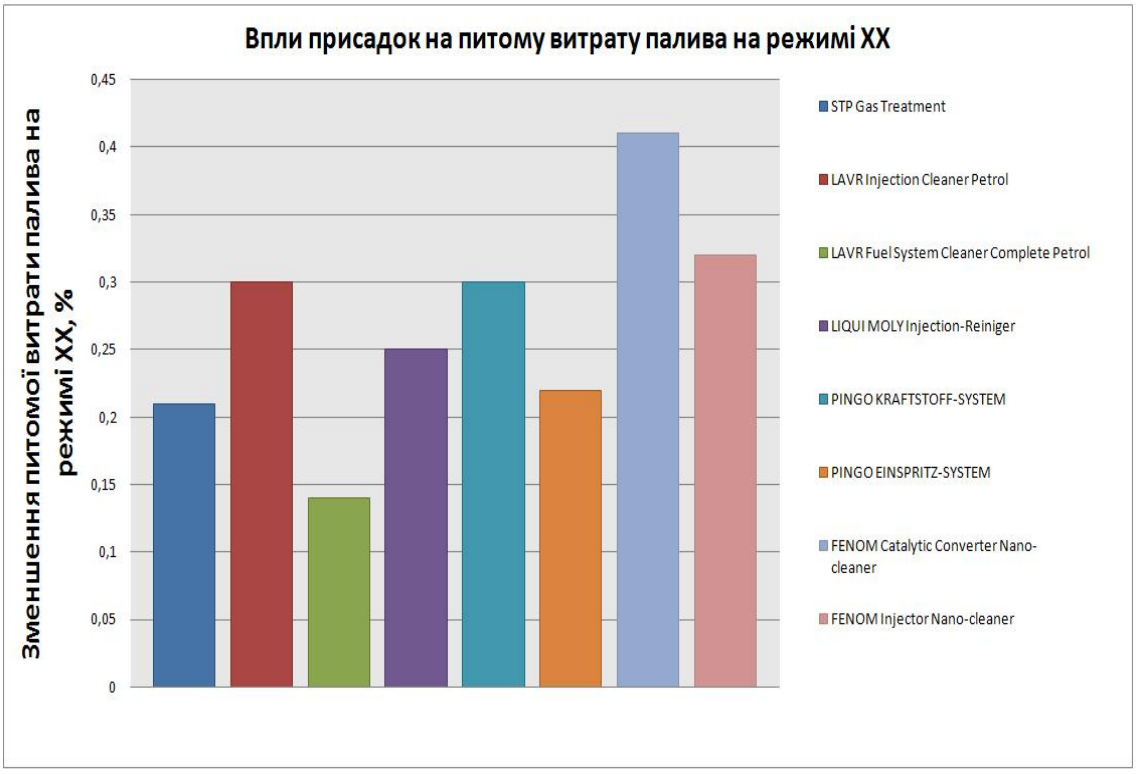


Рисунок 2.10. - Вплив присадок на питому витрату палива на режимі ХХ

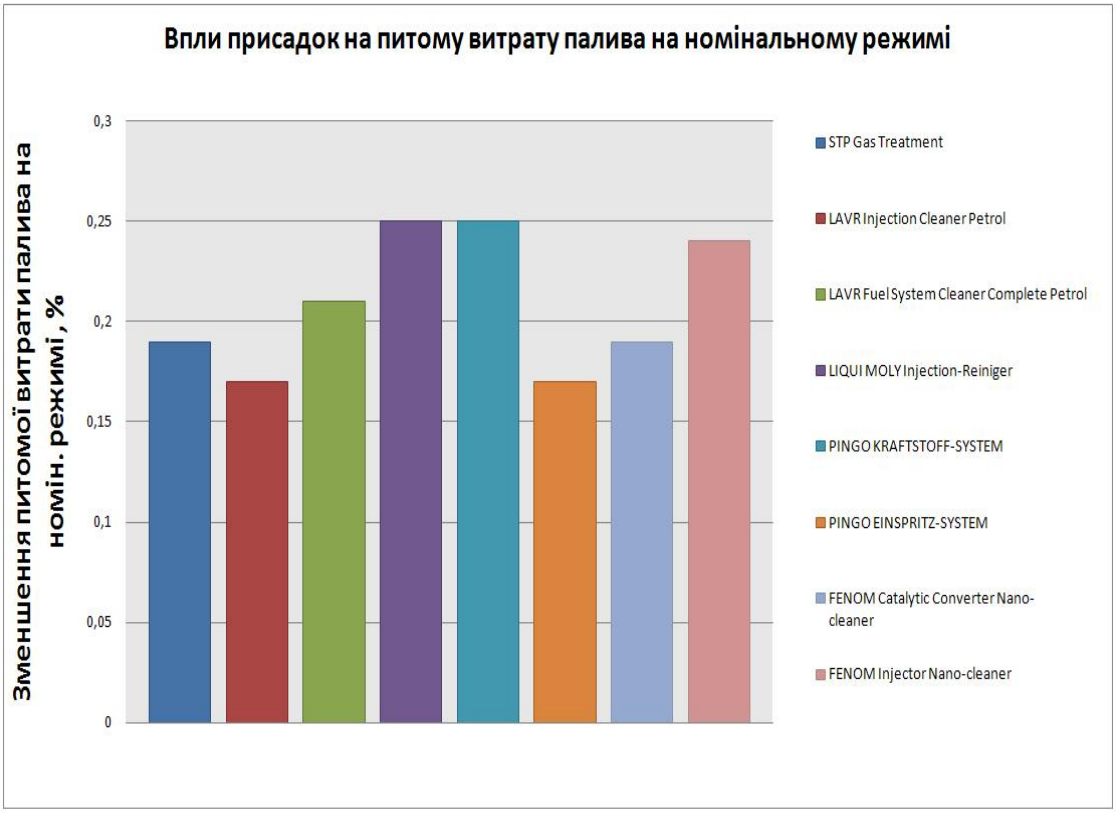


Рисунок 2.11. - Вплив присадок на питому витрату палива на номінальному режимі

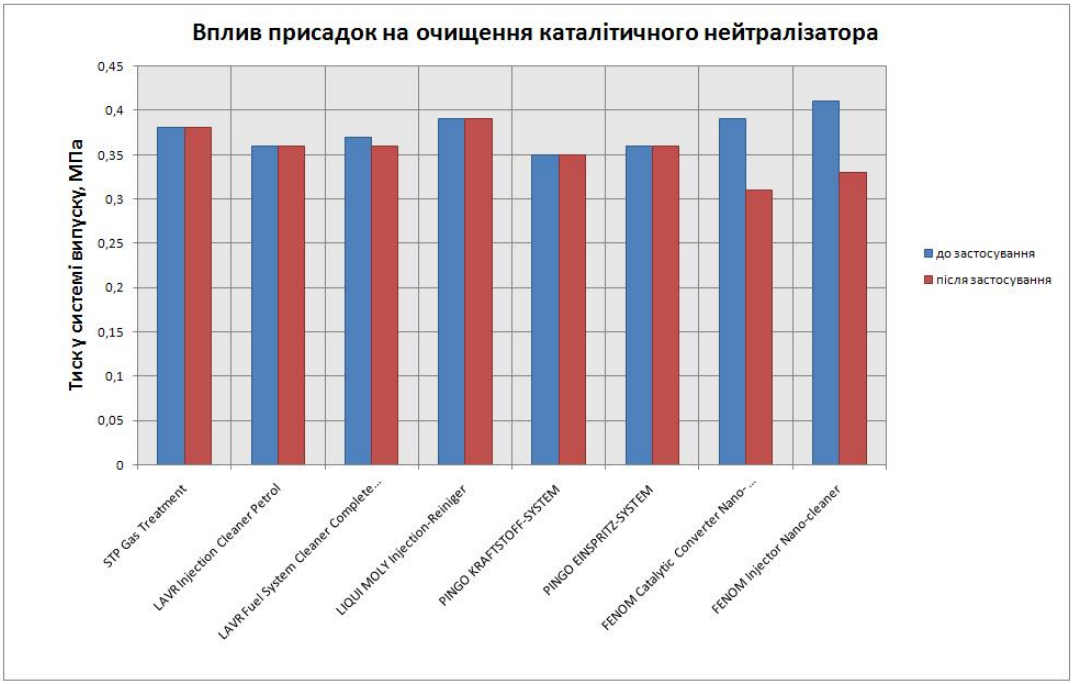


Рисунок 2.12. - Вплив присадок на зменшення внутрішнього опору каталітичного нейтралізатора автомобіля

Аналізуючи отримані дані з таблиці 2.7 та рис. 2.9 - 2.12 можна побачити, що всі присадки мають позитивний результат. При додаванні їх до моторних палив зафіксований приріст потужності, зменшення питомої витрати палива на режимі ХХ та на номінальному режимі, а деякі з них - позитивно впливають й на очищення каталітичного нейтралізатора. Найкращі результати показали такі присадки, як FENOM Catalytic Converter Nanocleaner та FENOM Injector Nanocleaner. Приріст

потужності FENOM Catalytic Converter Nanocleaner складає 0,9%, зменшення питомої витрати палива на режимі ХХ - 0,41%, а на номінальному - 0,19%. Також присадка FENOM Catalytic Converter Nanocleaner зменшує тиск у випускній системі з 0,39 до 0,31 МПа. Щодо присадки FENOM Injector Nanocleaner, то приріст потужності складає 0,76%, зменшення питомої витрати палива на режимі ХХ - 0,32%, а на номінальному режимі - 0,24%. При застосуванні даної присадки тиск у системі знизився з 0,41 до 0,33 МПа.

Загальний висновок наступний - застосування всіх очисних присадок показало гарні результати, хоча отримані дані дещо відрізняються від заявлених виробниками.

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

2.5.1. Теоретичне дослідження впливу опору системи випуску відпрацьованих газів на ефективні показники роботи ДВЗ. На цьому етапі проведені 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 2.8.

Таблиця 2.8. - Технічні характеристики двигуна автомобіля «Renault Logan»

Характеристика	Показник
Тип двигуна	чотиритактний, бензиновий, 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

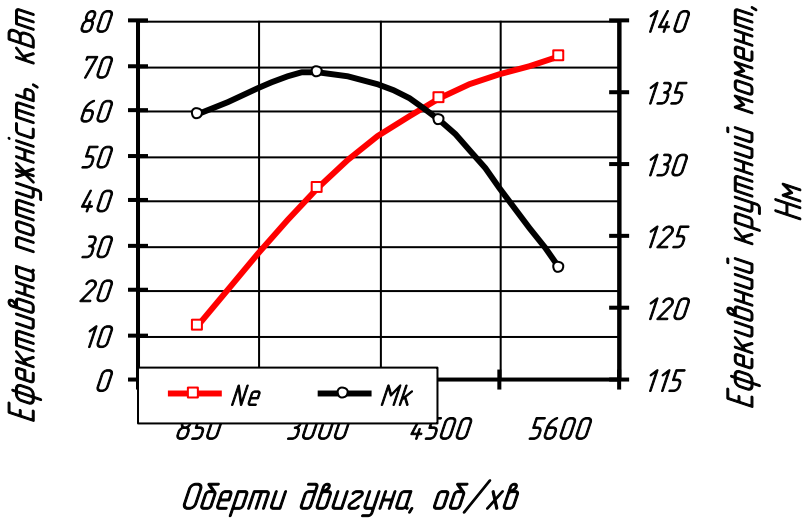
Визначаємо ефективні показники роботи двигуна для чотирьох швидкісних режимів його роботи (n_{xx}, n_M, n_N *та* n_{max}) використовуючи прикладну програму «MathCAD 2001» за таких умов:

1) для двигуна із новою системою випуску відпрацьованих газів у якої приймаємо за рекомендаціями [8] опір випускної системи $P_{г1} = 1{,}18P_0$ ($P_0 = 0{,}1 МПа$ - атмосферний тиск);

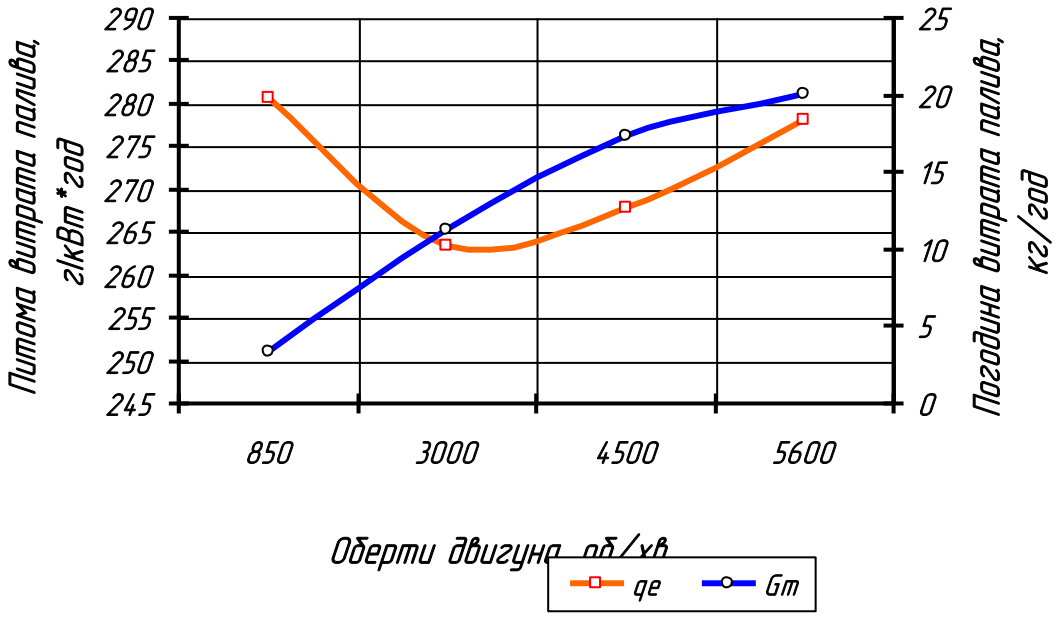
2) для двигуна із підвищеним опором системи випуску (моделюємо процес забивання елементів випускної системи). З метою скорочення обсягів розрахунків проводимо дослідження для трьох величин опору, а саме: $P_{г2} = 0{,}25 МПа$ та $P_{г3} = 0{,}5 МПа$.

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 2.9 та на рис. 2.12 – рис. 2.18.



а)



б)

Рисунок 2.12. - Зміна ефективних показників роботи двигуна «Renault Logan» з новою базовою системою випуску відпрацьованих газів (без ушкоджень та збільшеного внутрішнього опору) в залежності від швидкісного режиму роботи: а) потужності та крутного моменту; б) питомої та погодинної витрати палива

Таблиця 2.9. - 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 $\gamma_г$	Коефіцієнт наповнення η_V	Ефективна потужність N_e, кВт	Ефективний крутний момент $M_к$, 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

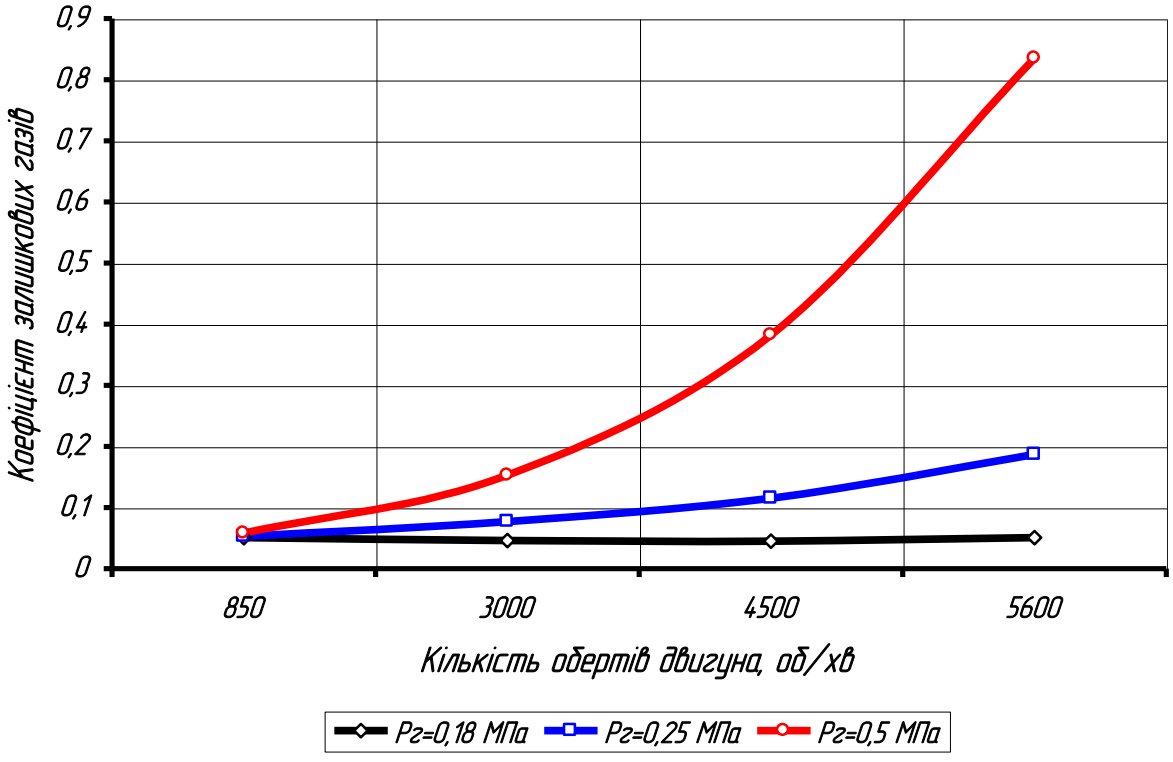


Рисунок 2.13. - Зміна коефіцієнта залишкових газів $\gamma_г$ двигуна «Renault Logan» в залежності від збільшення опору випускної системи

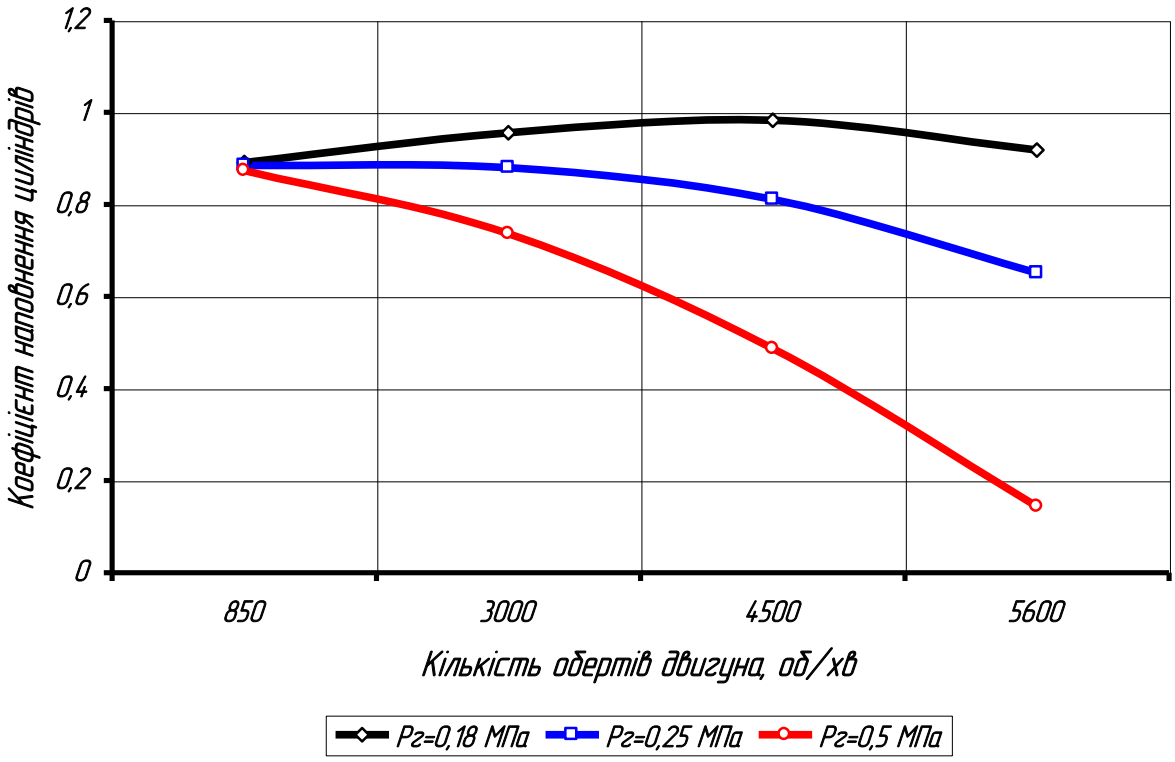


Рисунок 2.14. - Зміна коефіцієнта наповнення циліндрів свіжою сумішшю η_V двигуна «Renault Logan» в залежності від збільшення опору випускної системи

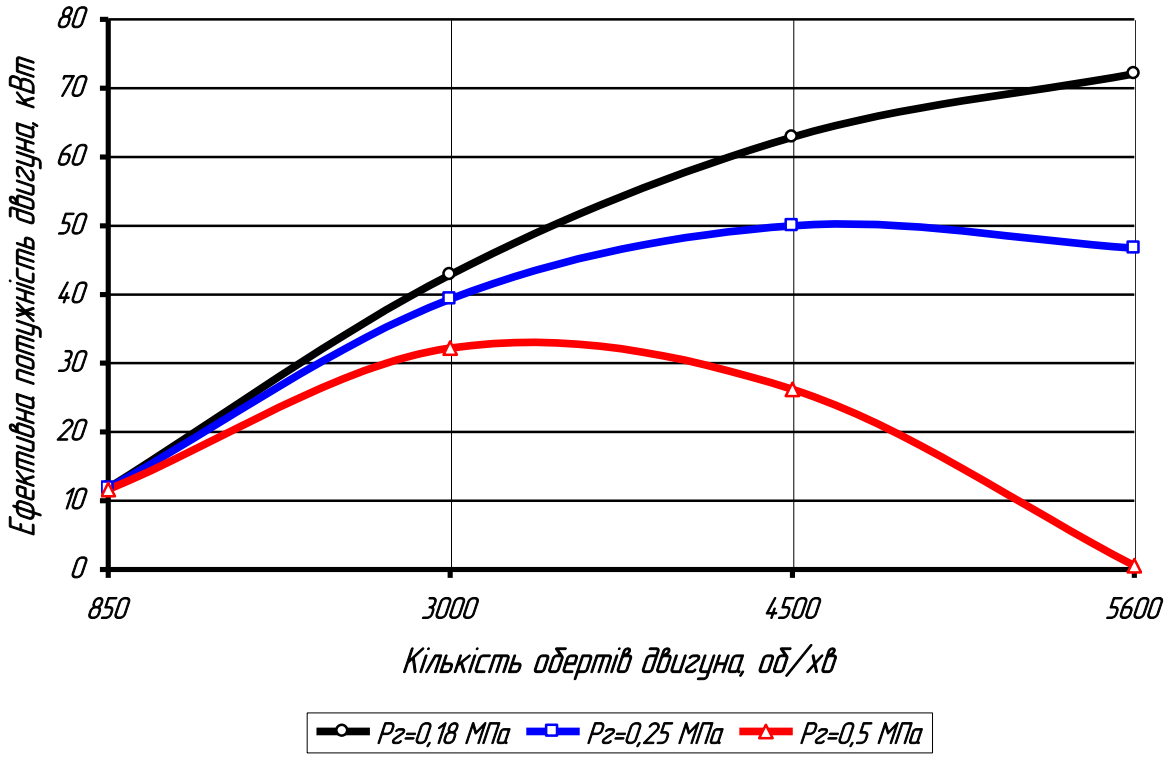


Рисунок 2.15. - Зміна ефективної потужності N_e двигуна «Renault Logan» в залежності від збільшення опору випускної системи

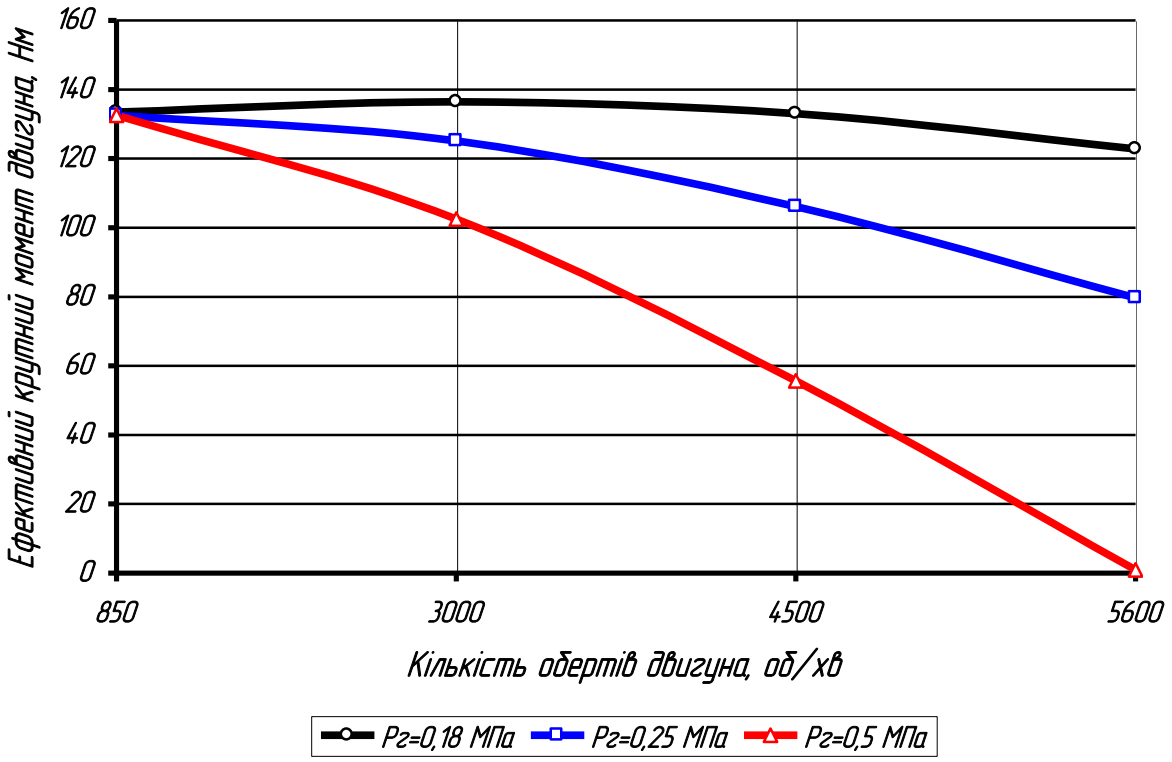


Рисунок 2.16. - Зміна ефективного крутного моменту $M_к$ двигуна «Renault Logan» в залежності від збільшення опору випускної системи

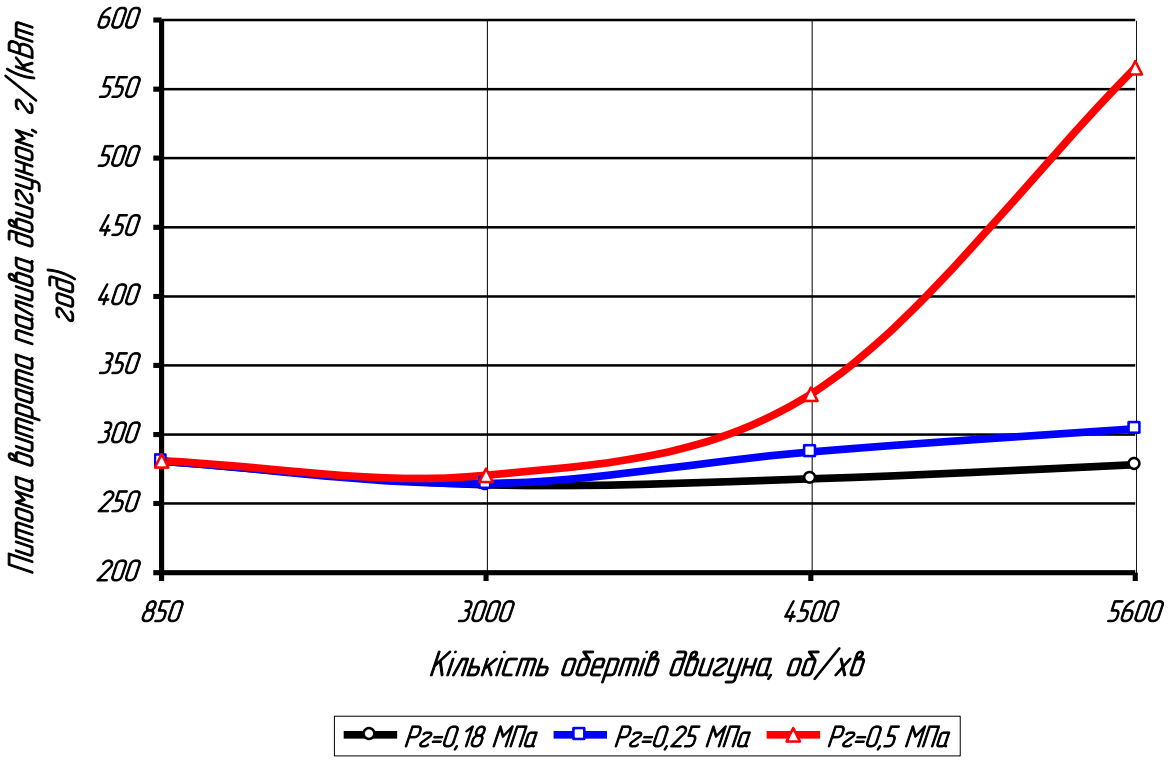


Рисунок 2.17. - Зміна питомої витрати палива q_e двигуна «Renault Logan» в залежності від збільшення опору випускної системи

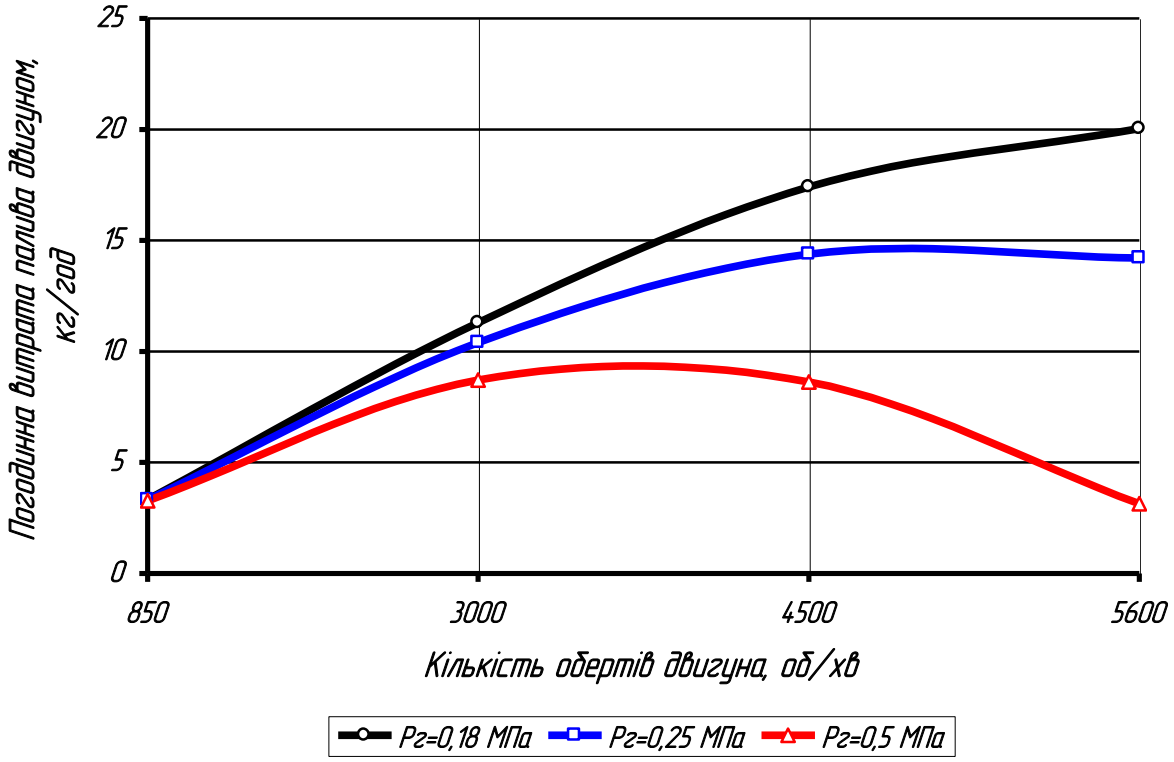


Рисунок 2.18. - Зміна погодинної витрати палива G_m двигуна «Renault Logan» в залежності від збільшення опору випускної системи

Аналіз наведених на рис. 2.12 – рис. 2.18 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 $P_г = 0{,}35\,МПа$.

2.5.2. Експериментальне дослідження тиску у випускній системі за показниками манометра. Випускні системи автомобілів, хоча й не мають деталей, що рухаються, й не вимагають мащення або періодичного обслуговування, проте, випробують на собі істотні динамічні навантаження. В просторі, обмеженому тонкою сталлю, є місце, де гази з температурою більш 1100 °С й під тиском, рухаються зі швидкістю звуку, взаємодіють з навколишнім середовищем або для допомоги двигунові в звільненні його циліндрів від відпрацьованих газів, або для протидії цьому процесу.

Так як потужність двигуна обумовлюється процесами згорання палива, то

чим більше палива ефективно згорить у двигуні, тим більшу потужність й відповідно об’єм відпрацьованих газів він «зробить». Фактично, збільшення потужності двигуна на 40%, як правило, подвоює зворотний тиск; те ж саме відбувається й при забивання елементів випускних систем – в першу чергу сот каталітичних нейтралізаторів (рис. 2.19), при незмінній потужності двигуна але вже в напрямку зменшення його потужності.

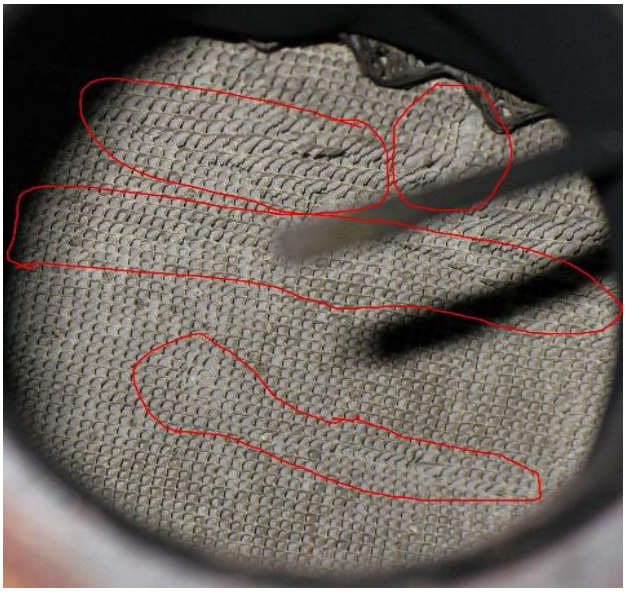


Рисунок 2.19. – Забиті соти каталітичного нейтралізатора, що перешкоджають руху відпрацьованих газів та підвищують рівень тиску у випускній системі

Для визначення технічного стану випускних систем та можливості їх подальшої експлуатації необхідно виміряти, який тиск розвивається у випускній системі конкретного автомобіля.

Для виміру зворотного тиску у випускному трубопроводі можна використовувати різні методики й лабораторне обладнання. Найбільш простими засобами виміру тиску відпрацьованих газів у випускній системі є манометр, кілька з'єднувачів та трубок (рис. 2.20).



Рисунок 2.20. – Комплект манометру, з’єднувальних шлангів та штуцерів

Манометр повинний бути розрахований на вимір тиску порядку 0,7 МПа (кгс/см^2); в крайньому випадку, можна скористатися манометром для виміру тиску палива. Найкраще мати манометр із великою шкалою для полегшення вимірів.

Для перевірки стану каталізатора за створюваним протитиском виміряємо зворотний тиск відпрацьованих газів, що дозволяє визначити можливість подальшої експлуатації або необхідність заміни каталізатора. Для цього перед каталізатором вварюються відбірні штуцери для відбору відпрацьованих газів. Доцільно використовувати штуцери з різьбою і формою каналу аналогічні штуцерам гальмівних трубок. Після завершення вимірів в штуцери загвинчуються пробки-заглушки. Ці пробки бажано виготовити з латуні, щоб забезпечити їх вільне відкручування в процесі експлуатації. Для вимірів у штуцер закручується гальмівна трубка довжиною 400…500 мм, що буде розсіювати надлишкове тепло. На зворотний кінець трубки надівається гумовий шланг, який приєднується до манометра з діапазоном, до 1 кг/см^3. Необхідно стежити, щоб шланг не стикався із деталями випускної системи.

Зворотний тиск виміряється при розгоні автомобіля з повністю відкритою дросельною заслінкою. Тиск за манометром визначаємо під час розгону при зростанні обертів і записуємо ці значення при різних значеннях обертів. Якщо значення зворотного тиску при роботі з повністю відкритою дросельною заслінкою перевищують 0,35 кг/см^3 в якій-небудь області обертів, то випускна система має потребу у втручанні.

Зворотний тиск вимірювали на нерухомому автомобілі розміщеному на підйомнику імітуючи його розгін із широко відкритою дросельною заслінкою. Для цього в кабіні залишався оператор який натискав на педаль акселератора у необхідний момент. При цьому, динаміка зміни зворотного тиску простежувалася при регулярному підвищенні обертів за показниками манометра. Методика проведення досліджень була наступна:

1) запускаємо двигун і визначаємо показники тиску у випускній системі за манометром (це і є протитиск на випуску);

2) піднімаємо оберти до 3000 об/хв та фіксуємо показники тиску у випускній системі за манометром;

3) піднімаємо оберти до 5000 об/хв та фіксуємо показники тиску у випускній системі за манометром. При цьому в жодному разі не слід перекручувати двигун. Достатньо 5…7 секунд роботи на цих обертах.

Крім цього, не варто використовувати манометр, що міряє до 3 кгс - він тиск може навіть не відчути. Максимум на манометрі 2 кгс, краще 0,5 (інакше погрішність буде порівнянна з величиною виміру)

Якщо діагностика стану каталізатора показала підвищений опір проходу відпрацьованих газів, то слід промити каталізатор вручну (із попереднім демонтуванням) або використовуючі спеціальні присадки до моторних палив. У разі неефективності очищення (наприклад при механічному ушкоджені нейтралізатора або оплавленні сот під дією високих температур) слід замінити каталітичний нейтралізатор.

Слід зазначити, що загалом будь-який зворотний тиск є небажаним, але до цього потрібно підходити практично, так як неможливо домогтися нульового опору випускної системи потоку відпрацьованих газів, отже - необхідно орієнтуватися на

допустимий інтервал зміни величини зворотного тиску. При цьому нами було враховано, що атмосферний тиск навколишнього середовища на виході із системи випуску є відмінним від нуля й складає 0,1 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^2).

Отримані з теоретичного дослідження дані (див. розрахунки попереднього пункту) дозволили прийняти значення допустимої величини зворотного тиску за показниками манометра близько 0,35 МПа (кгс/см^2) при роботі з повністю відкритою дросельною заслінкою в області підвищених обертів. У випадку збільшення значень тиску понад зазначену величину випускна система потребує ремонту (або заміни окремих її елементів).

Перед проведенням досліджень зворотного тиску всі системи двигуна відповідальні за величини ефективних показників було перевірено; недоліки в роботі систем усунуто, а саме:

1) перевірено величину компресії в циліндрах. У разі зменшення величини компресії понад 20% від номінальної та за умови неможливості її підвищення шляхом регулювань двигуни не піддавалися тесту;

2) перевірено та відрегульовано теплові зазори в механізмах газорозподілення;

3) перевірено роботу системи запалення;

4) перевірено технічний стан повітреочисної системи та системи паливоподачі тощо.

Так як проведення досліджень було лімітовано часом підготовки магістерської роботи та неможливістю оцінки параметрів випускних систем різних автомобілів, то вибіркові дослідження були проведені для автомобілів марки Renault різних моделей. При цьому загальна кількість досліджених автомобілів склала 12 одиниць.

Експериментального дослідження величин зворотного тиску у випускних системах автомобілів проводили після попереднього прогріву двигунів до робочої температури 85…90 ^{0}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. 3.23 та рис. 3.24.

Аналіз даних таблиці 2.10, таблиці 2.11, рис. 2.21 та рис. 2.22 дають підстави зробити наступні висновки:

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

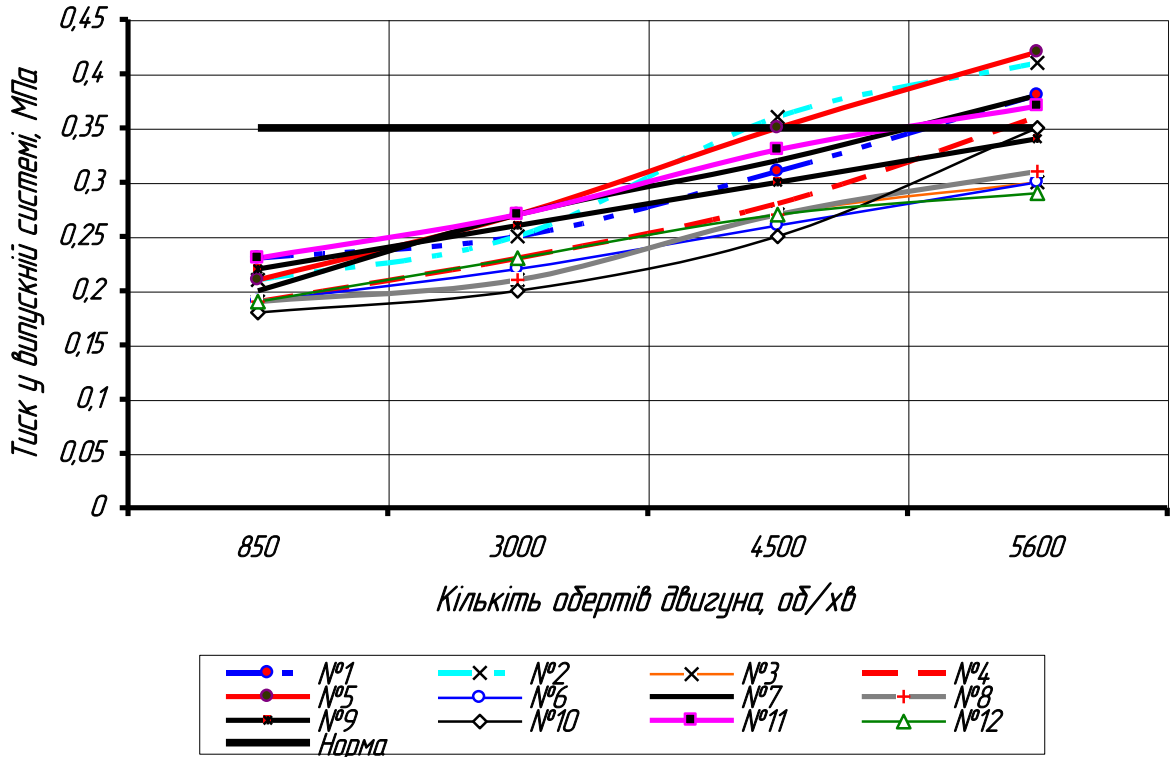


Рисунок 2.21. - Динаміка зміни величин зворотного тиску у випускних системах автомобілів в залежності від швидкісного режиму роботи двигунів «Renault»

(за результатами експериментального визначення тиску у двох точках випускної системи)

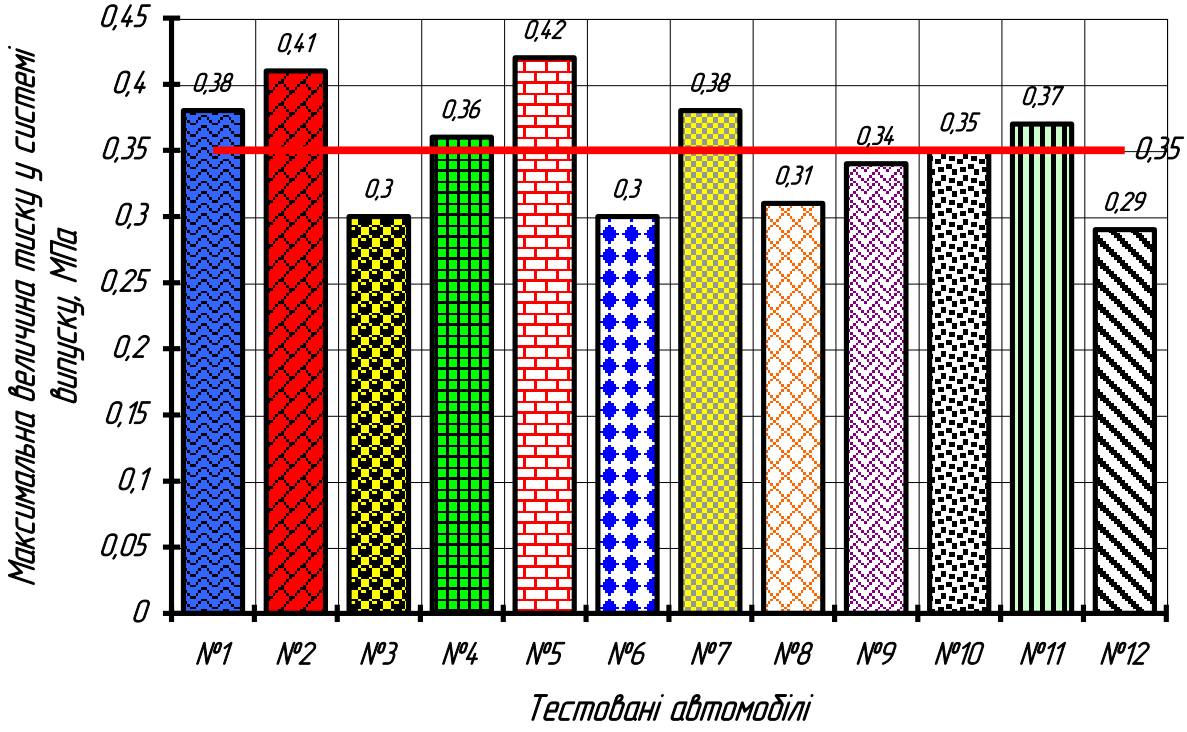


Рисунок 2.22. - Максимальні величини зворотних тисків у випускних системах тестованих автомобілів Renault

3. Деякі власники транспортних засобів дотримуються стратегії лише зовнішнього відновлення цілісності випускної системи намагаючись тим самим

відновити її працездатність. При цьому всі «зайві» елементи, які спричиняють підвищення рівня шуму (згадані у 2-му висновку відокремлені частини глушників, каталізаторів тощо) просто витрушуються з банок глушників через зроблений в їх боковинах отвір із наступним його заварюванням (або зашпаровуванням). При цьому не береться до уваги той факт, що в середині глушників відпрацьовані гази повинні рухатися по чітко визначених траєкторіях, проходячи через певні стримуючі елементи; саме при такій організації досягається ефект зниження шумності при збереженні низького опору проходженню цих газів, що позитивно впливає в першу чергу на високі показники ефективної потужності двигуна.

4. 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. В основному це стосується необхідності свердлування отворів у трубах із наступним приварюванням різьбових втулок; накриванням технологічних отворів заглушками, які в процесі експлуатації автомобіля можуть втратити рухомість (“прикипіти”) та не надати можливості повторного під’єднання вимірювального інструменту через певний період часу.

Крім того, лише за показниками внутрішнього опору випускної системи (або її елементів) доволі важко визначити зміну таких показників роботи двигуна як ефективна потужність, ефективний крутний момент та ін. 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 непряму, методику визначення стану випускних систем та їх впливу на ефективні показники двигуна.

2.6. Розробка практичних рекомендацій щодо зменшення рівня шкідливих викидів у відпрацьованих газах легкових автомобілів оснащених каталітичними нейтралізаторами в експлуатаційних умовах

Значна кількість газів, що не в повній мірі згоріли у камері згорання ДВЗ, потрапляють до каталітичного нейтралізатору, й може стати причиною його перегрівання та оплавлення. Задля запобігання цим й іншим ушкодження нейтралізатора відпрацьованих газів в експлуатаційних умовах слід дотримуватися наступних заходів:

- використовувати тільки високооктановий бензин із допустимим вмістом присадок, особливо тих, що підвищують октанове число;
- не експлуатувати автомобіль з надмірно низьким рівнем палива у паливному баці; у разі закінчення палива це може привести до перебоїв із запуском двигуна, створюючи надмірне навантаження на каталітичний нейтралізатор;
- двигун автомобіля не повинен працювати в режимі холостого ходу більше як 20 хвилин;
- слід уникати частого знаходження обертів двигуна в «червоній зоні» тахометру;
- не доцільно заводити двигун автомобіля шляхом його буксирування;

- не слід вимикати запалення під час руху автомобіля;

- необхідно підтримувати двигун в оптимальному температурному та технічному стані. Збої в електричній системі двигуна, електронній системі запалення, системі розподілу запалення або паливній системі можуть стати причиною надмірного підвищення температури каталітичного нейтралізатора;

- у разі появи ускладнень із запуском двигуна або при частих раптових його зупинках, слід якнайскоріше перевірити автомобіль на сучасному сервісному обладнанні;

- періодично доцільно здійснювати поїздки на дистанції тривалістю понад 100 км із швидкістю руху автомобіля в діапазоні 90…110 км/год. Дана процедура досить ефективно впливає на технічний стан каталітичного нейтралізатора;

- для створення оптимальних та ефективних режимів роботи каталітичного нейтралізатора та всієї системи зниження токсичності відпрацьованих газів, автомобіль слід періодично перевіряти у відповідності до графіку технічного обслуговування автомобіля.

3. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

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

Конструктивні особливості системи випуску були розглянуті на прикладі автомобіля марки «Renault Logan».

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. 3.1.). Усі елементи системи, окрім випускного колектора, зварені в єдине ціле. Фланець випускного колектора сполучений кульовим шарніром з фланцем приймальної труби. До труби, що сполучає каталітичний нейтралізатор і додатковий глушник, прикріплений гумово-металевий демпфер для гасіння резонансних коливань системи випуску. Система випуску підвішена до кузова на трьох гумових подушках. Над нейтралізатором, додатковим і основним глушниками і біля паливного бака встановлені теплозахисні екрани. Між випускним колектором і головкою блоку циліндрів встановлена металева ущільнююча прокладка [18].

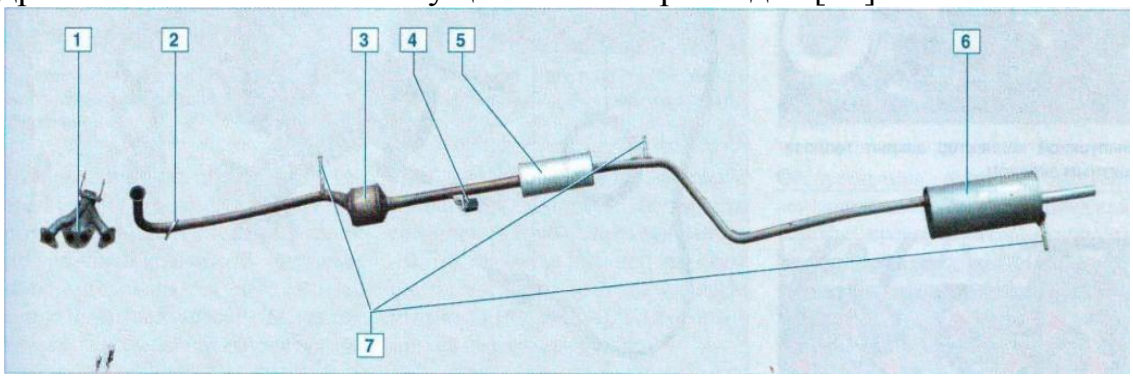


Рисунок 3.1. - Система випуску відпрацьованих газів:
1 - випускний колектор; 2 - притискна пластина кріплення приймальної труби до випускного колектора; 3 - каталітичний нейтралізатор відпрацьованих газів; 4 - демпфер, 5 - додатковий глушник; 6 - основний глушник; 7 - кронштейн підвіски системи.

Система випуску відпрацьованих газів включає декілька конструктивних елементів, серед яких випускний колектор, каталітичний нейтралізатор, глушник та з'єднувальні труби. Відмінністю випускних систем дизельних двигунів є наявність перед каталітичним нейтралізатором сажового фільтру для уловлення часточок сажі – незгорівших вуглеводнів (рис. 3.2).



Рисунок 3.2 - Сажовий фільтр системи відпрацьованих газів дизельного двигуна

Для ущільнення шарнірного з'єднання випускного колектора та приймальної труби застосовується надіте на фланець випускного колектора кільце з композитного матеріалу із 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 доповнені гайками, наверненими на шпильки [18].

Випускний колектор закритий теплозахисним екраном й кріпиться сімома гайками до шпильок головки блоку циліндрів ДВЗ. У нижній частині випускного колектора встановлений датчик концентрації кисню у відпрацьованих газах (лямбда-зонд) (рис. 3.3.) [18].

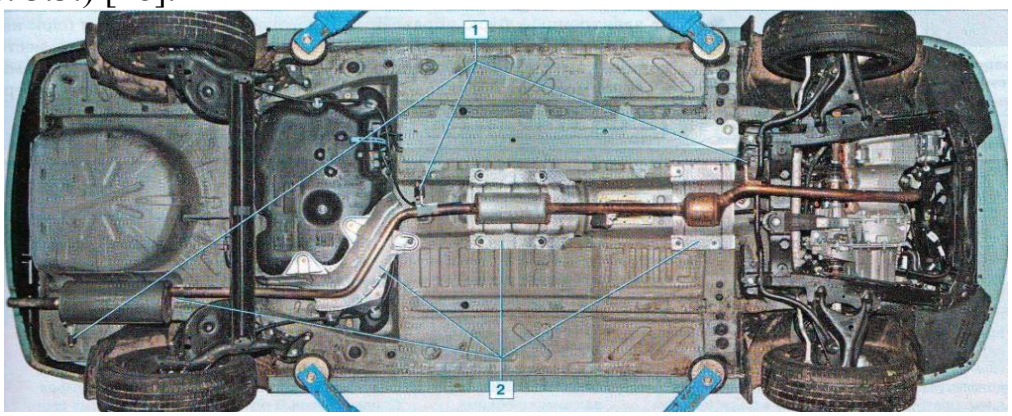


Рисунок 3.3. - Розташування системи випуску відпрацьованих газів на автомобілі (захист силового агрегату для наочності знятий):

1 - гумова подушка підвіски системи випуску, 2 - теплозахисний екран.

Випускний колектор забезпечує безпосереднє відведення відпрацьованих газів, а також продувку циліндрів двигуна. Форма та розміри випускного колектора визначають характер коливального процесу відпрацьованих газів у випускній системі, й у підсумку впливають на потужність і крутний момент двигуна. Хвильовий процес руху відпрацьованих газів у випускній системі повинен бути узгоджений із хвильовим рухом паливно-повітряної суміші у впускній системі.

На випускний колектор діє найбільше температурне навантаження, тому він виготовляється, як правило, із 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 сталевою оболонкою.

Каталітичний нейтралізатор призначений для зменшення концентрації шкідливих речовин у відпрацьованих газах. Різні моделі автомобілів відрізняються 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. Виконують це для більш швидкого прогріву, так як ефективно він працює лише при температурі понад 300 ^{0}C. Недоліком такого розташування є занадто високі температури, а отже й короткий термін служби пристрою.

Процес горіння бензиново-повітряної суміші не досконалий і крім нешкідливих речовин при роботі двигуна виділяються токсичні і шкідливі речовини. Цими речовинами є: вуглеводні (CH_x) - основний компонент смогу, оксиди азоту (NO_x) та окис вуглецю (CO) - отруйні гази без кольору та запаху.

Сучасні каталітичні нейтралізатори є трикомпонентними, тобто оснащені трьома каталітичними перетворювачами, по одному на кожну речовину, яку необхідно знищити. Трикомпонентний нейтралізатор виконаний у вигляді єдиного металевого корпусу із нержавіючої сталі, в якому знаходиться «стільникова» конструкція або рідше конструкція типу «керамічні бусини». Стільникова конструкція буває металевою або керамічною та покрита речовинами-каталізаторами (як правило це платина, родій або паладій, хоча останнім часом починають застосовувати й золото, так як воно дешевше інших металів-каталізаторів). Керамічна конструкція більш поширена, тому що дешевша, однак у такої конструкції є суттєвий недолік – крихкість; достатньо незначного ударного навантаження для того, щоб керамічні стільники обсипалися.

На дизельних двигунах застосовується сажовий фільтр, який забезпечує зниження викиду сажі в атмосферу із відпрацьованими газами. У випускній системі сажовий фільтр може бути об'єднаний із каталітичним нейтралізатором.

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

В сучасних системах управління встановлюється два кисневі датчики - один перед каталітичним нейтралізатором, інший - за ним. Крім кисневого датчика у випускній системі можуть встановлюватися інші вхідні пристрої: датчик температури відпрацьованих газів, датчик оксидів азоту тощо.

Глушник призначений для зниження рівня шуму й перетворення енергії відпрацьованих газів. Складається він з декількох частин; в більшості конструкцій включає два елементи - попередній глушник (резонатор) та основний глушник. Зниження шуму в глушнику відбувається за рахунок накладення звукових хвиль, багаторазової зміни напрямку й величини потоку відпрацьованих газів, а також їх поглинання.

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

Першим типом поломки вважаються порушення роботи глушника - основної частини випуску газів, що може мати наступні дефекти [14, 15]:

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

Причиною поломки глушника можуть бути: механічні ушкодження (рис. 3.4 а), вплив зовнішнього середовища у вигляді повітря, води й агресивних хімічних речовин, велика зношеність (див. рис. 1.7-1.9), пов'язана із закінченням терміну служби, ну й використання деталей низької якості.

Другий тип поломки, найбільш розповсюджений на сьогодні - каталітичний нейтралізатор, що має низькі робочі показники. Характерними ознаками цього є:

- порушення роботи керамічного блоку носія, забруднення (див. рис. 1.6), оплавлення (див. рис. 1.5) або повне руйнування (див. рис. 2.4);

- ушкодження корпуса нейтралізатора.

Причиною оплавлення блоку носія є догорання паливо-повітряної суміші в самому нейтралізаторі. Деформація цілісності корпуса нейтралізатора відбувається

під час механічного впливу, або різкого перепаду температур. Крім цього, такі ушкодження можуть бути спричинені використанням бензину низької якості, що має у своєму складі шкідливі присадки, а також згоранням моторної оливи, під час роботи двигуна.

Вихід з ладу кисневого датчика обумовлений непрацюючий нагрівачем, проблемами із керамічним наконечником та окислюванням електричних контактів, також є частою поломкою. Основним способом усунення дефектів такого датчику є його заміна.

Причинами передчасного виходу з ладу лямбда-зонду є:

- застосування бензину із вмістом в ньому нерегламентованих присадок;
- багаторазовими невдалими спробами запуску двигуна, в результаті яких у випускному трубопроводі накопичуються пари незгорілого палива, здатного зайнятися із утворенням ударної хвилі;
- перегріванням датчика, викликаним перебоями в запалюванні, порушеннями в системі контролю випередження запалювання, тривалою роботою двигуна на надмірно збагачених паливних сумішах;
- надмірними частотними режимами роботи двигуна.

Можливими ознаками виходу з ладу кисневого датчика виступають:

- сигнал бортової системи діагностики (індикація контрольної лампи «CHECK ENGINE» та фіксація кодів несправностей у пам'яті контролера);
- короткочасне включення контрольної лампи «CHECK ENGINE» під час прискорення автомобіля;
- нестійка робота двигуна в режимі обертів холостого ходу;
- підвищена витрата палива та погіршена динаміка автомобіля;
- потріскування й запах гару в зоні розташування нейтралізатора, а також надмірний нагрів останнього.

3.3. Складання технологічних карт на ТО та ремонт систем випуску відпрацьованих газів легкових автомобілів

З метою раціональної організації праці робітників і контролю якості робіт з ТО і ремонту автомобілів (рухомого складу), їх агрегатів, вузлів, систем і механізмів розробляються і складаються технологічні карти ТО і ПР (постові і оперативні) [19].

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 [17, 19].

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 [17, 19].

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 [17, 19].

Вихідними даними для розробки технологічних карт у даному випадку є [19]:

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

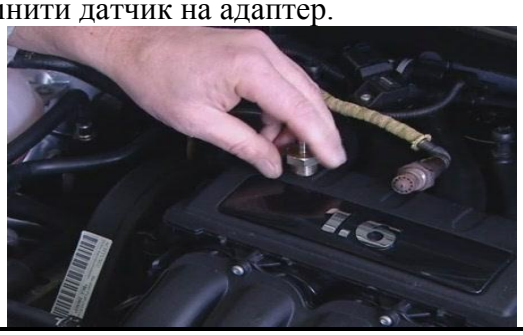
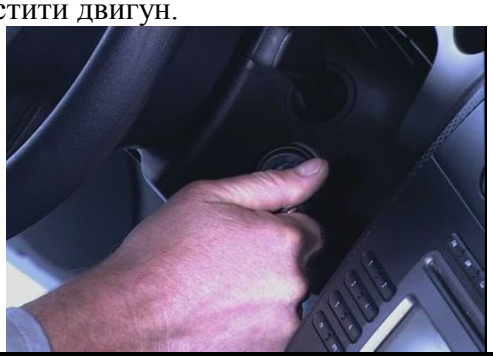
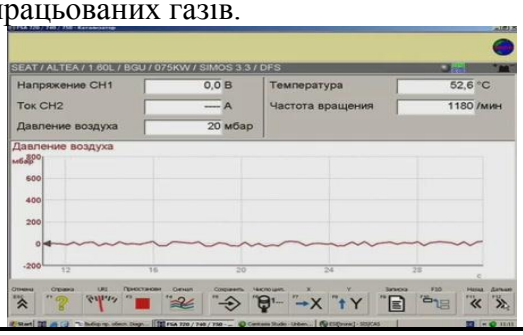
Так як в об'ємі даної магістерської роботи не представляється можливим навести повний технологічний процес ТО та ремонт всіх елементів систем випуску відпрацьованих газів легкових автомобілів, то з огляду на їх практичну ідентичність в конструкціях, в якості прикладу розробляємо технологічні процеси:

- перевірки системи випуску відпрацьованих газів автомобіля «Renault Logan» (таблиця 3.1);
- заміни каталітичного нейтралізатора автомобіля «Renault Logan» (таблиця 3.2).

Таблиця 3.1. - Технологічна карта на перевірку випускної системи автомобіля «Renault Logan»

№ опер.	**Зміст операції, що виконується та її технологічна карта**	**Обладнання та інструмент**	**Розряд робіт**	**Норма часу, люд-год.**
-1-	-2-	-3-	-4-	-5-
005	Викрутити датчик кисню з випускного колектора. 	1. Ключ на «22». 2. Адаптер. 3. Шланг для вимірювання тиску.	4	0,05

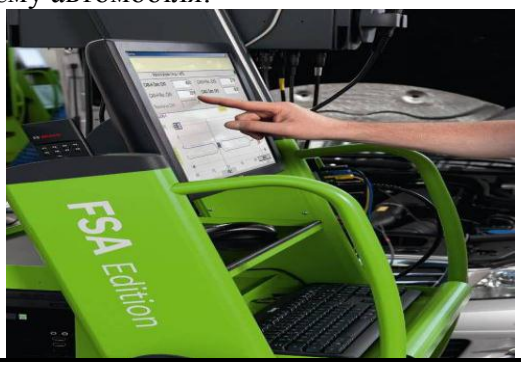
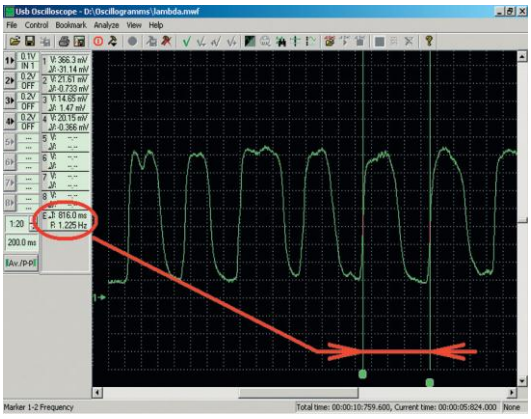
Продовження таблиці 3.1.

-1-	-2-	-3-	-4-	-5-
010	Замінити датчик на адаптер. 	1. Мотортестр Bosch FSA 750 2. Адаптер.	4	0,05
015	На адаптер одягти шланг для вимірювання тиску. 	1. Мотортестр Bosch FSA 750. 2. Адаптер. 3. Шланг для вимірювання тиску.	4	0,03
020	Запустити двигун. 	1. Мотортестр Bosch FSA 750. 2. Адаптер. 3. Шланг для вимірювання тиску.	4	0,02
025	Отримати дані про стан системи випуску відпрацьованих газів. 	1. Мотортестр Bosch FSA 750. 2. Адаптер. 3. Шланг для вимірювання тиску.	4	0,15
030	За мітками відміряти точку різання. 	1. Підіймач електро-гідравлічний двостій-ковий LAUNCH TLT-235SBA. 2. Штангенциркуль. 3. Лінійка. 4. Кутова шліфува-льна машинка. 5. Ключ торцевий на 13 мм.	2	0,05

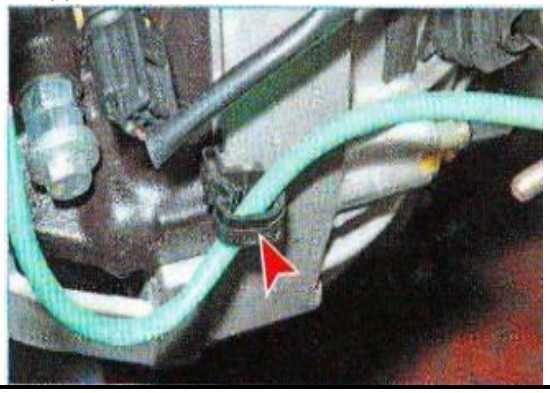
Продовження таблиці 3.1.

-1-	-2-	-3-	-4-	-5-
035	Між трубою і днищем автомобіля помістити теплозахисний екран. 	1. Підіймач електро-гідравлічний двостій-ковий LAUNCH TLT-235SBA. 2. Екран теплозахист-ний.	2	0,05
040	Розрізати випускну трубу. 	1. Підіймач електро-гідравлічний двостій-ковий LAUNCH TLT-235SBA. 2. Кутова шліфува-льна машинка.	2	0,05
045	Відвернути 2 гайки з кріплення прийомної труби. 	1. Підіймач електро-гідравлічний двостій-ковий LAUNCH TLT-235SBA. 2. Ключ торцевий на 13 мм.	2	0,15
050	Зняти пружини. 	1. Підіймач електро-гідравлічний двостій-ковий LAUNCH TLT-235SBA. 2. Ключ торцевий на 13 мм.	2	0,02
055	Очистити фланець випускного колектора. 	1. Підіймач електро-гідравлічний двостій-ковий LAUNCH TLT-235SBA. 2. Щітка.	2	0,03

Продовження таблиці 3.1.

-1-	-2-	-3-	-4-	-5-
060	Зняти кронштейн прийомної труби з подушки і демонтувати нейтралізатор в зборі із прийомною трубою. 	1. Підіймач електро-гідравлічний двостій-ковий LAUNCH TLT-235SBA.	2	0,05
065	Підключити мотортестер до діагностичного роз'єму автомобіля. 	1. Мотортестр Bosch FSA 750.	4	0,05
070	Провести перевірку двигуна на різних режимах. 	1. Мотортестр Bosch FSA 750.	4	0,25
075	Віджати фіксатор колодки джгуту системи управління двигуном. 	1. Викрутка. 2. Ключ на 22».	2	0,03

Продовження таблиці 3.1.

-1-	-2-	-3-	-4-	-5-
080	Вийняти з пластмасового утримувача джгут дротів датчика кисню. 		2	0,02
085	Ключем на "22" вивернути датчик кисню з отвору випускного колектору і зняти його. 	1. Підіймач електро-гідравлічний двостій-ковий LAUNCH TLT-235SBA. 2. Ключ на 22 мм з відкритим зівом.	2	0,10
РАЗОМ				**1,15**

Таблиця 3.2 - Технологічна карта на заміну каталітичного нейтралізатора автомобіля «Renault Logan»

№ оп ер.	**Зміст операції, що виконується та її технологічна карта**	**Обладнання та інструмент**	**Розряд робіт**	**Норма часу, люд-год.**
-	-2-	-3-	-	-5-
005	Розмістити автомобіль на підйомнику. Виключити запалення, відкрити капот та від'єднати дріт від клеми "-" акумуляторної батареї за допомогою гайкового ключа на 10 мм. Підняти автомобіль на підйомнику. 	1. Підіймач електро-гідравлічний двостій-ковий LAUNCH TLT-235SBA. 2. Ключі 10 мм - 1 штука, та 13 мм - 2 штуки з комплекту ключів гайкових із відкритими зівами двосторонні РАСО мод. И105М-1.	3	0,15

-	-2-	-3-	-	-5-
010	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 хомута. Розтиснути фланці викруткою та роз'єднати фланці каталітичного нейтралізатора та труби основного глушника. 	1. Підіймач електро-гідравлічний двостій-ковий LAUNCH TLT-235SBA. 2. Викрутка з плоским жалом з набору автомеханіка. 3. Засіб WD-40.	3	0,12
015	**Примітка.** У разі неможливості від'єднання фланців каталітичного нейтралізатора та приймної 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 різу позначаємо маркером. 	1. Підіймач електро-гідравлічний двостій-ковий LAUNCH TLT-235SBA. 2. Шліфмашина кутова з діаметром кругу 180 мм. 3. Круг відрізний по металу діаметром 180 мм. 4. Маркер. 5. Універсальний ка-талізатор BOSAL 099-948.	3	0,20
020	**Примітка.** Місця розпилу необхідно обрати якмога ближче до корпусу оригінального каталітичного нейтралізатора. Різання проводимо кутовою шліфмашиною відрізним кругом діаметром. При різанні другого різу слід скористатися допомогою помічника для	1. Підіймач електро-гідравлічний двостій-ковий LAUNCH TLT-235SBA. 2. Шліфмашина кутова з діаметром	3	0,3

Продовження таблиці 3.2

-	-2-	-3-	-	-5-

		3. Круг відрізний по металу діаметром 180 мм. 4. Маска захисна.		
025	Демонтувати каталітичний нейтралізатор.  	1. Підіймач електро-гідравлічний двостій-ковий LAUNCH TLT-235SBA.	3	0,05
030	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. 	1. Підіймач електро-гідравлічний двостій-ковий LAUNCH TLT-235SBA. 2. Шліфмашина ку-това з діаметром кругу 180 мм. 3. Круг відрізний по металу діаметром 180 мм. 4. Маска захисна. 5. Універсальний ка-талізатор BOSAL 099-948.	3	0,16

Продовження таблиці 3.2

-	-2-	-3-	-	-5-

035	**Примітка.** Для зручності проведення зварю-вальних операцій необхідно скористатися допомогою помічника. Розмістити новий універсальний нейтралізатор на вивільнене місце. Проконтролювати 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. 	1. Підіймач електро-гідравлічний двості-йковий LAUNCH TLT-235SBA. 2. Зварювальний напі-вавтомат для зварюва-ння дротом в серед-овищі CO_2. 3. Маска зварювальна. 4. Універсальний ка-талізатор BOSAL 099-948.	4	0,35
040	Після охолодження місць зварювання прове-сти запуску двигуна та проконтролювати герметичність зварювальних швів.  	1. Підіймач електро-гідравлічний двості-йковий LAUNCH TLT-235SBA.	3	0,10
	РАЗОМ			**1,4**

При визначенні норм часу на проведення операцій демонтування елементів випускних систем автомобілів наведених в таблицях 3.1-3.2 було використано нормативи [20], які призначені для застосування в автотранспортних та автосервісних підприємствах для нормування праці робітників-відрядників.

В основу використаних типових норм було покладено:

- дані фото-хронометражних 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 3.1 - 3.2, 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 с.

4. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

4.1. 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) (рис. 4.1).

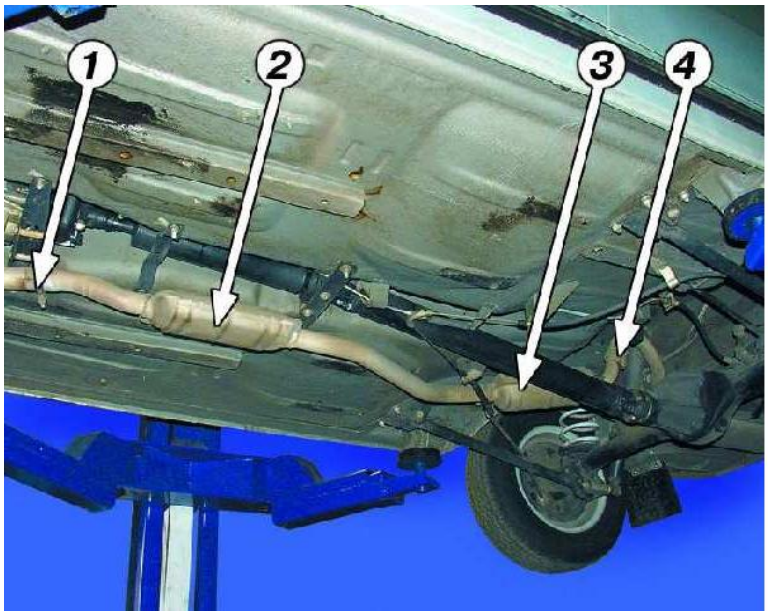


Рисунок 4.1. - Елементи системи випуску відпрацьованих газів:

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. 4.2), 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 елементу у випадку виникнення пошкодження більшість автовиробників виробляє систему випуску не суцільною, а поелементною із відповідними з'єднаннями (рис. 4.3).

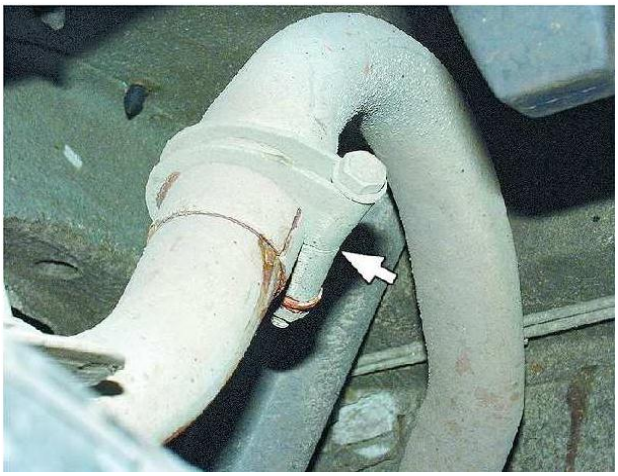


Рисунок 4.2. - Просторова конфігурація труб системи випуску



Рисунок 4.3. - З'єднання елементів випускних систем по трубопроводах

В процесі експлуатації, як вже зазначалося, 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 елементу обумовлюється й матеріалом з якого виготовлено вироби (сталь, нержавіюча сталь та ін.) та способом з'єднання розбірних й нерозбірних з'єднань систем випуску.

Під час проведення ремонтних операцій дуже актуальною є необхідність виготовлення нових, складної конфігурації, трубопроводів (на заміну видаленим оригінальним) у повній відповідності до конфігурації базових. Проблемою є забезпечення геометрії трубопроводів без порушення цілісності внутрішньої поверхні – гострі крайки або брижі на внутрішній поверхні труб не допускаються, у разі їх наявності виникають значні опори руху відпрацьованим газам та можливе осадження твердих залишків продуктів згорання із поступовим інтенсивним зменшенням поперечного перерізу випускного каналу й, як наслідок, зменшення ефективної потужності двигуна, збільшення витрати палива та погіршення розгінної динаміки автомобіля тощо.

Формування ж плавних заокруглень випускних труб відповідних радіусів у різних площинах без використання спеціального технологічного обладнання практично нездійсненне. Все вищесказане приводить до формування наступного висновку: під час проведення поточного ремонту випускних систем у виробничому процесі доцільно й необхідно використовувати спеціальне обладнання – стенд для згину труб випускних систем автомобілів.

4.2. Призначення, будова та загальний принцип роботи оригінального стенду для згину труб випускних систем автомобілів

Конструкція стенду для згину труб проста, не потребує значних капітальних вкладень при його проектуванні, виготовленні та експлуатації, забезпечує можливість здійснювати повний перелік робіт при виготовленні (ремонті) труб

випускних систем легкових автомобілів різних марок і моделей не потребуючи високої кваліфікації робітника та попередньої його підготовки.

Стенд має наступну конструкцію (рис. 4.4). На звареному каркасі 1 стенду встановлена гідравлічна станція 2, яка складається з електродвигуна з насосом та масляного баку. Привід насосу здійснюється від електродвигуна через запобіжну втулочно-пальцеву муфту. Олива, 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.

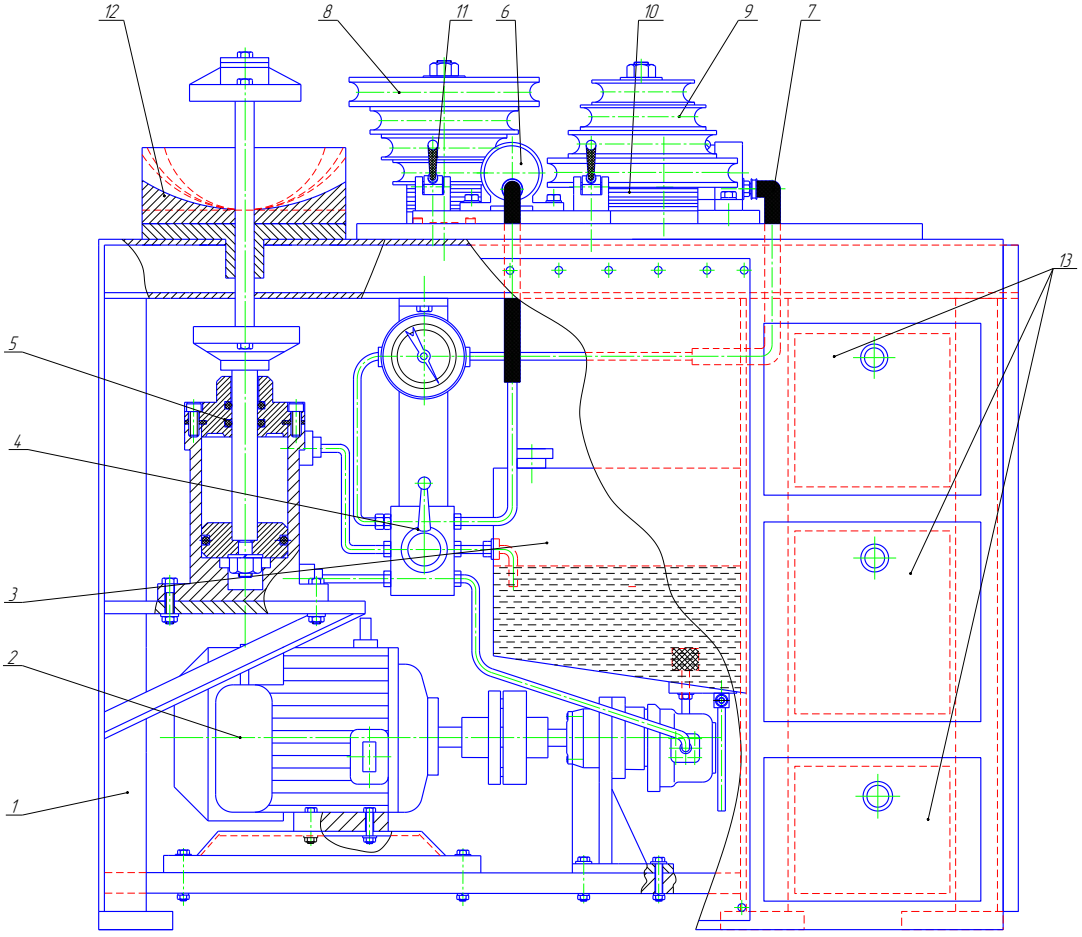


Рисунок 4.4. - Конструкція стенду для гнуття труб випускних систем легкових автомобілів із гідравлічним приводом оригінальної конструкції:

1 – каркас стенду; 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.

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 стенду, 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, стенд оснащений системою контролю за тиском робочої рідини в гідравлічній мережі та шухлядами 13 для зберігання матриць та інструменту.

4.3. Розрахунки основних елементів стенду

Так як в об'ємі конструкторського розділу магістерської роботи не представляється можливим провести в повному обсязі конструкторські і перевірочні розрахунки всіх структурних елементів стенду обмежуємося проведенням основних.

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

4.3.1. Розрахунок та підбір гідравлічного насосу. Першим етапом є вибір конструктивних параметрів насосу, який повинен створювати тиск в напірній магістралі стенду. Вихідними даними для цього розрахунку є середній тиск в напірній магістралі, який приймаємо - $P = 10,0$ *МПа* [21].

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.

Приймаємо для створення тиску робочої рідини в напірній магістралі стенду шестеренний насос НШ-10У-2 який має наступні технічні характеристики:

Робочий об'єм, см^3 ……..10
Мінімальна частота обертання, об/хв ……900
Номінальна частота обертання, об/хв ……1500
Максимальна частота обертання, об/хв ……2400
Номінальна продуктивність, л/хв ……..18
Номінальний тиск на виході з насосу, Па ……140
Коефіцієнт подачі ……..0,97
ККД ……0,875
Маса, кг ……1,8
Номінальна споживана потужність приводу, кВт ….0,7

4.3.2. Вибір електродвигуна приводу. Для розрахунку і підбору електродвигуна розробляємо схему приводу гідравлічної системи (рис. 4.5) [21].

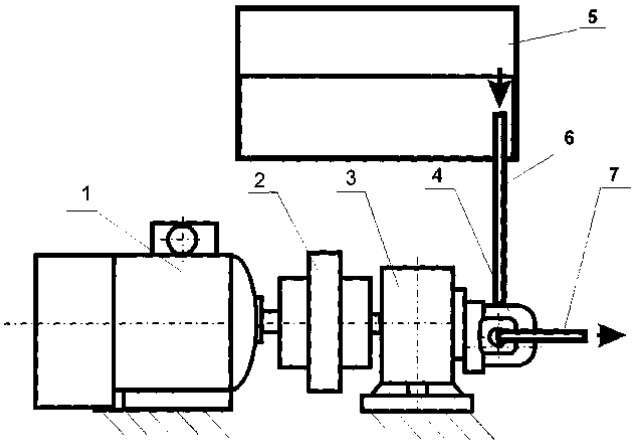


Рисунок 4.5. - Схема гідравлічної насосної станції стенду:
1 - електродвигун; 2 – муфта; 3 – опора силова; 4 – насос шестеренний;
5 - гідробак; 6 – магістраль всмоктування; 7 – магістраль нагнітання.

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 насосу. Отже при виборі типу та марки двигуна слід спиратися на величину обертів насоса - $n_{нас} = 900...2400 об/хв.$ [21]

Визначаємо коефіцієнт корисної дії передачі за формулою [21, 22]:

$$\eta = \eta_{оп}^2 \cdot \eta_м \cdot \eta_{нас}, \tag{4.1}$$

де $\eta_м$ - коефіцієнт корисної дії муфти; приймаємо $\eta_м = 0,98$.

$\eta_{оп}$ - коефіцієнт корисної дії підшипникової опори; приймаємо, що підшипникова опора має два підшипники кочення, отже $\eta_{оп} = 0,99$;

$\eta_{нас} = 0,875$ - 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 $N_{нас} = 0,7 кВт$:

Визначаємо потужність двигуна, яка потрібна для роботи стенду [23, 24]:

$$P_{дв} = \frac{P_p}{\eta} = \frac{0,7}{0,84} = 0,83 \ кВт. \tag{4.2}$$

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

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

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

4.3.3. Перевірочний розрахунок призматичної шпонки силового валу приводу шестеренного насосу. Конструктивно силовий вал передає зусилля від муфти на ведучу шестерню насосу НШ 10-У2 (поз. 5 на кресленні МР.АТ.22.01.41.09.00.00.СК графічної частини роботи). При цьому для передачі крутного моменту було прийнято шпонкове з'єднання.

Для діаметру вихідного кінця силового валу під маточину муфти ($d_в = 15\,мм$) було прийнято призматичну шпонку з розмірами 1-5×5×22 мм за ГОСТ 23360-78 [21, 22].

Проводимо перевірочний розрахунок шпонки на зминання. Умова міцності при цьому виді навантаження визначається як [23, 24]:

$$\sigma_{зм} = \frac{F_1}{A_{зм}} \le [\sigma]_{зм}, \qquad (4.3)$$

де F_1 - 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 зрушенням ведучої шестерні з місця. При подальшій роботи силового приводу крутний момент на валу буде значно менший. Приймаємо за технічними характеристиками насосу НШ-10-У2 (за даними виробника ПАТ «Гідросила» м. Кропивницький) - $F_1 = 18\,кН$.

$A_{зм}$ - площа зминання, мм^2;

$$A_{зм} = (0{,}94h - t_1)l_p, \qquad (4.4)$$

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

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

Отже площа зминання складе:

$$A_{зм} = (0{,}94 \cdot 5 - 3) \cdot 18 = 30{,}6\,мм^2.$$

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

Перевіряємо умову міцності на зминання [21, 22]:

$$\sigma_{зм} = \frac{F_1}{A_{зм}} \le [\sigma]_{зм}, \qquad (4.5)$$

$$\sigma_{зм} = \frac{1800}{30{,}6} = 58{,}8\frac{Н}{мм^2} \le [\sigma]_{зм} = 110{,}0\frac{Н}{мм^2}.$$

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

4.3.4. Розрахунок болтів кріплення силової опори (рис. 5.13) до корпусу стенду [21, 22]. Кріплення здійснюємо за допомогою чотирьох болтів М8×40.109.40Х.019 ГОСТ 11738-84 з шестигранною головкою під ключ.

Напруження зрізу в різьбі болта визначаємо за формулою [21, 22]:

$$\tau_{зр} = \frac{Q_З}{\pi \cdot d_1 \cdot K \cdot H \cdot K_m} \le [\tau_{зр}]МПа, \qquad (4.6)$$

де $Q_З$ – зусилля затягування від моменту затяжки;

d_1 – внутрішній діаметр різьби (d_1 =6,918 мм);

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

H – висота гайки (H=13 мм);

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

В свою чергу [21, 22]:

$$Q_3 = \frac{M_{зат}}{\frac{d_c}{2} tg(\psi + \rho') + \frac{1}{3} f \frac{D_{кл}^3 - d_c^3}{D_{кл}^2 - d_c^2}} H, \quad (4.7)$$

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

d_c – середній діаметр різьби;

ψ - кут підйому різьби ($\psi = 2^0 30'$);

ρ' - кут тертя різьби:

$$\rho' = \frac{\rho}{\cos\frac{\alpha}{2}}, \quad (4.8)$$

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

α - кут профілю різьби ($\alpha = 60^0$).

Тоді: $$\rho' = \frac{8^0 32'}{\cos 30^0} = \frac{8^0 32'}{0.8^{66}} = 9^0 51'.$$

І, нарешті, $D_{кл}$ – діаметр ключа ($D_{кл}$ =13 мм).

Визначаємо зусилля затягування від моменту затяжки:

$$Q_3 = \frac{8000}{\frac{7{,}42}{2} tg(2^0 30' + 9^0 51') + \frac{1}{3} \cdot 0.15 \frac{13^3 - 7{,}42^3}{13^2 - 7{,}42^2}} = 27304{,}5\, H.$$

Підставивши усі необхідні величини отримуємо напруження зрізу в різьбі болта :

$$\tau_{зр} = \frac{27304{,}5}{3.14 \cdot 6.918 \cdot 13 \cdot 0.87 \cdot 0.75} = 148{,}2\, МПа.$$

Допустиме напруження на зріз $[\tau] = 0{,}3\sigma_т$.

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

Тобто умова міцності гвинтів на зріз витримується [21, 22]:

$$\tau_{зр} < [\tau_{зр}] – 148{,}2 \text{ МПа} < 270 \text{ МПа}. \quad (4.9)$$

Напруження зрізу в різьбі гайки. Приймаємо для кріплення стандартну гайку 2М8.6–6Н ГОСТ 5915-70. Товщина різьбової ділянки (товщина гайки) дорівнює – 7 мм.

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

$$238{,}0\, МПа \langle [\tau_{зр}] = 270{,}0\, МПа$$

Напруження розтягування у болті [21, 22]:

$$\sigma_р = \frac{4Q_3}{\pi \cdot d_1^2} \le [\sigma_р], \quad (4.10)$$

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

$$[\sigma_р] = \frac{\sigma_T}{n}, \quad (4.11)$$

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

Тоді: $$[\sigma_р] = \frac{900}{1.5} = 600 \text{ МПа}.$$

Напруження розтягування у болті:

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

Тобто: $\sigma_p \langle \lfloor \sigma_p \rfloor$ - 502,7 МПа < 600 МПа. Умова виконується – стійкість болта гарантується.

*4.3.5. Розрахунок силового гідравлічного цилін*дру (поз. 5 рис. 4.4). 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 [22]:

1. Приймаємо швидкість прямого і зворотного ходу поршня $V_n = 0,073 \ м/с$.

2. Час розгону при прямому ході - $f = 0,02 \ c$.

3. Тиск у напірній лінії системи - $P = 5,0 \ МПа$.

4. ККД циліндра - $\eta = 0,95$.

Визначаємо силу інерції поршня під час розгону за формулою [22]:

$$P_{ін} = \frac{P_{ст}}{gf} V, \tag{4.12}$$

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

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

$$P_{ст} = P_{під}, \tag{4.13}$$

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

Приймаємо величину зусилля, яке розвиває гідравлічний циліндр $P_{під} = P_{ст} = 20 кН$.

Тоді сила інерції поршня під час розгону складе:

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

Фактична сила [22]:

$$P_ф = P_{ст} + P_{ін}, \tag{4.14}$$

де $P_{ст}$ - статична сила;

$P_{ін}$ - сила інерції під час розгону.

$$P_ф = 20000,0 + 7441,4 = 27441,4 \ Н$$

Розрахункове зусилля [24]:

$$P_р = \frac{P_ф}{\eta} = \frac{27441,4}{0,95} = 28885,7 \ Н \tag{4.15}$$

Внутрішній діаметр циліндру визначаємо за формулою [22]:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot P_р}{P \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 28885,79}{5 \cdot 3,14}} = 85,8 \ мм. \tag{4.16}$$

Отримане значення округлюємо до стандартного значення. За ГОСТ 22-1417079 приймаємо $D_ц = 90 \ мм$ [22].

Визначаємо діаметр штоку циліндра [22]:

$$d_{шт} = D \cdot (0{,}2...0{,}7);\ d_{шт} = 90 \cdot 0{,}25 = 22{,}5\ мм. \qquad (4.17)$$

Приймаємо $d_{шт} = 25\ мм$.

Визначаємо товщину стінки циліндра [22]:

$$\delta_{ст} = \frac{D}{2}\sqrt{\frac{[\sigma]_p + 1{,}2P}{[\sigma]_p - 1{,}2P}} - 1, \qquad (4.18)$$

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

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

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

Приймаємо $\delta_{ст} = 12{,}0\ мм$.

Потужність циліндра при статичному навантаженні складає [22]:

$$N = P_{ст} \cdot V = 20000 \cdot 0{,}073 = 1460\ Вт = 1{,}46\ кВт. \qquad (4.19)$$

5. СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

5.1. Аналіз особливостей організації робочих постів і місць при проведенні діагностичних операцій

При зниженні потужності ДВЗ, збільшенні витрати палива або моторної оливи, падінні її тиску, виникненні стуків, димлення або нерівномірності роботи обвов'язковою процедурою є проведення діагностичних операцій.

Процес діагностики та ремонту різних систем автомобілів в тому числі й їх двигунів, електронного й електричного устаткування тощо, вимагає специфічної кваліфікації фахівців, а також впровадження новітніх технологій й, як наслідок, наявності устаткування підвищеної складності та вартості, яке може забезпечити реалізацію таких технологій.

Сьогодні на ринку широко представлені діагностичні засоби як вітчизняного, так й іноземного виробництва, які дуже сильно відрізняються між собою за призначенням, своїми функціональними можливостями й, особливо, вартістю – в окремих випадках різниця у вартості становить 10 і більше разів.

Організація зони (посту) діагностики на підприємстві також має низку специфічних виробничих проблем. Так, перед виконанням більшості сервісних та/або ремонтних операцій (наприклад, заміни тієї або іншої деталі), вартість таких робіт вже відома й, виходячи з неї, попередньо укладається з власником автомобіля договір на надання послуг та формується «Замовлення-наряд». Для таких розрахунків існує достатня кількість довідників, що містять інформацію про регламентовані операції й норми часу їх виконання.

Але є такі системи автомобілів, наприклад системи вприскування палива та запалювання, система випуску відпрацьованих газів тощо, де попередньо встановити необхідність та обсяги ремонтних впливів, навіть при наявності висококваліфікованого сервісного персоналу, дуже складно або навіть неможливо. Є декілька причин цього; наприклад, одночасна наявність декількох несправностей однієї системи, або навпаки – за одну й ту саму несправність можуть бути відповідальними зовсім різні системи, скажімо система запалення або система випуску. Іншими словами, точно прорахувати потрібний для відновлення працездатності автомобіля виробничий час - неможливо й, як наслідок, неможливо таким чином вказати вартість ремонту для укладання договору з клієнтом, навіть доволі наближено.

Попереднє проведення діагностичних операцій дозволяє оцінити ефективність роботи більшості систем автомобіля та встановити як можливі напрямки наступних технічних впливів, так й їх обсяги, потрібне виробниче обладнання, кількість персоналу й звісно, тривалість та вартість робіт.

Процес створення на сервісній зоні автопідприємства поста діагностики – це багато етапний процес, на кожному етапі якого необхідно вирішувати комплекс дуже непростих задач. Складність полягає в тому, що на цьому шляху не існує задачі, вирішення якої відокремлене від вирішення інших - всі вони максимально взаємозалежні. Так, рішення, прийняті в рамках розв'язання однієї локальної задачі, неминуче позначаються на якості вирішення всіх інших. Цей взаємозв'язок настільки сильний, що непродумане рішення окремої задачі здатне непоправно зруйнувати організацію й функціонування виробництва.

В першу чергу, після розгляду питання про зміст процесу діагностики, необхідно одержати відповіді на дуже складні питання: яке устаткування та які фахівці необхідні; яка повинна бути вартість діагностичних послуг на підприємстві й від яких факторів вона залежить; як підійти до складання прейскуранту й калькуляції «Замовлення-наряду» та також багатьох інших.

Діагностичні операції за рівнем складності їх проведення та обладнанням відрізняються дуже сильно. Так, для виявлення напрямків течій оливи, палива або охолоджуючої рідини, оцінки легкості пуску й рівномірності роботи двигуна, наявності стуків в механізмах і системах, відсутності димлення на випуску тощо – достатньо провести так зване випробування пуском. При такій перевірці можна виявити очевидні дефекти двигуна до проведення поглибленого діагностування лише використавши візуальне спостереження або доволі прості технічні засоби (наприклад, стетоскоп).

Практичне же рішення задачі діагностування технічного стану ДВЗ й ремонту електронної системи його керування (ЕСКД), потребує використання спеціальних технічних засобів, більшість з яких є засобами вимірів; оцінити працездатність ЕСКД для сталих режимів роботи двигуна при різних умовах експлуатації можна було б й на підставі вимірів та порівнянь робочих величин із їх нормованими значеннями. Більшість факторів можна оцінити на підставі результатів прямих або непрямих вимірів параметрів, що характеризуються електричними величинами сигналів постійної або перемінної напруги, й так само імпульсних.

Для забезпечення таких вимірів використовуються спеціалізовані вимірювальні прилади - мотор-тестери, прилади, в яких не використовується кодова інформація про несправності, що надходить від блоку управління, а задіяні аналогові сигнали від зовнішніх датчиків, встановлених в автомобілі. Мотор-тестер можна використовувати для дослідження двигунів всіх типів, як карбюраторних, так й із вприскуванням палива, що працюють на рідкому легкому або газоподібному видах палива.

Застосування мотор-тестерів забезпечує контроль та визначення параметрів системи запалювання (в високовольтної та низьковольтної частинах), елементів (контурів) електричної системи, аналізу відпрацьованих газів, тиску палива й компресії, розрідження на впуску й тиску турбіни компресора, протитиску каталізатора і температури двигуна. Найбільш широкими можливостями мають стаціонарні мотор-тестери із вбудованими газоаналізаторами – приладами для контролю кількісних показників шкідливих компонентів у відпрацьованих газах двигуна автомобіля.

Для зв'язку із мікропроцесором блоку ЕБКД необхідним є використанні інших діагностичних приладів – мотор-сканерів, які не є вимірювальними приладами, а лише служать інструментом зв’язку із ЕБКД; тобто останній – вимірює величини сигналів, а мотор-сканер лише відображає результати цих вимірів на власному інформативному табло. Його ефективність, як засобу діагностики, залежить як від власних функціональних можливостей, так й від можливостей ЕБКД конкретного автомобіля. Мотор-сканер дозволяє отримати інформацію про наявні помилки в роботі тих систем автомобіля (ДВЗ, гальмівної системи, трансмісії, систем опалення й вентиляції, електрозабезпечення та ін.), які мають електронні

системи контролю. Більш того, сучасні мотор-сканери володіють функцією адаптації роботи цих систем та їх перепрограмування.

З огляду на вищесказане, можна стверджувати, що для цілей діагностики технічного стану й сервісу двигунів та інших систем автомобілів виробничий підрозділ повинен бути забезпечений наступним мінімальним набором засобів вимірювання:

1. Компресометром - для виміру дійсної величини компресії в циліндрах двигуна.
2. Стетоскопами – механічними та електронними, для визначення зон формування стуків та їх акустичних величин.
3. Набором манометрів - для виміру тиску палива (в системі вприскування), розрідження (в системі впуску) й протитиску (в системі випуску відпрацьованих газів).
4. Мотор-тестером - для вимірів величин різних параметрів та сигналів у різних підсистемах ЕСКД оснащеним чотирьох-компонентним (з автоматичним розрахунком величин) газоаналізатором.
5. Мотор-сканером для зчитування кодів електронного блоку контролю (ЕБК) двигуна із можливостями програмування.
6. Спеціальним обладнання для діагностування та ТО систем живлення, охолодження, мащення ДВЗ.

5.2. Аналіз та підбір основного технологічного обладнання ділянки діагностування та ТО двигунів легкових автомобілів

Слід зауважити, що проведення технологічних операцій на ділянці діагностування та ТО двигунів легкових автомобілів потребує крім використання описаного вище діагностичного обладнання, отримання можливості вільного доступу до тих систем автомобіля, доступ до яких краще мати знизу. В таких випадках, задля уникнення необхідності застосування спеціальних візків та оптимізації умов праці виконавців, доцільним є використання спеціальних стендів-підйомників, що забезпечують зміну просторового положення автомобіля у вертикальній площині.

Найбільш масовим та універсальним видом підйомного устаткування для автосервісу є двохстійковий підйомник із електромеханічним (з одним або двома електромоторами) або електрогідравлічним типом приводу. До переваг електромеханічних двохстійкових підйомників належить менша вартість та можливість опускання автомобіля у разі припинення електроживлення.

Конструкція електрогідравлічних двохстійкових підйомників, на загальноприйняту думку, надійніше і довговічніше за електромеханічні двохстійкові підйомники та характеризується рядом інших переваг: меншою витратою електроенергії, меншою кількістю деталей, схильних до зносу; простотою конструкції й низькою вартістю обслуговування; безшумністю та плавністю роботи; високим рівень безпеки тощо.

Для проведення операцій діагностування та ТО двигунів найбільш раціональним є використання двохстійкового підйомника фірми «LAUNCH» моделі TLT-235SBA (рис. 5.1), який є електрогідравлічним підйомником із нижньою синхронізацією 380В TLT - 235SBA та гідравлічною системою італійського виробництва.



Рисунок 5.1 - Підйомник виробництва «LAUNCH» моделі TLT-235SBA



Рисунок 5.2 - Діагностичний комплекс «Bosch FSA-750»

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 зони для проїзду автомобіля	*- 2486 мм;*
- мінімальна висота кліренсу автомобіля від підлоги	*- 110 мм;*
- габаритні розміри:	*- висота - 2780 мм,*
	- ширина - 3200 мм;
- рівень шуму	*- до 80 dB;*
- робочий тиск компресора	*- 16 MPa;*
- електродвигун трифазний	*- 380V/50Hz 2,2кВт.*

Найбільш оптимальним мотор-тестером є прилад «Bosch FSA-750» (див. рис. 5.2) – прилад для діагностики автомобілів побудований за модульним принципом, до переваг якого слід віднести додаткове оснащення портативним мотор-сканером «Bosch KTS-670» для проведення діагностичних операцій в автономному режимі під час руху автомобіля (рис. 5.3).



Рисунок 5.3 – Мотор-сканер для діагностики блоків керування «Bosch KTS-670»



Рисунок 5.4 - Установка для діагностики та очищення форсунок «Bosch ASNU-01D»

В базовому виконанні прилад «Bosch FSA-750» складається із пересувного візка з пристроєм «KTS-670», лазерного принтера, вимірювального модуля та пульта із дистанційним керуванням, модуль газоаналізатора «EA-050» (для бензинових двигунів) та «RTM-430» (для дизельних двигунів). Діагностичний комплекс «Bosch FSA-750» має наступні основні технічні характеристики:

- діапазон виміру кількості обертів, об/хв	*250 ... 7200*
- діапазон виміру температури оливи, °С	*-20 ... 150*
- діапазон виміру напруги на АКБ, В	*0 ... 72*
- діапазон виміру тиску повітря, ГПа	*-800 ... 1500*
- діапазон виміру напруги вторинних ланцюгів запалювання, кВ	*5 ... 50*
- діапазон виміру напруги, В	*90 ... 264*
- діапазон виміру робочої температури, °С	*0 ... 40*
- рівень шуму, дБ	*<70*
- висота, мм	*1784*
- ширина, мм	*680*
- глибина, мм	*670*
- маса, кг	*85*

Виконання технологічного процесу діагностування та ТО систем живлення ДВЗ не можливе без обладнання для діагностування та очищення форсунок фірми «Bosch ASNU-01D» (див. рис. 5.4).

Ультразвукова установка «Bosch ASNU-01D» забезпечує проведення процедур діагностування та ТО форсунок бензинових ДВЗ: здійснює візуальний контроль факелоутворення та якості розпилення палива форсунками при роботі на різних режимах; проводить перевірку герметичності клапанів форсунок (інжекторів) в закритому стані; вимірює тиск відкриття клапанів форсунок; діагностує обмотки електромагнітів форсунок; вимірює продуктивність (паливоподачу) форсунок; здійснює ультразвукове промивання форсунок тощо.

Установка «Bosch ASNU-01D» має такі основні технічні характеристики:

- напруга живлення, В	*220*
- габаритні розміри, мм	*550×450×700*
- діапазон імітованих частот обертання колінчастого валу, об/хв.	*600...20000*

- діапазон тривалості вприскування, мс. *1...12*
- діапазон тисків, бар *0...10*
- кількість стандартних тестових програм *15*

Особливостями установки є наявність окремої оглядової камери, що дозволяє спостерігати за факелом палива та забезпечує об'єктивність оцінки роботи інжектора; можливість одночасного діагностування або промивання до 8 форсунок будь-якого типу (SPI, MPI та GDI); зміну програм роботи оператором.

В якості робочих рідин для цієї установки при проведенні діагностики та ультразвукового промивання, використовуються спеціальні рідини, що не містять хімічно активних речовин та забезпечують збереження інжекторів, ефективність їх очищення та екологічність.

«Зміст робіт та їх послідовність, інструмент та пристосування, способи виконання й потрібний для цього час, а також спеціальність і кваліфікацію виконавців для кожного поста і його робочих місць визначали за відповідними операційно-технологічними картами» [19].

Для забезпечення оптимального вибору конфігурації робочих зон слід враховувати характер робіт, що виконується, обсяги річної виробничої програми (річні фонди часу виробничих робітників, робочих постів й обладнання дільниці), технологічні особливості устаткування та інші фактори [19].

5.3. Розрахунок річних фондів часу виробничих робітників, робочих постів й технологічного обладнання дільниці

Розрахунок річних фондів часу проводили для опосередкованого автосервісного підприємства, графік якого має однозмінний п’ятиденний робочій тиждень із тривалість добової зміни у 8,0 год. (в передвихідні та передсвяткові дні тривалість зміни на 1 год. менша) у відповідності до прийнятих в Україні норм тривалості робочого часу на 2022 рік (за оновленими даними Міністерства праці та соціальної політики України із врахуванням воєнного стану, що діє до 25 квітня 2022 р.) [25].

Вихідними даними виступали прийняті на 2022 рік:

- кількість календарних днів – 365 днів;
- кількість святкових днів і днів релігійних свят – 10 днів;
- кількість вихідних днів – 105 днів;
- кількість днів, робота в які не проводиться – 115 днів;
- кількість робочих днів – 250 днів;
- кількість днів, що передують святковим та неробочим і в які тривалість робочого дня скорочується на 1 годину – 5 днів.

Отже, календарний фонд робочого часу на 2022 рік складає $\Phi_к = 365 \cdot 24 = 8760$ *год.*, а номінальний річний фонд часу ($\Phi_н$) роботи при 40-годинному робочому тижні $\Phi_н = 1995$ *год.* [25].

Дійсний річний фонд часу виробничих робітників дільниці є меншим за номінальний річний фонд часу на витрати часу пов’язані з різними видами суспільної діяльності робітників:

$$\Phi_д = \left[\Phi_н - \left(d_о + d_у + d_д + d_г + d_п\right) \cdot t_с\right], \qquad (5.1)$$

де d_o - планова кількість днів відпустки робітника у 2022 році; приймаємо $d_o = 24 дні;$

d_y - кількість днів, що виділяється робітниками для підвищення кваліфікації шляхом навчання; приймаємо $d_y = 15 днів$;

$d_д$ - тривалість можливої декретної відпустки; так як автослюсарями є особи чоловічої статі, то ймовірність приймаємо $d_д = 0 днів;$

$d_г$ - кількість днів на виконанням державних та суспільних доручень, які унеможливили виконання основних виробничих обов'язків; приймаємо $d_г = 5 днів$;

$d_п$ - кількість днів інших невиходів на роботу; приймаємо $d_п = 1 день$;

t_c - тривалість зміни, год.; прийнята $t_c = 8{,}0 год.$

Дійсний річний фонд часу робітників на 2022 рік становитиме:

$$Ф_д = [1995 - (24 + 15 + 0 + 5 + 1) \cdot 8{,}0] = 1635 год.$$

Із врахуванням того, що на одному робочому пості має працювати лише один виробничий робітник ($П_р = 1$) при прийнятому однозмінному графіку його роботи $C = 1$, річний фонд часу робочого поста на 2022 рік буде дорівнювати:

$$Ф_{р.п.} = Ф_н \cdot П_р \cdot C = 1995 \cdot 1 \cdot 1 = 1995 год. \quad (5.2)$$

Наступними розрахунками визначаємо річні фонди часу для виробничого обладнання, які також поділяємо на календарні (номінальні) й дійсні. Номінальна кількість годин роботи обладнання у 2022 році становитиме:

$$Ф_{о.н.} = Ф_н \cdot C = 1995 \cdot 1 = 1995 год. \quad (5.3)$$

Дійсний річний фонд часу виробничого обладнання є меншим за номінальний, так як враховує витрати робочого часу на проведення технічного обслуговування й ремонту обладнання:

$$Ф_{о.д.} = Ф_н \cdot C \cdot \eta, \quad (5.4)$$

де η - коефіцієнт, що характеризує використання виробничого обладнання в часі; приймаємо за рекомендаціями [26] для автосервісних підприємств із однозмінним робочим графіком $\eta = 0{,}97$.

Отже, дійсний річний фонд часу виробничого обладнання дільниці на 2022 рік становитиме:

$$Ф_{о.д.} = 1995 \cdot 1 \cdot 0{,}97 = 1935 год.$$

5.4. Кількісні показники технологічного обладнання дільниці та його номенклатура

Кількість універсальних (або спеціалізованих) машино-місць (постів) дільниці діагностики та ТО двигунів легкових автомобілів визначаємо за залежністю [19]:

$$X_п^{ТО} = T_п \Big/ \left(Д^р_{роб.ТО} \cdot n_c^{ТО} \cdot t_c^{ТО} \cdot P_{ТО} \cdot \varphi_п^{ТО}\right), \quad (5.5)$$

де $T_п$ - річна трудомісткість діагностичних та сервісних робіт на дільниці на плановий 2022 рік, люд-год.;

$n_c^{ТО}$ - прийнята кількість змін роботи дільниці; приймаємо $n_c^{ТО} = 1 зміна$;

$Д^р_{роб.ТО}$ - кількість днів роботи дільниці протягом року; приймаємо на 2022 рік у відповідності до [25] $Д^р_{роб.ТО} = 250 днів$;

t_c^{TO} - добова тривалість зміни роботи дільниці, год.; $t_c^{TO} = 8{,}0\,год.$;

P_{TO} - кількість виробничих робітників, зайнятих одночасно на посту, осіб; приймаємо $P_{TO} = 1\,робітник$;

φ_n^{TO} - коефіцієнт використання поста за часом проведення технологічних операцій; приймаємо для діагностичних постів $\varphi_n^{TO} = 0{,}95$.

Річну трудомісткість робіт з діагностування та ТО ДВЗ легкових автомобілів приймаємо із розрахунку, що протягом однієї доби на дільниці зможуть обслуговуватися не більше 8 автомобілів. Враховуючи, що трудомісткість сервісу одного опосередкованого автомобіля (без врахування марки, моделі та обсягів проведення технічних дій) не повинна перевищувати 2,0 люд-год. очікувана річна трудомісткість робіт з діагностування та ТО ДВЗ на 2022 рік при 250 робочих днях може скласти $T_n = 250 \cdot 8 \cdot 2{,}0 = 4000{,}0\,люд-год.$

Тоді потрібна кількість постів дільниці буде:

$$X_n^{TO} = \frac{4000{,}0}{(250 \cdot 8{,}0 + 5 \cdot 7{,}0) \cdot 1 \cdot 1 \cdot) \cdot 0{,}95} = 2{,}07\ поста.$$

Отже, для забезпечення запланованих обсягів робіт по дільниці у 2022 році вона повинна мати не менше 2-ох постів, що працюють протягом однієї зміни із забезпеченням одночасного виконання виробничого процесу.

Наступним етапом є визначення потреби у забезпеченості дільниці необхі-дною й достатньою кількістю одиниць основного технологічного обладнання [19]:

$$n_{об} = \frac{T_o}{\Phi_{o.д.} \cdot \eta_з}, \tag{5.6}$$

де T_o – планова трудомісткість робіт, виконання якої потрібно забезпечити певним видом технологічного обладнання, люд-год.;

$\Phi_{o.д.}$ – дійсний річний фонд часу роботи обладнання, год.; прийнято $\Phi_{o.д} = 1935\,год.$

$\eta_з$ – коефіцієнт завантаження обладнання в часі; прийнято $\eta_з = 0{,}95$.

Прийняту річну трудомісткість робіт з діагностування та ТО ДВЗ легкових автомобілів ($T_n = 4000{,}0\,люд-год.$) розподіляємо за видами робіт для отримання показників їх річних трудомісткостей (таблиці 5.1) [19, 27].

Таблиця 5.1. - Трудомісткості робіт (за видами), що плануються до реалізації протягом 2022 р. на дільниці діагностування та ТО двигунів

Вид робіт	Коефіцієнт робіт	Річна трудомісткість робіт, люд-год.
1. Діагностичні роботи	0,45	1800,0
2. Підйомно-транспортні	0,10	400,0
3. Слюсарні роботи	0,15	600,0
4. Зварювальні роботи	0,05	200,0
5. Розбирально-складальні роботи	0,15	600,0
6. Мийно-очисні роботи	0,05	200,0
7. Контрольні роботи	0,05	200,0
РАЗОМ	1,0	4000,0

Потрібна кількість одиниць діагностичного обладнання у відповідності до трудомісткості цього виду робіт (див. таблицю 5.1) становитиме:

$$n_{об} = \frac{T_o}{\Phi_{о.д.} \cdot \eta_з} = \frac{1800,0}{1935 \cdot 0,95} = 0,97 \text{ одиниць}. \quad (5.7)$$

Отже, проведення діагностичних операцій буде забезпечено застосуванням лише 1-го діагностичного стенду (діагностичного комплексу «Bosch FSA-750»).

Розрахунок кількості основного обладнання дільниці для виконання інших видів робіт проводимо аналогічним чином, а підбір допоміжного обладнання та інструменту здійснюємо за довідниками та каталогами технологічного обладнання для обслуговування автомобілів [19, 27]. Номенклатура та основні характеристики підібраного для дільниці технологічного обладнання узагальнені в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Номенклатура та характеристика технологічного обладнання та інструменту дільниці діагностування та сервісу ДВЗ легкових автомобілів

№ п/п	Найменування обладнання	Модель	Кіль-кість, шт	Габарит-ні роз-міри, мм	Площа одиниці, м^2	Встановле-на потуж-ність, кВт
-1	-2-	-3-	-4-	-5-	-6-	-7-
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
5	Прилад для визначення технічного стану ЦПГ двигуна без розбирання	НИИАТ-19	1	470×430 настіль-ний	-	-
6	Верстат для гнуття труб випускних систем автомо-білів	Власного виготов.	1	520×480	0,25	1,0
7	Прилад для очищення та перевірення свічок запалювання	514-12М	1	370×530 настіль-ний	-	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 настіл.	-	0,5
11	Електронний стетоскоп	JTC 1007	1	-	-	-
12	Компресометр	VAG 1763	1	-	-	-
13	Компресор повітряний поршневий	Fini MK 102-90	1	1869× 670×1430	1,25	1,5
14	Бачок для виміру витрати палива на автомобілі	НИИАТ мод. 361	1	-	-	-

Продовження таблиці 5.2

-1	-2-	-3-	-4-	-5-	-6-	-7-
15	Набір манометрів	Toptul	1	-	-	-
16	Верстак слюсарний	FERRUM	1	2200×750	1,65	-
17	Шафа інструментальна	СТС 4	2	500×650×1500	0,66	-
18	Газоаналізатор і димомір	Bosch BEA 550/950	1	0,414×0,33	0,136	0,02
19	Генератор диму	LEAK TAMER OTC 6521	1	0,0457×0,0241	-	1,0
20	Тестер тиску паливної системи	VAG 1318	1	-	-	-
21	Лещата	ТС-250	1	0,2×0,5	-	-
22	Домкрат підкатний	TORIN T83502	1	0,74×0,38	0,28	-
23	Мобільна стійка	SD0303B	1	0,245×0,29	0,071	-
24	Комплект ключів динамометричних	РАСО мод. К468	1	3 предм.	-	-
25	Комплект інструменту автомеханіка	РАСО мод. И133	2	20 предм. 640×110×110	-	-
26	Комплект ключів гайкових з відкритими зівами двосторонніх	РАСО мод. И105М1	2	6 предм. 6×8 - 27×30	-	-
27	Ключі торцеві	РАСО мод. 2336М	4	10 пред. 10×24	-	-
28	Візок з інструментом	Toptul GCAJ0002	1	500×1000×1100	1,0	-
РАЗОМ					***14,91 м²***	***10,02 кВт/год***

5.5. 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» [19].

Площу дільниці діагностики та ТО ДВЗ легкових автомобілів розраховуємо за рекомендаціями [19] використовуючи вираз:

$$F_{обл} = \sum f_{об} \cdot \kappa_n , \qquad (5.8)$$

де $\sum f_{об}$ - сумарна площа дільниці, яку займає технологічне обладнання і виробничий інвентар прийнята за даними таблиці 5.2, м^2; приймаємо $\sum f_{об} = 14{,}91\, м^2$;

$\kappa_п$ - коефіцієнт щільності розміщення технологічного обладнання; для зон діагностики та ТО автомобілів приймаємо $\kappa_п = 4,0$ [19].

Отже, дільниці повинна мати наступну мінімальну площу підлоги:

$F_{обл} = 14,91 \cdot 4,0 = 59,64\ м^2$.

Так як в даному проекті ми не обмежені стандартними сітками колон виробничих будівель підприємств автосервісу, ширину й довжину приміщення дільниці приймаємо із конструктивних міркувань. Застосовуючи рекомендації [19], щодо розміщення виробничого обладнання, й враховуючи особливості проведення технічних операцій та транспортних потоків на дільниці, приймаємо довжину дільниці $L = 6\ м$, а її ширину - $H = 10\ м$. При цьому реальна площа, яку займе дільниця діагностики та ТО ДВЗ в складі двох постів становитиме $F_д = 6,0 \cdot 10,0 = 60,0\ м^2$. Різниця між розрахованою площею та прийнятою [19]:

$$\Delta = \frac{60,00 - 59,64}{59,64} \cdot 100 = +1,0\%, \qquad (5.9)$$

що укладається у встановлені нормативами величин відхилень - не більше *±5%.*

Внутрішня висота приміщення дільниці, з огляду на розміщення двох стійкового підйомника, у відповідності до нормативів [19] не повинна бути нижчою 4 м. Дільниця забезпечується природне та штучним освітленням, що реалізовано наявністю вікон та розташуванням на стінах та стелі люмінесцентних ламп [19].

5.6. Проектний розрахунок кількості виробничих робітників дільниці

Розрахунок кількості робітників дільниці діагностування та обслуговування ДВЗ виконуємо за загальноприйнятими залежностями [19, 27]:

$$P_я = \frac{T}{Ф_н \cdot K};\ \ P_ш = \frac{T}{Ф_д \cdot K}, \qquad (5.10)$$

де $P_я, P_ш$ – відповідно, явочна та штатна кількість виробничих робітників;

T – трудомісткість кожного виду робіт (таблиця 5.1), люд-год.;

$Ф_н, Ф_д$ – номінальний й дійсний відповідно фонди часу робітника дільниці у 2022 році (прийнято у п.5.3 даного розділу);

K – планований коефіцієнт перевиконання виробничих норм (*K=1,05…1,15)*; приймаємо $K = 1,05$.

Так як обсяги річної трудомісткості робіт на дільниці є доволі низькими, доцільним є покладення на одну категорію виробничих робітників виконання декількох видів робіт. За таких умов необхідна кількість основних виробничих робітників буде складати (таблиця 5.3):

Таблиця 5.3. – Потреба у основних виробничих робітниках дільниці діагностики та ТО ДВЗ у 2022 році

Штатна посада	**Вид робіт**	**Річна трудомісткість робіт, люд.-год.**	**Чисельність, осіб**	
			явочна	**штатна**

Слюсар-діагност	Діагностичні роботи	1800,0	0,95	1,16
	Контрольні роботи	200,0		
Слюсар-автомеханік	Підйомно-транспортні	400,0	0,95	1,16
	Слюсарні роботи	600,0		
	Зварювальні роботи	200,0		
	Розбирально-складальні роботи	600,0		
	Мийно-очисні роботи	200,0		
РАЗОМ		**4000,0**	**1,9**	**2,32**

$$P_{яв.діаг.} = \frac{2000,0}{1995 \cdot 1,05} = 0,95 \text{ робітника.} \quad P_{ш.діаг.} = \frac{2000,0}{1635 \cdot 1,05} = 1,16 \text{ робітника.}$$

У відповідності до розрахунків приймаємо *1-го* слюсаря-діагноста. Аналогічні розрахунки проводимо для слюсаря-автомеханіка. Так як трудомісткість робіт по дільниці поділяється між ними порівну – приймаємо *1-го* слюсаря-автомеханіка.

6. ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

6.1. Економічні розрахунки за спеціальним розділом

6.1.1. Визначення вартості основних виробничих фондів

6.1.1.1. Вартість будівель і споруд які відносяться до першої групи основних фондів визначаємо за формулою [19]:

$$B_{буд} = F \cdot Ц_{буд}, \qquad (6.1)$$

де F – площа приміщення дільниці діагностування та ТО двигунів, м^2; приймаємо у відповідності до розрахунків п. 5.5 спеціального розділу роботи $F = 60{,}0\ м^2$

$Ц_{буд}$ – ціна $1\ м^2$ будівлі, грн. у разі проведення будівельних робіт, грн./м^2; приймаємо за даними регіону - $Ц_{буд} = 2500\ грн./\ м^2$

Отже, вартість будівель і споруд дільниці становитиме:

$B_{буд} = 60{,}0 \cdot 2500{,}0 = 150000{,}0\ грн.$

6.1.1.2. Вартість основного виробничого обладнання дільниці відносимо до ІІІ групи основних фондів й визначаємо залежністю [19]:

$$B_{обл} = B_{обл/в} \cdot к,, \qquad (6.2)$$

де $B_{обл/в}$ – вартість основного виробничого обладнання дільниці (див. таблицю 5.2 спеціального розділу), визначена за діючими пропозиціями на ринку станом на 01.04.2022 р. (таблиця 6.1), грн.;

Таблиця 6.1. – Вартість придбання основного виробничого обладнання дільниці діагностування та ТО двигунів автомобілів

№ п/п	Найменування обладнання	Кіл.	Вартість, грн.	Габаритні розміри, мм	Займана площа, м^2	Потужність двигуна кВт
-1-	-2-	-3-	-4-	-5-	-6-	-7-
1	Верстак слюсарний	1	2000,0	1200×750	1,65	-

Продовження таблиці 6.1

-1-	-2-	-3-	-4-	-5-	-6-	-7-
2	Підіймач електромеханічний, двостійковий LAUNCH TLT-235SBA	1	60000,0	3200×2780	8,90	2,2
3	Комп'ютерний діагностичний стенд Bosch FSA750	1	65000,0	680×670 ×1784	0,46	1,5
4	Установка для діагностики і промивання інжекторів Bosch ASNU-01D	1	22300,0	550×450 ×700	0,25	2,0
5	Прилад для визначення технічного стану ЦПГ двигуна без розбирання НИИАТ-19	1	3200,0	470×430 настільний	-	-
6	Електронний стетоскоп JTC 1007	1	1250,0	-	-	-
7	Компресометр VAG 1763	1	650,0	-	-	-
8	Компресор повітряний поршневий Fini MK 102-90	1	8450,0	1869× 670×1430	1,25	1,5

9	Бачок для виміру витрати палива на автомобілі НИИАТ мод. 361	1	350,0	-	-	-
10	Набір манометрів Toptul	1	2280,0	-	-	-
11	Газоаналізатор і димомір Bosch BEA 550/950	1	15200,0	0,414×0,33	0,136	0,02
12	Генератор диму LEAK TAMER OTC 6521	1	5400,0	0,0457× 0,0241	-	1,0
13	Тестер тиску паливної системи VAG 1318	1	13500,0	-	-	-
РАЗОМ			**199580,0**		***12,65***	***8,22***

κ – коефіцієнт витрат підприємства на транспортні й монтажні роботи; з огляду на прийнятий середній ступінь складності доставки й монтажу, приймаємо $\kappa = 1{,}15$.

Отже, вартість основного виробничого обладнання дільниці діагностування та ТО ДВЗ автомобілів, яке відноситься до ІІІ-ої групи основних фондів складає:

$$B_{обл} = 199580{,}0 \cdot 1{,}15 = 229517{,}0\ грн.$$

6.1.1.3. Вартість пристосувань, інструментів, виробничого та господарського інвентарю, які складають ІІ групу основних виробничих фондів, залежить від вартості основного виробничого обладнання [19]:

$$B_{пр,інв} = B_{обл} \cdot K_2, \tag{6.3}$$

де K_2 - коефіцієнт відповідності; приймаємо $K_2 = 0{,}2$.

$$B_{пр,інв} = 229517{,}0 \cdot 0{,}2 = 45903{,}4\ грн.$$

6.1.2. Для визначення витрат на амортизацію основних виробничих фондів користуємося такими залежностями [19]:

$$A_{р.буд.} = B_{буд} \frac{H_{а.буд}}{100}, \tag{6.4}$$

$$A_{р.обл} = B_{обл} \frac{H_{а.обл}}{100}, \tag{6.5}$$

$$A_{р.пр.інв} = B_{пр.інв} \frac{H_{а.пр.інв}}{100}, \tag{6.6}$$

Із урахуванням прийнятих нормативів відрахувань на будівлю – $H_{а.буд} = 8{,}0\%$, відрахувань на основне виробниче обладнання дільниці – $H_{а.обл} = 24{,}0\%$ та відрахувань на виробничий інвентар – $H_{а.пр.інв} = 40{,}0\%$, величини амортизаційних витрат у 2022 р. за групами обладнання відповідно складуть [19]:

$$A_{р.буд.} = 150000 \cdot \frac{8{,}0}{100} = 12000{,}0\ грн.$$

$$A_{р.обл} = 229517{,}0 \cdot \frac{24{,}0}{100} = 55084{,}1\ грн.$$

$$A_{р.пр.інв} = 45903{,}4 \cdot \frac{40{,}0}{100} = 18361{,}4\ грн.$$

Сумарна велична річних амортизаційних витрат за ІІІ та ІІ групами основних виробничих фондів складе [19]:

$$A_{\sum} = A_{р.буд} + A_{р.обл} + A_{р.пр.інв}, \quad (6.7)$$

$$A_{\sum} = 12000{,}0 + 55084{,}1 + 18361{,}4 = 85445{,}5\ грн.$$

6.1.3. Фонд основної заробітної плати виробничих робітників дільниці діагностування та ТО ДВЗ на 2022 рік визначається як [19]:

$$Ф_о = Г_с \cdot Т, \quad (6.8)$$

де $Г_с$ - прийнята погодинна тарифна ставка основних виробничих робітників, грн./год.; приймаємо для робітників дільниці, які мають 4-ий кваліфікаційний розряд - $Г_с = 38{,}8\ грн/год.$;

$Т$ - планова річна трудомісткість робіт на дільниці у 2022 році, люд.-год.; у відповідності до даних п. 5.4 спеціального розділу роботи $Т = 4000{,}0\ люд.-год.$;

В такому разі:

$$Ф_о = 38{,}8 \cdot 4000{,}0 = 155200{,}2\ грн.$$

6.1.3.1. Фонд додаткової заробітної плати працівників дільниці формується у співвідношенні від фонду основної [19]:

$$Ф_д = Ф_о \cdot К, \quad (6.9)$$

де $К$ - коефіцієнт; приймаємо у відповідності до нормативів $К = 0{,}3$:

$$Ф_д = 155200{,}0 \cdot 0{,}3 = 46560{,}0\ грн.$$

Сумарна величина двох груп фондів заробітних плат виробничих робітників дільниці - основної та допоміжної у 2022 році буде:

$$\sum(Ф_о + Ф_д) = 155200{,}0 + 46560{,}0 = 161760{,}0\ грн.$$

6.1.3.2. Заохочувальні та компенсаційні витрати для працівників дільниці [19]:

$$Ф_{зк} = \sum(Ф_о + Ф_д) \cdot К_з, \quad (6.10)$$

де $К_з$ - коефіцієнт заохочення; приймаємо $К = 0{,}1$:

$$Ф_{зк} = 161760{,}0 \cdot 0{,}1 = 16760{,}0\ грн.$$

6.1.3.3. Загальні витрати грошових коштів на оплату праці виробничих працівників дільниці діагностування та ТО ДВЗ у 2022 році складатимуть:

$$Ф_з = Ф_о + Ф_д + Ф_{зк} \quad (6.11)$$

$$Ф_з = 155200{,}0 + 46560{,}0 + 16176{,}0 = 217936{,}0\ грн.$$

6.1.3.4. Середньомісячна заробітна плата залежить від загального фонду витрат коштів на оплату праці й визначається із розрахунку на одного основного виробничого робітника дільниці як [19]:

$$З_{міс} = \frac{Ф_З}{12 \cdot Р}, \quad (6.12)$$

де $Р$ – прийнята штатна кількість основних виробничих робітників дільниці, осіб; за даними таблиці 5.3 п. 5.6 спеціального розділу роботи $Р = 2\ робітника$.

$$З_{міс} = \frac{217936{,}0}{12 \cdot 2} = 9080{,}6\ грн.$$

6.1.3.5. Так як на дільниці працюють тільки основні виробничі робітники, які виконують й допоміжні види робіт, витрати на оплату їх праці у 2022 році потрібно збільшити:

$$В_{опл} = Ф_з \cdot к_д, \quad (6.13)$$

де $к_д$ – коефіцієнт, що визначення заробітної плати із врахуванням оплати допоміжних видів робіт; приймаємо $к_д = 1,2$:

$$B_{опл} = 217936,0 \cdot 1,2 = 261523,2\ грн.$$

6.1.3.6. Відрахування з єдиного соціального внеску становлять [19]:

$$B_{єв} = B_{опл} \frac{H_{вр}}{100}, \quad (6.14)$$

де $H_{вр}$ - норма відрахувань з єдиного соціального внеску, %; у відповідності до діючих у 2022 році нормативів $H_{вр} = 22,0\%$;

$$B_{єв} = 261523,2 \cdot \frac{22,0}{100} = 57535,1\ грн.$$

6.1.4. Річні витрати електричної енергії для організації виробничої діяльності дільниці для І-го класу напруги залежать від:

$$B_{ел} = W_p \cdot Ц_{ел}, \quad (6.15)$$

де W_p – витрата електроенергії на дільниці протягом 2022 р., кВт/год.;

$Ц_{ел}$ – вартість 1-го кВт електроенергії для підприємства у 2022 р. із врахуванням І-го класу напруги споживачів; приймаємо у відповідності до затверджених урядом норм $Ц_{ел} = 2,88\ грн./(кВт \cdot год.)$;

Річну потребу дільниці в силовій електроенергії визначаємо за формулою [19]:

$$W = P_0 \cdot Ф_{од} \cdot \eta_з, \quad (6.16)$$

де P_a - сумарна активну потужність електродвигунів технологічного обладнання дільниці, кВт;

$Ф_{од}$ - визначений дійсний річний фонд часу обладнання, год.; приймаємо за розрахунками п. 6.3 спеціального розділу $Ф_{од} = 1935\ год$;

$\eta_з$ - усереднений коефіцієнт завантаження обладнання за часом; приймаємо $\eta_з = 0,35$.

$$W = 10,02 \cdot 1935 \cdot 0,35 = 6786,0\ кВт \cdot год.$$

Іншими витратами енергії є витрати на штучне освітлення приміщення дільниці, які визначаємо за площею підлоги дільниці. При площі підлоги *60,0 м*^{2} та середній нормативній витраті освітлювальної енергії на одиницю площі підлоги *15 Вт*, річна витрата електроенергії на освітлення дільниці складе:

$$W_{осв} = 60,0 \cdot 1935 \cdot 0,015 = 1741,5\ кВт \cdot год.$$

Сумарна річна потреба дільниці в електроенергії на 2022 рік складе:

$$W_p = W + W_{осв}; \quad (6.17)$$

$$W_p = 6786,0 + 1741,5 = 8527,5\ кВт \cdot год.$$

Отже, річні витрати електричної енергії І-го класу напруги для організації виробничої діяльності дільниці на розрахунковий рік складуть:

$$B_{ел} = 8527,5 \cdot 2,88 = 24559,2\ грн.$$

6.1.5. Розрахунок загально-виробничих та загально-кошторисних витрат дільниці у 2022 році визначаємо залежністю [19]:

$$B_{зв} = B_{опл} \cdot H_{зв}, \quad (6.18)$$

де $H_{зв}$ – коефіцієнт загально-виробничих витрат; приймаємо $H_{зв} = 1,5$;

$$B_{зв} = 261523{,}2 \cdot 1{,}5 = 392284{,}8\ грн.$$

Загальна калькуляція витрат дільниці по діагностуванню та ТО ДВЗ на 2022 рік представлена в таблиці 6.2.

Таблиця 6.2. Калькуляція витрат дільниці по діагностуванню та ТО ДВЗ за основними статтями на 2022 рік

Статті витрат	Сума витрат, грн.	Витрати на одну люд.-год., грн.	% у загальній сумі витрат
1. Витрати на оплату праці	261523,2	65,38	61,0
2. Витрати на відрахування єдиного соціального внеску	57535,1	14,38	13,4
3. Витрати на амортизацію основних фондів	85445,5	21,36	19,9
4. Витрати на енергоносії	24559,2	6,14	5,7
РАЗОМ	**429063,0**	**107,27**	**100,0**

6.2. Економічні розрахунки за конструкторським розділом

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

6.2.1.1 Вартість конструкції оригінального стенду має два складники:

$$C_{пр} = C_{п} + C_{виг}, \qquad (6.19)$$

де $C_{п}$ – вартість робіт з проектування конструкції стенду, грн.;

$C_{виг}$ – вартість виготовлення елементів стенду та його складання, грн.

Основну заробітну плату на проектування стенду можна визначити за формулою:

$$З_{о} = T_{пр} \cdot I_{ік} + T_{оф} \cdot I_{к}, \qquad (6.20)$$

де $T_{пр}$ – трудомісткість проектних робіт за конструкцією стенду, люд.-год.; приймаємо у відповідності до специфікацій на креслення загального виду стенду та його складальних одиниць (наведених в додатках) $T_{пр} = 16{,}0\ люд.-год.$;

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

$T_{оф}$ – трудомісткість оформлення конструктором технічної документації на креслення; приймаємо $T_{оф} = 12{,}0\ год.$;

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

$$З_{о} = 16 \cdot 40{,}7 + 12 \cdot 28{,}74 = 996{,}1\ грн.$$

Із врахуванням 15% преміальних виплат та 18% доплат фахівцям за невідпрацьований час, основна та додаткова заробітна плата інженерів задіяних на проектуванні стенду становитиме [19]:

$$З_{од} = З_{о} \cdot 1{,}15 \cdot 1{,}18, \qquad (6.21)$$

$$З_{од} = 996{,}1 \cdot 1{,}15 \cdot 1{,}18 = 1351{,}7\ грн.$$

Відрахування від заробітної плати з єдиного соціального внеску у розмірі $К_{є} = 22{,}0\%$ та накладні витрати підприємства, що становлять $К_{н} = 150{,}0\%$, збільшують вартість проектних робіт до величини [19]:

$$C_п = З_{од}\left(1+\frac{К_{св}}{100}+\frac{К_н}{100}\right), \quad (6.22)$$

$$C_п = 1351{,}7\cdot\left(1+\frac{22{,}0}{100}+\frac{150{,}0}{100}\right) = 3676{,}6\ грн.$$

6.2.1.2. Затрати на виготовлення стенду охоплюють наступні групи витрат:

$$C_{виг} = C_м + C_п + З_{од} + О_{від} + К_{цех}, \quad (6.23)$$

де $C_м$ – вартість основних та допоміжних матеріалів, потрібних для виготовлення деталей стенду, грн. приймаємо за таблицею 6.3;

$C_п$ – вартість стандартних виробів для комплектування та складання стенду, що підлягають придбанню через торгівельну мережу, грн.; приймаємо за таблицею 6.4;

$З_{од}$ – основна й додаткова заробітні плати робітників, які забезпечують безпосередньо процеси його виготовлення та складання, грн.;

$О_{від}$ – відрахування з єдиного соціального внеску із заробітної плати виробничих робітників, грн.;

$К_{цех}$ – планові загально-виробничі витрати, грн.

Таблиця 6.3 – Номенклатура матеріалів для виготовлення деталей та складальних одиниць стенду із калькуляцією їх вартості

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

Таблиця 6.4 - Перелік покупних виробів для комплектування та виготовлення стенду із калькуляцією їх вартості

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
Разом			**3800,0**

З урахуванням транспортних витрат, які збільшують витрати на матеріали за діючими нормативами машинобудівних підприємств у 1,3 рази, їх остаточна вартість становитиме:

$$C_м = 1{,}3\cdot 805{,}44 = 1047{,}0\ грн.;\ C_п = 1{,}3\cdot 3800{,}0 = 4940{,}0\ грн.$$

Основну та додаткову заробітну плату виробничих робітників, які забезпечують виготовлення деталей та складання стенду визначаємо як [19]:

$$З_{од} = \frac{З_{год}\cdot t_н\cdot К_{іі}\cdot К_{уі}}{60}\cdot\left(1+\frac{К_{від}}{100}\right)\cdot\left(1+\frac{К_{невід}}{100}\right), \quad (6.24)$$

де $З_{год}$ – погодинна тарифна ставка робіт з кожної операції відповідно до його розряду; приймаємо за нормативними документами;

$t_н$ – калькуляційний час виконання кожної операції виробничого процесу;

$К_{іі}$ – коефіцієнт доплат робітникам за фактичну інтенсивність роботи; приймаємо $К_{іі} = 1,0$;

$К_{уі}$ – коефіцієнт доплат робітникам, що враховує умови їх праці; приймаємо $К_{уі} = 1,0$;

$К_{від}$ – доплата робітникам за відпрацьований ними час, %; приймаємо за нормативними даними $К_{від} = 15,0\%$;

$К_{невід}$ – доплата за невідпрацьований робітниками час, %; приймаємо за нормативними даними $К_{невід} = 18,0\%$.

В таблиці 6.5 наведені результати розрахунку основної заробітної плати робітників, які забезпечують процес виготовлення та складання стенду.

Таблиця 6.5 - Основної заробітної плати робітників (за складниками), які зайняті у процесі виготовлення та складання стенду

Вид робіт	**Норма часу на вид робіт, год.**	**Розряд робітника**	**Погодинна тарифна ставка, грн./год.**	**Коефіцієнт умов праці, $К_{уі}$.**	**Розцінка в гривнях *і-ої* роботи**
Термічні роботи	7,6	IV	28,2	1,14	244,3
Токарні роботи	9,7	IV	26,3	1,0	255,1
Фрезерні роботи	7,1	IV	26,3	1,0	186,7
Зварювальні роботи	10,2	IV	28,2	1,14	327,9
Складальні роботи	14,3	III	22,8	1,0	326,0
РАЗОМ					1340,0

Основна та додаткова заробітна плата робітників, які зайняті у процесі виготовлення та складання стенду складе:

$$З_{од} = 1340,0 \cdot \left(1 + \frac{15,0}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{18,0}{100}\right) = 1818,4 \text{ грн}.$$

Відрахування з єдиного соціального внеску від $З_{од}$ для виробничих робітників при діючому нормативі 22,0% становитимуть [19]:

$$О_{від} = 1818,4 \cdot \frac{22,0}{100} = 400,0 \text{ грн}.$$

Виробничі витрати загального характеру приймаємо у співвідношенні 150% від $З_{од}$ робітників [19]:

$$К_{цех} = 1818,4 \cdot \frac{150,0}{100} = 2727,6 \text{ грн}.$$

Отже, собівартість виготовлення стенду становитиме:

$$С_{виг} = 1047,0 + 4940,0 + 1818,4 + 400,0 + 2727,6 = 10933,0 \text{ грн}.$$

Наразі, загальна собівартість проектування та виготовлення оригінального стенду для гнуття труб буде:

$$С_{стенду} = 3676,6 + 10933,0 = 14609,6 \text{ грн}.$$

Отримати економічний ефект від використання у виробничому процесі дільниці стенду для згину труб випускних систем автомобілів можливо (без

врахування якості проведення операції) за рахунок зменшення часу на проведення ремонтних операцій. Так, усереднений час на ремонті роботи без використання стенду, зафіксований під час проходження наукової практики, складав $T_з = 16{,}0\,год$ на один автомобіль. За рахунок проведення робіт на оригінальному стенді для згину труб можливе скорочення часу до $T_з = 6{,}0\,год$.

Очікувану річну економію коштів можна оцінити як:

$$E_р = \left(C_{баз} - C_{запр}\right) \cdot N_р, \tag{6.25}$$

де $C_{баз}$ та $C_{запр}$ – собівартості ремонтних дій без та при використані оригінального стенду відповідно, грн.;

$N_р$ – прогнозована кількість автомобілів, які потребують ремонту випускних систем у 2022 році; приймаємо $N_р = 60\,автомобілів$.

Основна та додаткова заробітна плата виробничих робітників, які виконуються ремонт випускних систем автомобілів визначається за наведено вище залежністю (6.24).

$$З_{од.баз} = \frac{26{,}6 \cdot 16{,}0 \cdot 60 \cdot 1 \cdot 1}{60} \cdot \left(1 + \frac{15{,}0}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{18{,}0}{100}\right) = 577{,}5\,грн.$$

$$З_{од.запр} = \frac{26{,}6 \cdot 6{,}0 \cdot 60 \cdot 1 \cdot 1}{60} \cdot \left(1 + \frac{15{,}0}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{18{,}0}{100}\right) = 216{,}6\,грн.$$

Відрахування з цих зарплат на єдиний соціальний внесок при нормативі 22,0% складуть:

$$О_{від.баз} = 577{,}5 \cdot \frac{22{,}0}{100} = 127{,}1\,грн.; О_{від.запр} = 216{,}6 \cdot \frac{22{,}0}{100} = 47{,}7\,грн.$$

Собівартості ремонтних дій відповідно будуть:

$$C_{баз} = 577{,}5 + 127{,}1 = 704{,}6\,грн., \; C_{запр} = 216{,}6 + 47{,}7 = 264{,}3\,грн.$$

Очікуваний економічний ефект від використання у виробничому процесі запропонованої конструкції оригінального стенду складатиме на 2022 рік при прийнятій програмі ремонтних дій:

$$E_р = \left(704{,}6 - 264{,}3\right) \cdot 60 = 26418{,}0\,грн.$$

Економічна ефективність від впровадження запропонованого стенду при отриманій величині річного економічного ефекту складає [19]:

$$E_ф = E_р - E_н C_{стенду}, \tag{6.26}$$

де $E_н$ - нормативний коефіцієнт ефективності капіталовкладень; приймаємо нормативне значення $E_н = 0{,}15$.

$$E_ф = 26418{,}0 - 0{,}15 \cdot 14609{,}6 = 24226{,}6\;\; грн.$$

На останок, визначаємо термін окупності запропонованого стенду для гнуття труб систем випуску автомобілів, який становить:

$$T_{ок} = \frac{C_{стенду}}{E_к}, \tag{6.27}$$

$$T_{ок} = \frac{14609{,}6}{24226{,}6} = 0{,}6\,року \approx 7\,місяців.$$

7. ОХОРОНА ПРАЦІ

7.1. Заходи з організації безпечних умов праці у приміщеннях з діагностики та технічного обслуговування транспортних засобів

Вимоги безпеки до приміщень з профілактичного обслуговування і ремонту транспортних засобів створюються у відповідності до ДНАОП 0.00-1.28-97 «Правила охорони праці на автомобільному підприємстві» [28]. Санітарні норми на дільниці діагностики та ТО ДВЗ автомобілів та її постах повинні бути забезпечені згідно НАОП14.40-1.01.90 [29].

Суттєву увагу слід приділити виконанню основних вимог щодо забезпечення та підтримки мікроклімату у виробничих приміщеннях й робочих зонах (на постах). В зимовий період на дільниці повинне функціонувати централізоване опалення для підтримки температури повітря не нижче +18 ^{0}С, що створює нормальні умови праці виробничих робітників у відповідності до ГОСТ 12.1.005-88; в літній час робота припливно-витяжної вентиляції дільниці, обладнана за СНІП 2.04 05-91 і СНІП 2.09 02-85, повинна забезпечити підтримку температури повітря дільниці в діапазоні +20…+22 ^{0}С при відносній вологості повітря до 70% й швидкості його руху не більше 0,3 м/с [29].

Робочі місця із підвищеним виділенням шкідливих речовин повинні бути оснащені місцевими витяжними вентиляційним пристроями із розрахунку на видалення до 1700-2500 м^3/год повітря [29].

Для постійного контролю температурних режимів, у приміщенні дільниці на видному місці на визначеній нормативами відстані від вхідних дверей (або в'їзних воріт) повинні бути встановлені термометри [28,29].

Проведення сервісних та діагностичних видів робіт потребує дотримання освітлення робочої зони дільниці КЕО – 3% у відповідності до II-го розряду зорових робіт. Організація освітлення дільниці передбачає комбіновану форму та забезпечується як природнім так й штучним освітленням (СНіП II-4-79). При цьому штучне освітлення бажано створювати газорозрядними неоновими лампами типу ДРЛ зі світловіддачею 120…140 лк/Вт [28,29].

У відповідності до специфіки проведення виробничого процесу на дільниці при проведенні робіт із діагностування та технічного обслуговування двигунів автомобілів, необхідною умовою є відповідність рівня умов праці на постах дільниці за ГОСТ 12.3.005-75 із організацією та чітким дотриманням наступних організаційних заходів [29]:

- «технологічний процес проведення робіт на дільниці повинен проходити із дотриманням належних умов гігієни праці, тобто з необхідними розробками санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів у відповідності до ДСН.3.3 6.039-99» [28, 29];
- забезпечення у повному обсязі основних виробничих робітників дільниці спецодягом (ГОСТ 12.4.029-76), взуттям (ГОСТ 12.4.015-76) і спецокулярами (ГОСТ 12.4.003-80);
- для боротьби з електротравматизмом обов'язковим є виконання наступних заходів у відповідності до ГОСТ 30331.3-9 (МЕК 364-4-41-92): створення єдиного контуру заземлення технологічного обладнання дільниці, оснащеного

струмоприймачами із загальним опором розтікання струму не більше 4 Ом; оснащення захисними кожухами та плавкими запобіжниками рубильників, що встановлені в захисних шафах; створення огородження для неізольованих струмоведучих частин електрод ротів із дотриманням відстаней не менше 0,6 м між струмоведучими частинами та огородженням; у відповідності до діючих вимог, періодичного проведення перевірки контуру заземлення та опору ізоляції; проведення регулярної перевірки заземлення та занулення електромереж стендів (у відповідності до ГОСТ 12.2.007-1-75 та ГОСТ 12.1.030-81);

- організація робочих місць із забезпеченням необхідних мір із зниження рівня виробничого шуму у відповідності до нормативів нормам ДСН 3.3 6.037-99 та ДСН 3.3 6.037-99 шляхом встановлення кожухів та звукопоглинаючих матеріалів;
- параметри вібрації при виконанні робіт на дільниці повинні відповідати ДСН 3.3.6.039-99.

Так як виробничий процес на дільниці передбачає проведення розбирально-складальних робіт та робіт із демонтажу окремих вузлів і систем автомобілів (наприклад, елементів випускних систем), то здійснення транспортних операцій необхідно виконувати із дотриманням наступних заходів безпеки (за ГОСТ 12.3.006-80 «Роботи по транспортуванню вантажів») [29]:

- кількість, вага та габарити вантажів не повинні перевищувати встановленої вантажопід'ємності й габаритів підйомно-транспортного обладнання, яке в свою чергу повинно регулярно проходити контроль протягом року у відповідності до ГОСТ 12.3.009-76;
- ширина проїздів на дільниці повинна забезпечувати вільне переміщення вантажів та бути у повній відповідності до СНИП-2-II-80 «Виробнича будівля промислових підприємств. Норми проектування».

Безпосередньо проведення розбирально-складальних робіт передбачає оснащення технологічного обладнання спеціальними пристосуваннями для кріплення вузлів і агрегатів. Пневмоприводи же технологічного устаткування не повинні створювати рівень звукової потужності більше 30…69 дБ у відповідності до вимог ГОСТ 12.2.001-81 [29].

Для забезпечення безпечної роботи виробничого персоналу електробезпека на дільниці повинна відповідати ДСТУ 7237:2011 та ДСТУ ГОСТ 12.1.038:2008. При роботі із ручним електричним і пневматичним інструментом використовувати засоби індивідуального захисту – діелектричні рукавиці, коврики тощо, у відповідності з вимогами ГОСТ 12.1.103-83 [29].

Проведення зварювальних робіт на дільниці передбачає їх відповідність НАОП 1.4.10-1.04-86 «Правила з техніки безпеки і виробничої санітарії при електрозварювальних роботах» [29].

На основі аналізу технологічних процесів при проведенні сервісних та ремонтних робіт на ділянці визначено, що матеріали, технологічний процес й обладнання являтися пожежобезпечними й невибухобезпечними у відповідності до вимог ДНАОП 0.01-1.33-75 [30].

Виробниче приміщення ділянки може бути розміщене як у окремій будівлі, або розташовуватися на території основного виробничого корпусу підприємства. В будь-якому разі, будівля повинна відноситься до II ступеня пожежної безпеки (відповідно до СНИП-II-А.5-80), II ступеня вогнестійкості за ПУЕ та категорії «Г» (відповідно до

СНИП-II-2-80); стіни й перегородки – виконані негорючими при забезпеченні меж вогнестійкості цегляних стін 2,5 год., а перетинок - 0,5 год. [30]

Забезпечення відповідних умов пожежної безпеки ділянки (ГОСТ 12.4.009-83) передбачає її обладнання пожежним щитом (ДНАОП 0.01-1.33-75) із необхідним набором інструментів, ящиками із піском, вогнегасниками ОУ-2 (за ГОСТ 12.4.009-83) для тушіння електроустановок та використання інформаційних знаків у відповідності до ГОСТ 12.4.026-76; наявне пожежне обладнання повинне забезпечувати умови гасіння пожежі за ГОСТ 12.1.007-91, та проходити періодичне випробування за ГОСТ 12.4.009-83.

Водопровідна пожежна мережа дільниці повинна забезпечувати необхідну кількість води під тиском для своєчасного гасіння пожежі у відповідності до нормативних положень ГОСТ 12.1.007-91, а звичайна водопровідна мережа – повне виконання технологічного процесу сервісу автомобілів.

7.2. Організація та розрахунок параметрів бокового природного освітлення приміщення дільниці

У відповідності до п. 5.5 спеціального розділу, розрахунок необхідної площі вікон для бокового природного освітлення проводимо для виробничого приміщення дільниці діагностування та ТО ДВЗ автомобілів із розмірами: довжиною $L = 6\ м$, шириною $H = 10\ м$ м та висотою *4 м*. Приймаємо висоту від рівня робочої поверхні до верху вікна - $h_1 = 2{,}8\ м$. Вважаємо, що будівля з дільницею знаходиться у м. Кропивницький, що відповідає IV-му світловому поясу, та навпроти дільниці відсутні будівлі, що її затіняють. Характер зорової роботи виробничого персоналу дільниці відповідає роботам IV розряду. Іншими вихідними даним є: коефіцієнт відображення стелі - $\rho_{ст} = 0{,}7$, стін - $\rho_{сті} = 0{,}5$ та підлоги - $\rho_п = 0{,}1$; відстань розрахункової точки від зовнішньої стіни - $l = 4\ м$ та висота робочої поверхні - $h_р = 0{,}8\ м$.

Необхідну площу вікон розраховуємо за формулою [31]:

$$S_в = \frac{e_н \cdot K_з \cdot \eta_в \cdot S_{під}}{100 \cdot \tau_{заг} \cdot \gamma_1} \cdot K_{зат}, \qquad (7.1)$$

де $e_н$ – нормоване значення коефіцієнту природного освітлення (КПО);

$K_з$ – коефіцієнт запасу;

$\eta_в$ – показник світлової характеристики вікон;

$S_п$ - площа підлоги дільниці;

$\tau_{заг}$ – загальний коефіцієнт світло-пропускання вікон;

γ_1 – коефіцієнт, що враховує підвищення КПО при боковому освітленні за рахунок світла, яке відбивається від поверхонь приміщення; приймаємо згідно довідникових даних - $\gamma_1 = 2{,}0$;

$K_{зат}$ – коефіцієнт, що враховує можливе затінення вікон іншими будівлями, розміщеними поруч; приймаємо $K_{зат} = 1{,}0$, так як будівлі, що створюють затінок, відсутні.

На першому етапі визначаємо нормоване значення КПО за виразом [31]:

$$КПО = e_н = e_н^{IV} \cdot m \cdot c = 1{,}5 \cdot 0{,}9 \cdot 0{,}75 = 1{,}013, \quad (7.2)$$

де $e_н^{IV}$ – значення КПО для IV світлового пояса, що відповідає 1,5%;

m – коефіцієнт світлового клімату; приймаємо $m = 0{,}9$;

c – коефіцієнт сонячності кліматичної зони; приймаємо $c = 0{,}75$.

Наступним етапом є винайдення відношення глибини приміщення B до висоти h_1 - від рівня робочої поверхні, наприклад верстака, до верхньої крайки вікна, використовуючи залежність [31]:

$$\frac{B}{h_1} = \frac{15}{2{,}2} = 6{,}8. \quad (7.3)$$

Третій крок – знаходження відношення довжини приміщення до його глибини [31]:

$$\frac{L}{B} = \frac{8{,}5}{7{,}0} = 1{,}21. \quad (7.4)$$

За таких умов, спираючись на довідникові дані, світлова характеристика вікна складатиме - $\eta_0 = 8$ [31]. Визначаємо загальний коефіцієнт світлопропускання вікон за його складовими множниками:

$$\tau_{заг} = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4 \cdot \tau_5, \quad (7.5)$$

де τ_1 – коефіцієнт світло-пропускання матеріалу вікна; приймаємо для одинарних металевих рам, в які вставлене листове скло $\tau_1 = 0{,}5$;

τ_2 – коефіцієнт, що враховує втрати світла у віконних рамах; приймаємо для подвійних металевих рам - $\tau_2 = 0{,}9$;

τ_3 – коефіцієнт, що враховує втрати світла у несучих конструкціях; прий-маємо за відсутності втрат світла у несучих конструкціях - $\tau_3 = 1{,}0$;

τ_4 – коефіцієнт, що враховує втрати світла у сонцезахисних елементах; прий-маємо за відсутності на вікнах світлозахисних елементів - $\tau_4 = 1{,}0$;

τ_5 – коефіцієнт, що враховує втрати світла в сонцезахисній сітці; приймаємо для бокового освітлення - $\tau_5 = 1{,}0$.

За прийнятих даних, загальний коефіцієнт світлопропускання вікон складе:

$$\tau_{заг} = 0{,}5 \cdot 0{,}9 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}0 = 0{,}45.$$

Підрахуємо площу стелі, стін та підлоги дільниці:

$$S_{ст} = S_{під} = L \cdot B = 10{,}0 \cdot 6{,}0 = 60\ м^2. \quad (7.6)$$

$$S_{стін} = H \cdot (2(L + B)) = 4 \cdot 2 \cdot (10{,}0 + 6{,}0) = 128{,}0\ м^2. \quad (7.7)$$

Визначаємо середньозважений коефіцієнт відображення $\rho_{сер}$ [31]:

$$\rho_{сер} = \frac{\rho_{ст} \cdot S_{ст} + \rho_{стін} \cdot S_{стін} + \rho_{під} \cdot S_{під}}{S_{ст} + S_{стін} + S_{під}}, \quad (7.8)$$

$$\rho_{сер} = \frac{0{,}7 \cdot 60 + 0{,}5 \cdot 128 + 0{,}1 \cdot 60}{60 + 128 + 60} = 0{,}425.$$

Відношення відстані розрахункової точки l до глибини приміщення B:

$$\frac{l}{B} = \frac{4}{7} = 0{,}57. \quad (7.9)$$

Сумарна необхідна площа вікон становитиме:

$$S_в = \frac{1{,}013 \cdot 1{,}3 \cdot 8 \cdot 60}{100 \cdot 0{,}45 \cdot 2{,}0} \cdot 1{,}0 = 7{,}02\,м^2.$$

При стандартний розмірах віконної рами промислових підприємств $1{,}5 \times 1{,}7\,м$ площа одного вікна складає $2{,}55\,м^2$. Отже мінімально необхідна кількість вікон для дільниці буде:

$$n_в = \frac{S_в}{2{,}55} = \frac{7{,}02}{2{,}55} = 2{,}75 \approx 3\,вікна.$$

8. ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ

8.1. Вплив автомобільних доріг і автотранспорту на навколишнє середовище

«Автомобілізація приносить людям найрізноманітніші блага, водночас її розвиток супроводжується вкрай негативними явищами. Автомобільні дороги стали місцем загибелі та каліцтва мільйонів людей, транспортні засоби є одними з найактивніших забруднювачів атмосферного повітря, води та ґрунтів, шумового та вібраційного забруднення. Дорожня мережа проходить через цінні сільськогосподарські землі, від шкідливого впливу автомобільного транспорту страждає тваринний та рослинний світ» [32].

Якщо розглядати систему «автомобіль – дорога – навколишнє середовище» в загальному плані, то характер взаємодії автомобільної інфраструктури з довкіллям та її наслідки визначаються *транспортними умовами* (характеристиками транспортних засобів, дальністю маршрутів, режимів транспортних робіт, умови технічного обслуговування тощо), *дорожніми умовами* (параметрами опорної поверхні й місцевості, інтенсивністю, організацією та безпекою руху) та *природно-кліматичними умовами* (температурою, вологістю, агресивністю навколишнього середовища тощо), *соціально-економічними умовами* (соціальною та природно-господарською значимістю, вартістю перевезень й технічної експлуатації АТЗ). Окремі науковці висловлюють думку, що «автомагістраль в екологічному аспекті розглядається не тільки як інженерна споруда, а як витягнуте в лінію підприємство, яке виконує транспортну роботу і взаємодіє з довкіллям» [33].

Серед перелічених факторів, найбільшого впливу на навколишнє середовище (допустимий рівень забруднення повітря та навколишнього середовища, рівень шуму, дію на дорогу й ґрунт) від автомобільних доріг та автотранспорту, що рухається ними, можна очікувати від двох основних груп - дорожніх та транспортних умов.

Вплив групи дорожніх чинників визначається необхідністю відведення земельних угідь під будівництво автомобільної дороги, що спричиняє порушення цілісності природного комплексу, наприклад, при втручанні у зміну рельєфу місцевості пов’язану із будівництвом.

Підвищений рівень шуму та надмірна концентрація шкідливих речовин, що загазованість повітря, що містяться у відпрацьованих газах автомобілів та є результатом інтенсивного руху автомобільного транспорту, формують групу транспортних чинників. Отже, автомобільна дорога порушує основні природні баланси: біологічний, хімічний, водний та, навіть - радіаційний.

Одним із вагомих негативних наслідків автомобілізації є транспортний шум, який не менш шкідливий та небезпечний, ніж забруднення повітряних та водяних басейнів. Дана проблема підсилюється на дорогах, що межують або проходять через житлові та інфраструктурні масиви. Граничний рівень шумового впливу автотранспорту на довкілля обумовлюється та контролюється наявністю в зоні впливу дороги таких об’єктів як: житлові та промислові території населених пунктів, зони масового відпочинку людей, санітарно-курортні зони, території сільськогосподарського призначення, об’єкти природно-заповідного фонду, цінні природні угіддя та лісові масиви, пам’ятки історії та архітектури тощо. Безумовно,

транспортний шум на прилеглих до дороги територіях погіршує якість навколишнього середовища, негативно впливає на нервову систему людини, знижує її працездатність, зменшує опір захворювання, особливо серцево-судинним та психологічним [33].

Найбільший же вплив на забруднення навколишнього середовища здійснює безпосередньо автомобільний транспорт. Разом з тим, на нашу думку, загальноприйнятий рівень цього впливу є надмірно заниженим, а насправді він ще більш істотний. Поясненням цього є наступні міркування: по-перше, рівень впливу автомобільного транспорту є вкрай нерівномірним - основна концентрація автомобільного транспорту співпадає із місцями високої щільності населення (в містах, промислових та торгівельних центрах тощо); по-друге, найбільша концентрація шкідливих викидів від функціонування автомобілів спостерігається в нижніх або приземних шарах атмосфери, саме там, де й відбувається головна частина циклу життєдіяльності людини й де умови їх розсіювання є найменш сприятливими; по-третє, основним «постачальником забруднювачів атмосфери» є саме відпрацьовані гази двигунів автомобілів, які містять висококонцентровані токсичні компоненти.

Ситуація погіршується ще й тим, що проміжок часу, протягом якого шкідливі речовини зберігаються у повітрі атмосфери, є доволі тривалим й складає від десятків діб до фактично половини року й більше [32, 33].

На сьогодні найбільш поширеним типом автомобільних двигунів є двигуни внутрішнього згорання, які в якості палива споживають вуглеводи. Результатом перетворення енергії палива у механічну роботу в двигунах цього типу є відпрацьовані гази, які містять понад 200 різних токсичних хімічних сполук, серед яких а першу чергу виділяються вуглеводи, що не згоріли, чадний газ, окис та закис азоту й інші.

Токсичні компоненти забрудненого довкілля потрапляють в організм людини при вдиханні повітря та всмоктуються у кров, вражаючи при цьому дихальні шляхи та легені.

«Окис вуглецю (CO) – чадний газ (концентрація у викидах 2…10%) утворюється в результаті неповного згорання вуглецю в пальному. При вдиханні CO зв’язується із гемоглобіном крові, витісняючи з неї кисень, в результаті чого настає кисневе голодування. Висока концентрація оксиду вуглецю навіть при короткочасному впливі може призвести до смерті, невеликі дози викликають запаморочення, головний біль, відчуття втоми і вповільнення реакції у водія. В одномісному гаражі смертельна концентрація CO виникає вже через дві-три хвилини після вмикання двигуна» [8].

«Токсичні й вуглеводні (C_nH_m) – (концентрація 0,1…1,0%) - незгорілі хімічні складники палива. Викиди цих речовин на перехрестях і біля світлофорів у декілька разів більші, ніж при русі на магістралі. Це причина багатьох хронічних захворювань. Найнебезпечнішим вважається бензапірен, у якого вкрай активні канцерогенні властивості» [8].

«Оксиди азоту (NO_x) – (концентрація 0,1…0,5%) утворюються при згоранні будь-яких видів палива - природного газу, вугілля, бензину чи мазуту. Найбільш небезпечний диоксид азоту NO_2, який при наявності взаємодії із парами води в атмосфері утворює азотисту й азотну кислоти. Надходячи у верхні шари атмосфери,

диоксид азоту сприяє появі кислотовмісних хмар і кислотних опадів. За критичної його концентрації, наприклад, у закритих приміщеннях (гаражах), виникає набряк легенів, що призводить до смерті. Вплив оксидів азоту не можна послабити жодними нейтралізуючими засобами. У поєднанні із вуглеводнями вони утворюють токсичні нітроолефіни, які у літню спеку сприяють утворенню фотохімічних смогів» [8].

Крім цього, під час експлуатації автомобіля з двигунами внутрішнього згорання додатковими джерелами викидів шкідливих речовин є картерні гази, випари охолоджуючих рідин та палива із системи живлення тощо. Не слід забувати й про витоки олив з трансмісій автомобілів, мастил із маточин коліс та рухомих з'єднань ходових частин, кислот із акумуляторних батарей; пилу фрикційних накладок колодок гальмівних механізмів, які безумовно здійснюють неконтрольоване потрапляння спочатку на поверхню дороги. Велика кількість різних хімічних елементів та їх сполук, солей та луг потрапляє з доріг переноситься поверхневими, а потім ґрунтовими водами у ґрунт та поглинається рослинами, які врешті решт використовує й споживає сама людина.

Вуглекислий газ викликає захворювання крові, серця, центральної нервової системи. А такий токсичний компонент як оксид азоту сприяє виникненню астми. Вуглець знижує спроможність крові переносити кисень до тканин, сприяє загостренню симптомів серцево-судинних захворювань та порушує дихання. На решті, крім нанесення прямого негативного впливу на організм людини, токсичні викиди від автотранспорту мають й непряму шкоду. Так, підвищення концентрації діоксиду вуглецю CO_2 - природного атмосферного компонента, обумовлює глобальне підвищення температури земної атмосфери та провокує появу всім відомого «парникового ефекту». Більшість відомих світових експертів схильні вважати, що саме наслідком цього є більші часті глобальні природні катаклізми, наприклад такі як: масштабні пожежі (в Південно-Східній Азії, Америці, Австралії та Сибіру), пилові буревії (в Африці, Австралії, Америці) й повені (в Європі та Азії) [33].

З'єднання сірки (SO_2) та оксиди азоту (NO, NO_2), що викидаються в атмосферу із відпрацьованими газами ДВЗ автомобілів, в результаті хімічних перетворень, утворюють різні кислоти та солі, які з опадами повертаються на землю у вигляді «кислотних дощів». Науковцями встановлено й обґрунтовано доведено, що такі опади наносять суттєву шкоду водним екологічним системам, призводять до знищення флори й фауни, підвищують рівень корозійної атаки на металеві конструкції та спричиняють інтенсифікацію руйнувань будівельних конструкцій й споруд (будівель, мостів, шляхопроводів, дорожньої інфраструктури тощо). Так, наявність оксидів азоту у повітрі, спричиняє його фарбування у коричневий колір (формує «грязьовий» туман або смог), що погіршує показники прозорості повітря та погіршує видимість.

Провести реальні кількісні оцінки концентрації шкідливих викидів від автомобільного транспорту вкрай складно, так як автомобіль є рухомим джерелом забруднень, з процесом виділення шкідливих речовин, який постійно змінюється в часі, та не має в своїй конструкції приладу фіксації кількісних показників забруднень, що ним продукуються. Кожна країна має власний парк автомобілів, який суттєво відрізняється як за кількісними показниками, за віковою структурою, за рівнем сучасності автомобілів та багатьма іншими показниками. Використання будь-

яких екологічних показників, отриманих в одних країнах світу, в жодному разі не може бути перенесено на інші країни.

На останок слід зауважити, що для забезпечення сталого розвитку екологічної безпеки автомобільного транспорту в експлуатаційних умовах необхідне ефективне використання наявних інфраструктур, оптимізація автомобільних перевезень та суспільно прийнята стратегія переходу до використання «екологічно чистих» транспортних засобів, екологічна безпека яких повинна закладатися ще під час їх проектування та виготовлення на основі ґрунтовного прорахунку всіх етапів життєвого циклу автомобіля «проектування-виготовлення-експлуатація-сервіс-ремонт-утилізація» та його впливу на екологію на кожному з цих етапів.

ОСНОВНІ ВИСНОВКИ ПО РОБОТІ

При виконані даної магістерської роботи мною були виконані такі дослідження:

В «Загальному розділі» наведено характеристику матеріально-технічної бази та зроблено аналіз науково-дослідного потенціалу кафедри «Експлуатація та ремонт машин» ЦНТУ. Визначено, що одним із перспективних напрямків діяльності наукової школи кафедри є дослідження спрямовані на вдосконалення систем впуску і випуску автомобілів, каталітичної нейтралізації і утилізації енергії відпрацьованих газів, зниження хімічного і фізичного забруднення довкілля транспортними засобами. Проведені пошукові дослідження особливостей зміни технічного стану випускних систем автомобілів в експлуатаційних умовах виявили, що більшість їх елементів набувають суттєвих дефектів та впливають на більшість основних ефективних показників ДВЗ: потужність, паливну економічність й токсичність. Нажаль, меншими показниками надійності характеризуються каталітичні нейтралізатори відпрацьованих газів. Це дозволили сформувати основні задачі, вирішення яких було проведено в наступних розділах роботи.

В «Науковому розділі» було встановлено об’єкт, сформовано мету та визначені задачі наукових досліджень, які включали дослідження ефективності застосування присадок, які входять до складу базового палива та їх вплив на ефективність роботи систем живлення та випускних систем двигунів; визначення особливостей знешкодження шкідливих компонентів у відпрацьованих газах бензинових та дизельних двигунів; дослідження впливу різних експлуатаційних факторів на ефективність роботи каталітичного нейтралізатору та ступінь знешкодження шкідливих компонентів в ньому. Додатковими дослідженнями визначено ефективність застосування присадок до моторних палив, призначених для очищення каталітичних нейтралізаторів та якісні показники процесу знешкодження шкідливих компонентів у відпрацьованих газах; встановлено граничні значення опору випускної системи автомобіля, який регламентує критичне падіння основних показників двигуна.

В «Технологічному розділі» 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.

В «Конструкторському розділі» запропоновано конструкцію стенду для гнуття труб, який планується до використання при заміні елементів випускних систем автомобілів під час їх ТО та ремонту; проведено в необхідному об’ємі конструкторські та перевірочні розрахунки за елементами розробленої конструкції стенду; розроблено креслення загального виду стенду та окремих його деталей. Проведені дослідження дозволяють забезпечити процес виготовлення стенду та гарантувати його високоефективну роботу.

В «Спеціальному розділі» розраховано визначено можливі обсяги з діагностування та ТО легкових автомобілів та на основі цього обраховано потребу у виробничих площах дільниці діагностування та ТО двигунів легкових автомобілів; виконано планування цієї дільниці; проведений проектний розрахунок чисельності виробничого персоналу на 2022 рік тощо.

В «Економічному розділі» дано економічну оцінку ефективності впровадження у виробничий процес підприємства розроблених практичних рекомендацій конструкторського та спеціального розділів.

В розділах з «Охорони праці» та «Цивільного захисту» досліджені можливі шкідливості та небезпеки, що можуть виникнути під час реалізації розробленої технології діагностування та ТО двигунів легкових автомобілів й встановлено вплив автомобільного транспорту на навколишнє середовище.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кафедра експлуатації та ремонту машин. Історія та спеціальності: веб-сайт. URL: http://erm.kntu.kr.ua/NEW.html.
2. Кафедра експлуатації та ремонту машин/ Науково-дослідна робота: веб-сайт. URL: http://erm.kntu.kr.ua/SCIENTIFIC_RESEARCH_WORK.html
3. Кафедра експлуатації та ремонту машин. Матеріально-технічна база: веб-сайт. URL: http://erm.kntu.kr.ua/baza.html.
4. Експлуатація автомобілів. Книга 1. «Організація» : навч. посіб. / Чабанний В.Я. та ін.; за ред. Чабанного В.Я. Кіровоград: Центрально-Українське видавництво, 2009. 392 с.
5. В Україні заборонили продаж бензину і дизпалива стандарту Євро-4: *finance.ua*: веб-сайт. URL: https://news.finance.ua/ua/news/-/418167/v-ukrayini-zaboronyly-prodazh-benzynu-i-dyzpalyva-standartu-yevro-4
6. Чи поліпшить якість палива стандарт Євро-5? / *HB*: веб-сайт. URL: https://nv.ua/ukr/biz/experts/chi-polipshit-yakist-paliva-standart-yevro-5-2444426.html
7. В.Я. Чабанний та ін. Паливо-мастильні матеріали, технічні рідини та системи їх забезпечення : навч. посіб. / за ред. В.Я. Чабанного. Кіровоград: Центрально-Українське видавництво, 2008. кн. 1. 353 с. URL: http://library.kr.ua/elib/chabannyi/Chabannyi_Pal_mast_Mater_kn1.pdf (дата звернення 15.03.2022).
8. В.М. Архангельский, М.М. Вихерт, А.Н. Воинов, Ю.А. Степанов, В.И. Трусов, М.С. Ховах. Автомобильные двигатели / под ред. М.С. Ховаха. – М.: Машиностроение, 1977. – 591 с.
9. Ф.І. Абрамчук та ін. Автомобільні двигуни. Підручник. – К.: В-во «Арістей», 2009. – 476 с.
10. Дяченко В.Г., Саловський В.С., Кропівний В.М., Магопець С.О. та ін. Розрахунок автомобільних двигунів / Навчальний посібник до курсового проектування. – Кіровоград, КДТУ, 2003. – 266 с.
11. Спеціальне обладнання та процеси органічної хімії: Підручник / В.П. Шапорев та ін. Харків, 2013. 272 с.
12. В.Я. Чабанний та ін. Паливо-мастильні матеріали, технічні рідини та системи їх забезпечення : навч. посіб. / за ред. В.Я. Чабанного. Кіровоград: Центрально-Українське видавництво, 2008. кн. 2, 500 с. URL: - http://library.kr.ua/elib/chabannyi/Chabannyi_Pal_mast_Mater_kn2.pdf (дата звернення 17.03.2022).
13. Надійність автомобілів : навч. посіб. / Солових Є.К. та ін. Кропивницький. РВЛ ЦНТУ, 2019. 309 с.
14. Ремонт автомобілів. Книга 1 : навч. посіб. / Чабанний В.Я. та ін.; за ред. Чабанного В.Я. Кіровоград: КП "Центрально-Українське видавництво", 2007. 392 с.
15. Ремонт автомобілів. Книга 2 : навч. посіб. / Чабанний В.Я. та ін.; за ред. Чабанного В.Я. Кіровоград: КП "Центрально-Українське видавництво", 2007. 348 с.
16. Практикум з експлуатації вантажних автомобілів : навч. посіб. / Чабанний В.Я. та ін.; за ред. Чабанного В.Я. Кіровоград: КП "Центрально-Українське видавництво", 2011. 360 с.

17. Практикум з експлуатації легкових автомобілів : навч. посіб. / Чабанний В.Я. та ін.; за ред. Чабанного В.Я. Кіровоград: КП "Центрально-Українське видавництво", 2012. 622 с.

18. С.Н. Погребной. А.Н. Шульгин. Renault Logan. Інструкція з експлуатації та ремонту. – Легіон Автодата, 2016. – 258 с.

19. Експлуатація автомобілів. Курсове та дипломне проектування: навч. посіб. / Чабанний В.Я. та ін.; за ред. Чабанного В.Я. Кіровоград: Центрально-Українське видавництво, 2009. 392 с.

20. Методи розробки та типові норми часу на ремонт автомобілів. К.: Агропромиздат, 2001. 367 с.

21. Шейнблит А.Е. Курсовое проектирование деталей машин. М.: Высшая школа, 1991. 431 с.

22. И.М. Чернин, А.В. Кузьмин, Г.М. Ицкович Расчеты деталей машин. М: Машиностроение, 1984. 470 с.

23. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. М: Машиностроение, 1980.

24. Справочник технолога-машиностроителя. / под ред. Косиновой А.Г. и Мещерякова А.К. М: Машиностроение, 1988.

25. Правила трудових відносин в умовах воєнного стану: веб-сайт. URL: https://www.kadrovik01.com.ua/article/5047-virobnichiy-kalendar-2022-dlya-pyatidenki-na-chas-vonnogo-stanu

26. Експлуатація автомобілів. Книга 2. «Планування» : навч. посіб. / Чабанний В.Я. та ін.; за ред. Чабанного В.Я. Кіровоград: Центрально-Українське видавництво, 2009. 400 с.

27. Напольский Г.М. Технологическое проектирование АТП и СТО / Учебник для вузов. 2-е изд-е. М: Транспорт, 1993. 271 с.

28. Правила охорони праці на автомобільному транспорті. Державний нормативний акт про охорону праці. ДНАОП 0.00-1.28-97. К.: Держнаглядохоронпраці, 1997. 328 с.

29. Охорона праці в галузі. Загальні вимоги : навч. посіб. К: Основа, 2011. 551 с.

30. Рожков А.П. Пожежна безпека на виробництві. К; 1997. 448 с.

31. В.У. Жидецький, В.М. Сторожук. Практикум із охорони праці : навч. посіб / за ред. В.У. Житецького. Львів: Афіша, 2000. 352 с.

32. Цивільний захист : навч. посіб / Запорожець О.І. та ін. Центр навчальної літератури. К: 2017. 264 с.

33. Основи-цивільного захисту : навч. посіб. / Васійчук В.О., Гончарук В.Є., Качан С.І., Мохняк С.М. Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2010. 417 с.