

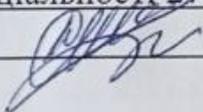
Вінницький національний технічний університет
Факультет машинобудування та транспорту
Кафедра автомобілів та транспортного менеджменту

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

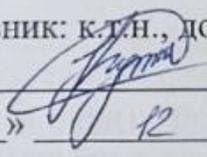
на тему:

«Підвищення експлуатаційної надійності рухомого складу комунального некомерційного підприємства «Авторемонтна база закладів охорони здоров'я Вінницької обласної Ради» шляхом модифікації складу палива»

Виконав: здобувач 2-го курсу, групи 1АТ-24м спеціальності 274 – Автомобільний транспорт

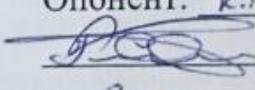
 Шонік Р.Д.

Керівник: к.т.н., доцент каф. АТМ

 Кужель В.П.

« 2 » 12 2025 р.

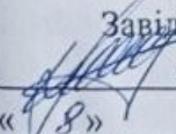
Опонент: к.т.н., доцент каф. АТМ

 Релінький С.В.

« 8 » 12 2025 р.

Допущено до захисту

Завідувач кафедри АТМ

 к.т.н., доц. Цимбал С.В.

« 8 » 12 2025 р.

Вінницький національний технічний університет
Факультет машинобудування та транспорту
Кафедра автомобілів та транспортного менеджменту

Рівень вищої освіти II-й (магістерський)
Галузь знань – 27 – Транспорт
Спеціальність – 274 – Автомобільний транспорт
Освітньо-професійна програма – Автомобільний транспорт

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри АТМ
к.т.н., доцент Цимбал С.В.

« 25 » 09 2025 року

ЗАВДАННЯ
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ

Шоніку Руслану Дмитровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Підвищення експлуатаційної надійності рухомого складу комунального некомерційного підприємства «Авторемонтна база закладів охорони здоров'я Вінницької обласної Ради» шляхом модифікації складу палива,

керівник роботи Кужель Володимир Петрович, к.т.н., доцент,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ВНТУ від «24» вересня 2025 року № 313.

2. Строк подання здобувачем роботи: 30.11.2025 р.

3. Вихідні дані до роботи: Вимоги до конструкції та експлуатації автотранспортних засобів (діючі міжнародні, державні, галузеві стандарти та технічні умови заводів-виробників автомобільної техніки); показники якості бензинів і можливість їх модифікації, законодавство України в галузі безпеки руху, структура автопарку України; район експлуатації автомобілів – Україна; Показники виробничо-технічної бази; показники основних технологічних процесів; показники охорони праці, навколишнього середовища. Сфера діяльності підприємства: послуги з ремонту та обслуговування автомобілів установ охорони здоров'я м. Вінниці. Кількість рухомого складу, всього 62 автомобілі: група 1 (легкові) – 20 одиниць; група 2 (легкові) – 6 одиниць; група 3 (фургони) – 14 одиниць; група 4 (вантажні) – 22 одиниці. Земельна ділянка 1200м×520 м.

4. Зміст текстової частини:

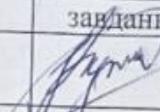
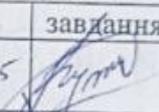
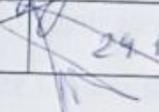
1 Науково-технічне обґрунтування необхідності підвищення експлуатаційної надійності рухомого складу комунального некомерційного підприємства «Авторемонтна база закладів охорони здоров'я» Вінницької обласної Ради».

2 Аналіз властивостей бензинів та присадок до них. вплив присадок на склад та якість модифікованих палив.

3 Дослідження впливу присадок на склад, якість бензинів і експлуатаційні якості рухомого складу комунального некомерційного підприємства «Авторемонтна база закладів охорони здоров'я Вінницької обласної Ради».

- 4 Визначення ефективності запропонованих рішень.
5. Перелік ілюстративного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):
- 1-3 Тема, актуальність, мета роботи, об'єкт та предмет дослідження, завдання та новизна дослідження.
- 4 Апробація результатів роботи та публікації.
- 5 Місце розташування та відомість комунального некомерційного підприємства.
- 6 Базова матриця SWOT – аналізу діяльності комунального некомерційного підприємства «Авторемонтна база закладів охорони здоров'я Вінницької обласної Ради»
- 7 Стратегії, розроблені на основі даних SWOT-аналізу.
- 8 -9 Основні показники якості автомобільних бензинів.
- 10 Результати статистичних досліджень якості бензинів, що пройшли випробування в лабораторії.
- 11 Опис проблеми поліпшення якості бензинів та шляхи її вирішення.
- 12 Загальні властивості бензинів.
- 13 Класифікація присадок для модифікації палив.
- 14 Властивості високооктанових кисневмісних сполук, в якості присадок до палив.
- 15 Результати дослідження антидетонаційної ефективності товарного бензину А-92 з додаванням добавки ДЕТ.
- 16 Економічна оцінка результатів експериментальних досліджень.
- 17 Рекомендації щодо застосування присадок до бензинів.
- 18 Основні висновки по роботі.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ/підрозділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розв'язання основної задачі	Кужель В.П., доцент кафедри АТМ	 26.09.25	 1.12.25
Визначення ефективності запропонованих рішень	Буренніков Ю.Ю., професор кафедри АТМ	 17.11.25	 24.11.25

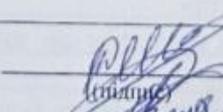
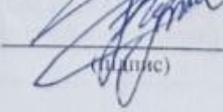
7. Дата видачі завдання «25» вересня 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вивчення об'єкту та предмету дослідження	25.09-29.09.2025	Вик
2	Аналіз відомих рішень, постановка задач	30.09-20.10.2025	Вик
3	Обґрунтування методів досліджень	30.09-20.10.2025	Вик
4	Розв'язання поставлених задач	21.10-10.11.2025	Вик
5	Формування висновків по роботі, наукової новизни, практичної цінності результатів	11.11-16.11.2025	Вик
6	Виконання розділу/підрозділу «Визначення ефективності запропонованих рішень»	17.11-24.11.2025	Вик
7	Нормоконтроль МКР	25.11-30.11.2025	Вик
8	Попередній захист МКР	01.12-04.12.2025	Вик
9	Рецензування МКР	05.12-09.12.2025	Вик
10	Захист МКР	10.12.2025- 12.12.2025	Вик

Здобувач

Керівник роботи


(підпис)

(підпис)

Шонік Р.Д.

Кужель В.П.

АНОТАЦІЯ

УДК 629.113.004.67: 656.13

Шонік Р.Д. Підвищення експлуатаційної надійності рухомого складу комунального некомерційного підприємства «Авторемонтна база закладів охорони здоров'я Вінницької обласної Ради» шляхом модифікації складу палива. Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 274 –Автомобільний транспорт, освітня програма – Автомобільний транспорт. Вінниця: ВНТУ, 2025. 114 с.

На укр. мові. Бібліогр.: 26 назви; рис.: 19.

В магістерській кваліфікаційній роботі пророблено основне питання підвищення експлуатаційної надійності рухомого складу шляхом модифікації складу палива. У розділі 1 проведено науково-технічне обґрунтування необхідності підвищення експлуатаційної надійності рухомого складу комунального некомерційного підприємства «Авторемонтна база закладів охорони здоров'я» Вінницької обласної Ради». В розділі 2 проаналізовано властивості бензинів та присадок до них, вплив присадок на склад та якість модифікованих палив. В розділі 3 проведено дослідження впливу присадок на склад, якість бензинів і експлуатаційні якості рухомого складу комунального некомерційного підприємства «Авторемонтна база закладів охорони здоров'я Вінницької обласної Ради». В розділі 4 виконано розрахунок ефективності запропонованих рішень.

Графічна частина складається з 18 слайдів.

Ключові слова: детонація, паливо, присадки, модифікація, октанове число, детонаційна стійкість, бензини, методи оцінки якості.

ABSTRACT

Shonik Ruslan. Increasing the operational reliability of rolling stock of the municipal non-profit enterprise “Auto repair base of health care institutions of Vinnytsia regional council” by modifying the fuel composition. Master's qualification work in the specialty 274 – Motor transport, educational program – Motor transport. Vinnytsia: VNTU, 2025. 114 p.

In Ukrainian. Bibliography: 26 titles; Fig.: 19.

The master's qualification work deals with the main issue of increasing the operational reliability of rolling stock by modifying the fuel composition. In section 1, a scientific and technical justification of the need to increase the operational reliability of rolling stock of the municipal non-profit enterprise “Auto repair base of health care institutions” of Vinnytsia regional council is provided. In section 2, the properties of gasoline and additives to them are analyzed, the effect of additives on the composition and quality of modified fuels. In section 3, a study of the effect of additives on the composition, quality of gasoline and operational qualities of the rolling stock of the municipal non-profit enterprise “Auto repair base of healthcare institutions of the Vinnytsia Regional Council” is conducted. In section 4, the effectiveness of the proposed solutions is calculated.

The graphic part consists of 18 slides.

Keywords: detonation, fuel, additives, modification, octane number, detonation resistance, gasolines, quality assessment methods.



ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1. НАУКОВО-ТЕХНІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ НАДІЙНОСТІ РУХОМОГО СКЛАДУ КОМУНАЛЬНОГО НЕКОМЕРЦІЙНОГО ПІДПРИЄМСТВА «АВТОРЕМОНТНА БАЗА ЗАКЛАДІВ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я» ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСНОЇ РАДИ.....	7
1.1 Характеристика комунального некомерційного підприємства «Авторемонтна база закладів охорони здоров'я» Вінницької обласної Ради.....	7
1.2 Дослідження внутрішніх сильних і слабких сторін комунального некомерційного підприємства.....	17
1.3 Обґрунтування тематики даної кваліфікаційної роботи.....	19
1.4 Висновки до розділу та постановка завдань досліджень.....	22
РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ВЛАСТИВОСТЕЙ БЕНЗИНІВ ТА ПРИСАДОК ДО НИХ. ВПЛИВ ПРИСАДОК НА СКЛАД ТА ЯКІСТЬ МОДИФІКОВАНИХ ПАЛИВ.....	23
2.1 Аналіз властивостей бензинів	23
2.2 Аналіз присадок до бензинів, їх вплив на склад та якість модифікованих палив.....	45
2.3 Антидетонаційні присадки.....	47
2.3.1 Залізовмісні присадки на основі фероцену і його похідних.....	47
2.3.2 Високооктанові кисневмісні компоненти (ВКК) до бензинів на основі спиртів і ефірів.....	54
2.3.3 Вода, як антидетонаційна добавка до бензинів.....	65
2.4 Антиокислювальні присадки.....	66
2.5 Протиобмерзальні присадки.....	69
2.6 Миючі присадки.....	70
2.7 Висновки до розділу 2.....	72
РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПРИСАДОК НА СКЛАД, ЯКІСТЬ БЕНЗИНІВ І ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ЯКОСТІ РУХОМОГО СКЛАДУ	

КОМУНАЛЬНОГО НЕКОМЕРЦІЙНОГО ПІДПРИЄМСТВА «АВТОРЕМОНТНА БАЗА ЗАКЛАДІВ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСНОЇ РАДИ».....	73
3.1 Опис лабораторії автомобільних експлуатаційних матеріалів.....	73
3.2 Дослідження впливу добавок на якість бензинів і на експлуатаційні якості автомобілів.....	76
3.2.1 Дослідження антидетонаційних властивостей фероцену.....	76
3.2.2 Дослідження антидетонаційної ефективності метанолу, етанолу, води.....	85
3.2.3 Дослідження впливу добавки етанольної паливної (ДЕП) на паливну економічність і токсичність відпрацьованих газів.....	88
3.3 Практичні рекомендації щодо застосування присадок до бензинів для підвищення експлуатаційної надійності рухомого складу комунального некомерційного підприємства.....	96
3.3.1 Практичні рекомендації щодо застосування фероцену.....	96
3.3.2 Практичні рекомендації щодо застосування метанолу, етанолу, МТБЕ і води до бензинів.....	98
3.3.3 Практичні рекомендації щодо застосування добавки етанольних паливної (ДЕП) для автомобільних бензинів.....	99
3.4 Висновки до розділу 3.....	100
РОЗДІЛ 4. ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАПРОПОНОВАНИХ РІШЕНЬ.....	101
4.1 Економічна оцінка впливу ДЕП на паливну економічність.....	101
4.2 Економічна оцінка впливу ДЕП на токсичність відпрацьованих газів.....	103
4.3 Порівняльно - вартісна оцінка застосування бензину А-95 і бензину А-92 з додаванням добавки ДЕП.....	107
4.4 Висновки до розділу 4.....	108
ВИСНОВКИ.....	109
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	111
ДОДАТКИ.....	114
Додаток А. Ілюстративна частина	
Додаток Б. Протокол перевірки кваліфікаційної роботи на наявність текстових запозичень	

ВСТУП

Актуальність теми. В даній роботі було проведено поліпшення антидетонаційні властивості бензинів за рахунок застосування різних перспективних присадок. Визначена класифікація присадок за головним призначенням (властивістю): в'язкісні, які покращують індекс в'язкості (модифікатори індексу в'язкості, депресанти); присадки, які покращують мастильні властивості (модифікатори тертя, антифрикційні, фрикційні, протизносні, протизадирні); антиокислювальні; антикорозійні (інгібітори корозії); миючі (детергенти) та антипінні присадки. Наведемо класифікацію та дію присадок до автомобільних палив: антидетонаційні - підвищують октанове число бензину, запобігають детонації в двигуні; цетанопідвищувальні - підвищують цетанове число, полегшують самозаймання палива, покращують пускові властивості; миючо-диспергувальні - очищують паливну систему від нагару та смол; антикорозійні - створюють на поверхні металу захисну плівку, яка запобігає дії води, сірчистих та органічних кислот; антиокислювальні (стабілізуючі) присадки - сповільнюють окислення палива під час зберігання, запобігають утворенню смол, осаду та кольорових змін; антистатичні присадки - зменшують накопичення електростатичних зарядів у паливі під час перекачування або заправки, антипінні присадки - зменшують утворення піни під час заправки та транспортування, що полегшує налив і вимірювання об'єму палива; депресорні присадки покращують низькотемпературні властивості - знижують температуру застигання і фільтрації; біоцидні - знищують бактерії та грибки; барвники та маркери - ідентифікують вид палива, допомагають відслідковувати подробиці.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота автором виконувалась відповідно з науково-дослідними тематиками кафедри автомобілів та транспортного менеджменту Вінницького національного технічного університету і являється продовженням досліджень пов'язаних саме з підвищенням експлуатаційної надійності рухомого складу.

Мета і завдання дослідження.

Мета роботи – підвищення експлуатаційної надійності рухомого складу комунального некомерційного підприємства «Авторемонтна база закладів охорони здоров'я» Вінницької обласної Ради шляхом модифікації складу палива.

Для досягнення поставленої мети потрібно вирішити такі завдання:

– виконати науково-технічне обґрунтування необхідності підвищення експлуатаційної надійності рухомого складу комунального некомерційного підприємства «Авторемонтна база закладів охорони здоров'я» Вінницької обласної Ради;

– проаналізувати властивості бензинів та присадок до них, вплив присадок на склад та якість модифікованих палив;

– провести дослідження впливу присадок на склад, якість бензинів і експлуатаційні якості рухомого складу комунального некомерційного підприємства «Авторемонтна база закладів охорони здоров'я Вінницької обласної Ради»

– визначити ефективність запропонованих рішень.

Об'єкт дослідження – процес пошуку оптимального обсягу додавання присадок для модифікації складу палива.

Предметом дослідження є вплив присадок до палива на екологічні та економічні показники автомобілів з бензиновими двигунами.

Методи дослідження – в роботі використовуються розрахункові методи та методи експериментальних досліджень.

Новизна одержаних результатів.

Дістали подальшого розвитку методи підвищення експлуатаційної надійності рухомого складу шляхом обґрунтування оптимального обсягу додавання присадок для модифікації складу палива і визначення впливу на паливну економічність, на токсичність відпрацьованих газів і на антидетонаційні властивості бензинів.

Практичне значення одержаних результатів. Запропоновані для підприємств автомобільного транспорту рекомендації щодо вибору присадок до палива, які покращують експлуатаційні показники рухомого складу. Автором приведені практичні рекомендації щодо застосування присадок до бензинів для

підвищення експлуатаційної надійності рухомого складу комунального некомерційного підприємства «Авторемонтна база закладів охорони здоров'я Вінницької обласної Ради». Сформовані практичні рекомендації по застосуванню в якості присадок до бензинів добавки ФК-4, метанолу, етанолу, МТБЕ, води і ДЕП.

Для присадки ФК-4 були рекомендовані максимальне і мінімальне утримання ФК-4. По метанолу, етанолу, МТБЕ і воді були виявлені різні вуглеводневі сполуки, які мають максимальну прийомистість для цих компонентів. І, нарешті, для ДЕП була отримана оптимальна концентрація вмісту в бензині з точки зору антидетонаційних властивостей, паливної економічності і токсичності відпрацьованих газів

Особистий внесок здобувача. Автором проведений аналіз присадок до бензинів і впливу їх на якості бензинів для підвищення експлуатаційної надійності рухомого складу комунального некомерційного підприємства «Авторемонтна база закладів охорони здоров'я Вінницької обласної Ради». Автором було детально розглянуто антидетонаційні присадки, а саме залізовмісні присадки на основі фероцену та його похідних, високооктанові кисневмісні компоненти до бензинів на основі спиртів і ефірів, а також вода, як антидетонаційна добавка до бензинів. Також здобувачем проведені експериментальні дослідження впливу добавок на якості бензинів і на експлуатаційні якості автомобілів

Апробація результатів роботи. Проміжні результати досліджень доповідалися й обговорювалися на XVIII міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту», 20-22 жовтня 2025 року. – Вінниця.

Публікації. Проміжні результати досліджень були частково викладенні і опубліковані в 1 науковій праці: Кужель В.П. Види присадок та варіанти модифікації складу автомобільного палива / В.П. Кужель, В.В. Слободян, Р.Д. Шонік // Матеріали XVIII міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту», 20-22 жовтня 2025 року: збірник наукових праць [Електронний ресурс] / Міністерство освіти і науки України, Вінницький національний технічний університет [та інш.]. – Вінниця: ВНТУ, 2025. – С. 262 – 264 (PDF, 536 с.). ISBN 978-617-8163-71-6 (PDF) [1].

РОЗДІЛ 1

НАУКОВО-ТЕХНІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ НАДІЙНОСТІ РУХОМОГО СКЛАДУ КОМУНАЛЬНОГО НЕКОМЕРЦІЙНОГО ПІДПРИЄМСТВА «АВТОРЕМОНТНА БАЗА ЗАКЛАДІВ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я» ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСНОЇ РАДИ

1.1 Характеристика комунального некомерційного підприємства «Авторемонтна база закладів охорони здоров'я» Вінницької обласної Ради

Розпочнемо з історії створення, саме 1 січня 1983 року була створена Централізована автомайстерня Вінницького обласного відділу охорони здоров'я. У 1986 році вона змінює назву, а саме Централізована автомайстерня стає Автотранспортним підприємством Вінницького обласного відділу охорони здоров'я і функціонує з такою назвою до кінця 1994 року. Потім 27 березня 1995 року на підставі наказу Вінницького обласного управління охорони здоров'я за № 58 на базі Автотранспортного підприємства створюється Державне авторемонтне підприємство Вінницького обласного управління охорони здоров'я. В цей час з Вінницького обласного ендокринологічного диспансеру, де була централізована бухгалтерія і саме туди також входило «Автотранспортне підприємство», передаються в Авторемонтне підприємство особові рахунки працівників по заробітній платі за 1991-1994 роки.

Тобто державне авторемонтне підприємство з такою назвою функціонує до серпня 2000 року. А 15.08.2000 року воно було перереєстроване реєстраційною палатою Вінницької міської Ради, наказ № 483/р, як «Комунальне авторемонтне підприємство установ охорони здоров'я» з безпосереднім підпорядкуванням Вінницькій обласній Раді. Комунальне авторемонтне підприємство звісно було юридичною особою. Підприємство здійснює свою діяльність відповідно до Закону України «Про підприємства в Україні». Права і обов'язки підприємство набуває з

дня його державної реєстрації. Підприємство здійснює виробничу і комерційну діяльність з метою одержання відповідного прибутку.

Зараз дане некомерційне підприємство має самостійний баланс, розрахунковий та інші рахунки в банках, власний штампель і печатку з повним найменуванням.

Метою діяльності підприємства є обслуговування автотранспорту закріплених за ним обласних лікувальних закладів і надання платних послуг з ремонту. Комунальне авторемонтне підприємство установ охорони здоров'я (надалі підприємство) є спільною власністю територіальних громад Вінницької області, управління якою здійснює Вінницька обласна Рада, в подальшому – “Орган управління майном” або “Засновник” та є правонаступником Державного Авторемонтного підприємства управління охорони здоров'я.

Місцезнаходження підприємства: 21010, м. Вінниця, вул. Михайла Драгоманова, буд. 112-А (рис 1.1). Види основної діяльності [3, 4]:

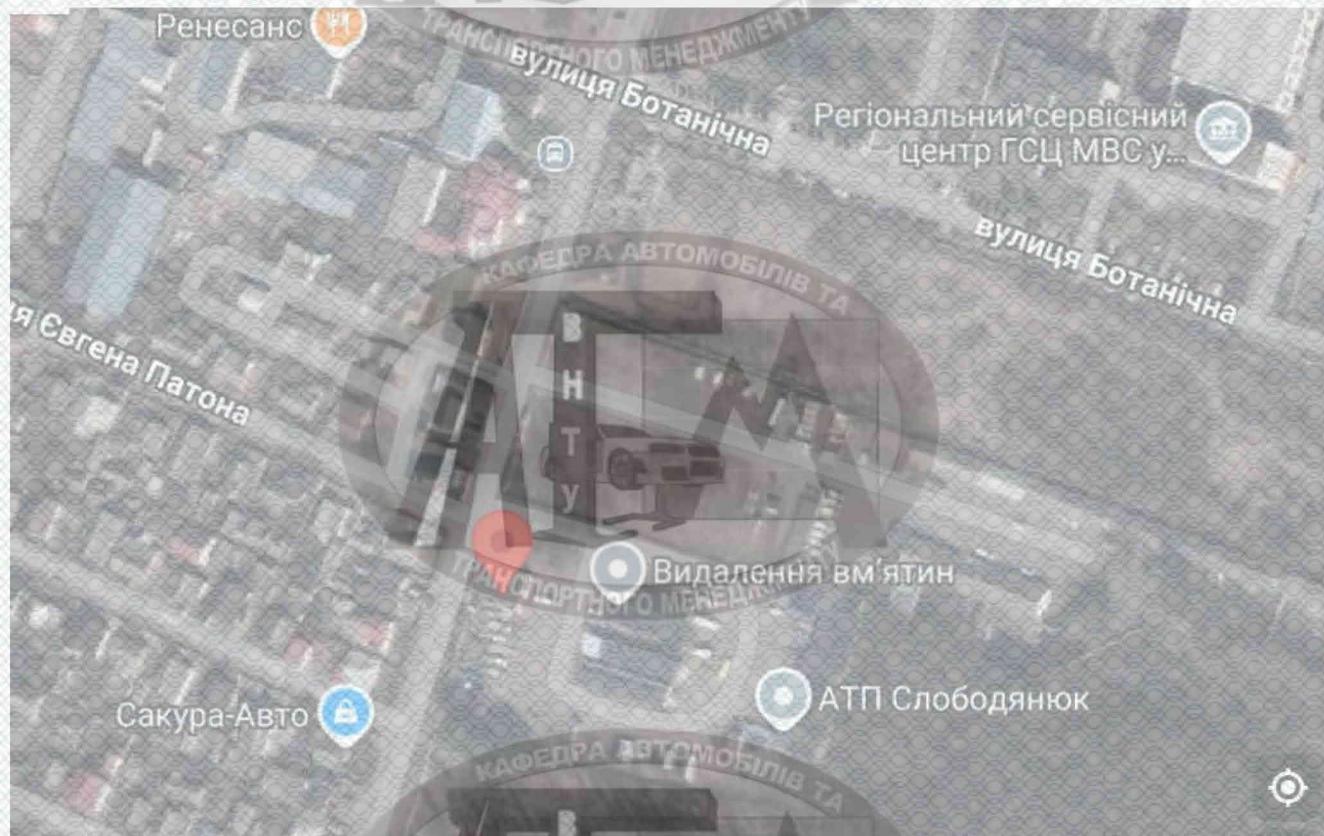


Рисунок 1.1 – Місце розташування комунального некомерційного підприємства

- проведення ТО-1, ТО-2, ПР та КР, закріплених на обслуговуванні автомобілів, які знаходяться на балансі лікувальних закладів міста;
- проведення реєстрації придбаного лікувальними закладами міста і області автотранспорту в обласній автомобільній інспекції та військкоматі при потребі;
- ведення обліку автотранспорту обласних медичних закладів за вимогами військкомату та обласної автомобільної інспекції;
- проведення з представниками обласної автомобільної інспекції технічного огляду автотранспорту, закріпленого для обслуговування обласних лікувальних закладів;
- ведення обліку/списання автогуми і акумуляторів, взятого на обслуговування автотранспорту;
- утримання автотранспорту, необхідного для виробничих потреб підприємства;
- підготовка матеріалів для списання непридатного для експлуатації автотранспорту, закріпленого для обслуговування;
- виготовлення запасних частин, спеціального інструменту і обладнання для технічного обслуговування і ремонту автомобілів лікувальних установ;
- збір відходів виробництва, їх переробка та реалізація при потребі.

Дане некомунальне підприємство має право на виконання таких функцій:

- приймання участі в розслідуванні аварій, ДТП водіями обласних лікувальних закладів;
- організація проведення інструктажу та навчання водіїв лікувальних установ з питань техніки безпеки правил руху;
- проведення контролю за експлуатацією, технічним станом та зберіганням автотранспорту лікувальними закладами обласного підпорядкування;
- перевірка правильності ведення технічної документації при експлуатації автотранспорту обласних лікувальних закладів (дорожніх листів, журналів);
- інформування Органу управління майно про виявлені порушення при експлуатації автотранспорту обласними медичними установами для прийняття відповідних рішень;

- здійснення внутрішніх перевезень пасажирів та вантажів автомобільним транспортом;

- застосування прогресивних форм і методів організації ремонту, впровадження нових досягнень в ремонті автотранспорту.

Дані стосовно відомості некомерційного підприємства наведені в таблиці 1.1, а організаційно-структурна схема комунальної установи «Авторемонтна база закладів охорони здоров'я» Вінницької обласної Ради наведена на рисунку 1.2. Аналізуючи схему, яка приведена на рисунку 1.2, зі схеми слід зробити наступні висновки: - схема максимально проста і малорівнева, що дозволяє значно скоротити час необхідний для передачі всіх розпоряджень від директора до виконавця; організація праці дозволила зацікавити не взагалі всіх, а конкретно кожного робітника в підвищенні якості праці.

Таблиця 1.1 – Відомість некомерційного підприємства

Назва показника	Значення
Форма власності	Комунальна власність
Юридичний статус	Юридична
Форма фінансування	Госпрозрахунок (обласний бюджет)
Право на зовнішньоекономічну діяльність	Не має права
Орган реєстрації	Вінницька обласна Рада
Керівник:	Директор - Юрій Юрійович Коцюбський. Дата призначення: 19 березня 2025 року. тел.: +38 (0432) 562226
Ідентифікаційний код	21724802

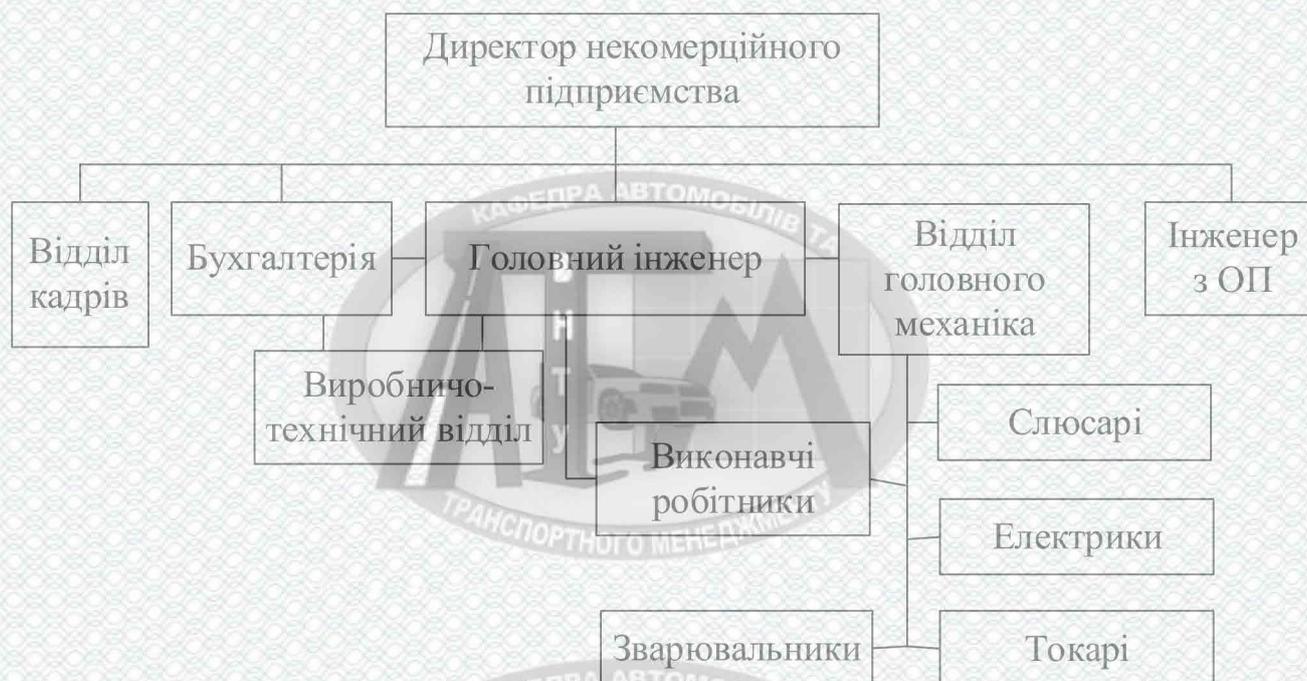


Рисунок 1.2 – Організаційно-структурна схема некомунального підприємства «Авторемонтна база закладів охорони здоров'я» Вінницької обласної Ради

Станом на 15.11.2025 р. за даними бухгалтерського обліку комунальна установа «Авторемонтна база закладів охорони здоров'я» Вінницької обласної Ради мала таку вартість основних виробничих фондів (табл. 1.2).

Таблиця 1.2 – Вартість основних виробничих фондів підприємства, тис. грн.

Групи основних засобів (позначення на рис 1.3)	Рік		Темп росту, %
	2024	2025	
1. Будівлі, споруди та передавальні пристрої	4455	4465	0,21
2. Машини і обладнання	655	749	14,4
3. Транспортні засоби	357	381	6,35
4. Інструмент, прилади, інвентар та ін.	84	134	38,5
Разом	5592	5786	3,15

Аналізуючи дані наведені в таблиці 1.2, можна зробити висновки про структуру основних виробничих фондів підприємства: будівлі, споруди та передавальні пристрої становлять 77 % від загальної вартості; машини та обладнання – 13 %; транспортні засоби – 7 %; інструменти і прилади – 2 %.

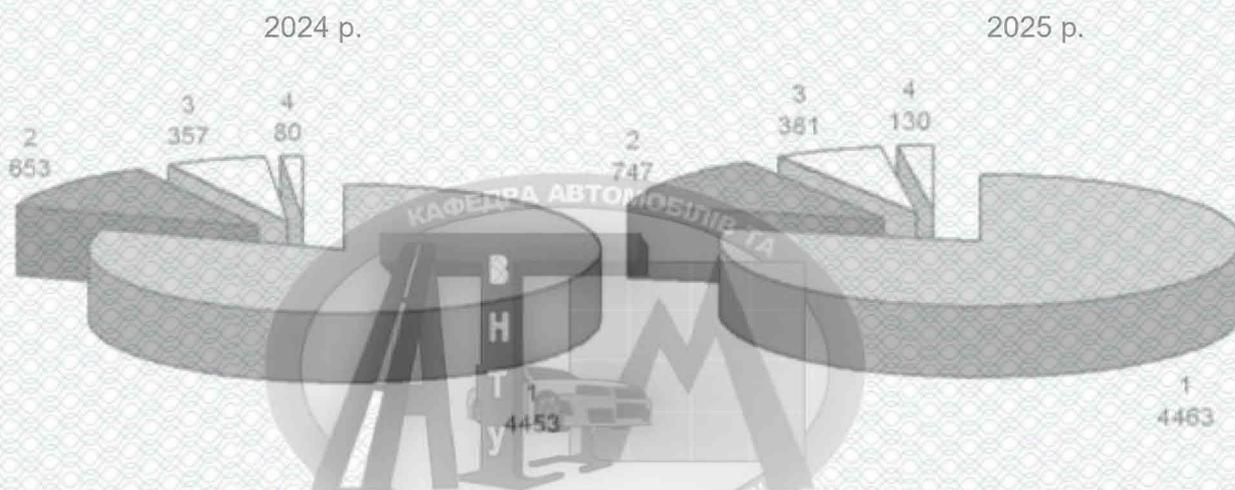


Рисунок 1.3 – Структура основних виробничих фондів комунального некомерційного підприємства (тис. грн.)

У структурі основних виробничих фондів лише рухомий склад (6,61 %) належить до активної частини і бере участь у наданні транспортних послуг.

Решта фондів (93,39%) призначена для забезпечення діяльності підприємства з водопостачання та водовідведення, технічного забезпечення перевізного процесу і утворює виробничо-технічну базу.

Зробимо висновки, порівнявши вартість ОВФ у 2024-му і 2025-му роках:

- вартість будівель, споруд та передавальних пристроїв збільшилась на 0,21%;
- вартість машин і обладнання – на 14,4%;
- вартість транспортних засобів – на 6,35%;
- вартість інструменту, приладів, інвентарю і т. ін. – на 38,5%;
- загальна вартість ОВФ – на 3,15%.

Отже, такі дані дають чітке уявлення про проведення робіт з оновлення, ремонту і підтримання в належному стані основних виробничих фондів; підприємство має стабільну тенденцію до збільшення вартості ОВФ по кожній із груп основних засобів, що є позитивним моментом у розвитку підприємства.

Аналіз виробничої діяльності підприємства, та їх обсяги за останній період наведені в таблиці 1.3.



Таблиця 1.3 – Роботи які виконало підприємство за період 2024-2025 рр.

Роботи	2024	2025
1. Кап. рем. двигунів	42	40
2. Кап. рем. мостів	53	72
3. Ремонт системи охолодження	13	16
4. Кап. рем. КПП	20	35
5. Кап. рем. рульового керування	18	18
6. Проведення ТО-1	996	1072
7. Проведення ТО-2	351	384
8. Кап. рем. кузова автомобіля	12	8
9. Поточний ремонт	110	370
10. Фарбування і підфарбовування	56	69
11. Ремонт електродобладнання	112	285

Аналіз складу, структури і стану рухомого складу.

Комунальна установа «Авторемонтна база закладів охорони здоров'я» Вінницької обласної Ради обслуговує 22 автомобілі, тип РС, державний номер, рік випуску і середньодобовий пробіг яких наведений в таблицях 1.4-1.13

Таблиця 1.4 – Список автомобілів КУ «АБЗОЗ»

Марка ТЗ	Тип ТЗ	Рік випуску	Середньодобовий пробіг
1.ВАЗ-2121	Спец. мед. доп.	1991	126
2.ВАЗ-2121	Легковий універ.	1990	103
3. Daewoo Lanos	Спец. мед. служба	1997	95
4. Daewoo Lanos	Спец. мед. доп.	1999	89
5.ГАЗ-3110	Спец. мед. служба	2002	102
6.ГАЗ-3110	Спец. мед. служба	2003	81
7.ГАЗ-5204	Вантаж.	1988	93
8.ГАЗ-52	Вантаж.	1981	79
9.ГАЗ-53	Ввантаж	1976	95
10. ГАЗ-53	Вантаж	1990	90
11. ГАЗ-53	Вантаж	1990	96
12. ГАЗ-53	Вантаж.	1982	78
13.САЗ-3507	Вантаж.самоскид	1992	96
14.САЗ-3507	Вантаж.самоскид	1992	56
15.ТОУОТА Corolla	Спец. мед. служба	1993	89
16.ТОУОТА Hi ACE	Спец. мед. доп	1993	97
17.ТОУОТА Hi ACE	Спец.мікр.мед доп.	1994	86
18.Scoda Octavia	Спец. мед. доп.	2004	87
19. Daewoo Lanos	Спец. мед. доп.	1997	94
20. Daewoo Lanos	Спец. мед. доп.	1997	96
21.Cherry Elara A-21	Спец. мед. доп.	2007	80
22.Cherry Elara A-21	Спец. мед. доп.	2007	86

Загальна кількість автомобілів КУ «АБЗОЗ» складає – 22 одиниці.

Таблиця 1.5 – Список автомобілів Лікарня ім. Пирогова

Марка ТЗ	Тип ТЗ	Державний номер	Рік випуску	Середньодобовий пробіг
1	2	3	4	5
1. Citroen Jumper	Спец. мед. допомога	АВ-7535-АК	2016	83
2. ГАЗ-3307	Вантаж.	88-50 ВИП	1992	76
3. ГАЗ-52-01	Вантаж. фургон	97-65 ВИП	1990	79
4. ВАЗ-2121	Спец. мед. доп.	ВІС 00-97	1991	94
5. ЗАЗ Lanos Pick-up	Вантаж. фургон	06-23 ВІА	1995	91
6. САЗ 3507	Вантаж. самоск.	02-50 ВИП	1992	88
7. САЗ-36-08	Вантаж. самоск.	88-00ВИП	1988	97
8. ГАЗ-53	Вантаж. самоск.	47-77ВИН	1974	86

Загальна кількість автомобілів «лікарні ім. Пирогова» складає – 8 одиниць.

Таблиця 1.6 – Список автомобілів ВОКЕД

Марка ТЗ	Тип ТЗ	Державний номер	Рік випуску	Середнь-одобовий пробіг
1. ЗАЗ-1105	Спец. мед. доп.	АВ-9716-АР	1997	85
2. ГАЗ-5319	Спец.вак.	АВ-9720-АР	1987	93
3. ГАЗ-5319	Спец.вакуум	064-68ВІ	1984	92
4. УАЗ-3962	Спец. мед. доп.	АВ-9719-АР	1990	93
5. ГАЗ-53	Вантаж.	АВ-9791-АТ	1993	94
6. РАФ-22031	Швид.мед.доп.	9282 ВІА	1991	81
7. Daewoo Lanos	Спец. мед. доп.	774-24ВІ	1989	83

Загальна кількість автомобілів лікарні «ВОКЕД» складає – 7 одиниць.

Таблиця 1.7 – Список автомобілів Обласний госпіталь ІВВ

Марка ТЗ	Тип ТЗ	Державний номер	Рік випуску	Середньодобовий пробіг
1. ГАЗ-2705	Швид.мед.доп	022-17ВІ	1999	85
2. ГАЗ-33021	Вантаж.	3391-ВІА	1997	92
3. ГАЗ-53	Самоскид	АВ-9643-АТ	1990	94
4. УАЗ-3741	Вантаж	022-18 ВІ	1999	96
5. Suzuki Swift	Легков.	АВ-4455-АК	2001	71

Кількість автомобілів «Обласного госпіталю ІВВ складає» – 5 одиниць.

Таблиця 1.8 – Список автомобілів Обласний фізкультурний диспансер

Марка ТЗ	Тип ТЗ	Державний номер	Рік випуску	Середньодобовий пробіг
1.М-21412	Спец. мед. доп.	АВ-5806-АК	1990	79
2.УАЗ-3962	Спец. мед. доп.	АВ-9647-АТ	1990	69

Кількість автомобілів Обласного фізкультурного диспансеру – 2 одиниці.

Таблиця 1.9 – Список автомобілів Обласна станція переливання крові

Марка ТЗ	Тип ТЗ	Державний номер	Рік випуску	Середньодобовий пробіг
1. ЗАЗ Lanos Pick-up	Спец.технол.	АВ-9650-АТ	1991	79
2.ГАЗ-2705	Спец. мед. доп.	АВ-57-76-АВ	2004	81
3.ГАЗ-5204	Вантаж.	5268-ВИП	1997	83
4.УАЗ-3962	Вантаж.	020-44-ВІ	1998	76

Загальна кількість автомобілів «Обласної станції переливання крові» – 4 одиниці.

Таблиця 1.10 – Список автомобілів Обласна дитяча лікарня

Марка ТЗ	Тип ТЗ	Державний номер	Рік випуску	Середньодобовий пробіг
1.ВАЗ-21213	Спец. мед. доп.	900-38ВІ	1999	85
2.УАЗ-3962	Спец. мед. доп.	037-50ВІ	2000	94
3. Citroen Jumper	Спец. мед. доп.	АВ-4658-АА	2016	76
4.SCODA Octavia	Спец. мед. доп.	777-23ВТ	2004	86

Загальна кількість автомобілів «Обласної дитячої лікарні складає» – 4.

Таблиця 1.11 – Список автомобілів База медичного постачання

Марка ТЗ	Тип ТЗ	Державний номер	Рік випуску	Середнь-одобовий пробіг
1.УАЗ-3962	Спец. Фургон	ВІС 0388	1994	79
2.ГАЗ-33021	Фургон малотон	АВ-9718-АР	1997	84

Загальна кількість автомобілів «Бази медичного постачання» складає – 2.

Таблиця 1.12 – Список автомобілів Обласний шкірвендиспансер

Марка ТЗ	Тип ТЗ	Державний номер	Рік випуску	Середньодобовий пробіг
1. Daewoo Lanos	Спец. мед. служ.	828-50ВІ	2001	86
2. УАЗ-3962	Спец. мед. доп.	АВ-9648-АТ	1988	81
3. УАЗ-3152	Спец. мед. доп.	АВ-7066-АК	1990	80

Загальна кількість автомобілів «Обласного шкірвендиспансеру» складає – 3.

Таблиця 1.13 – Автомобілі Обласного протитуберкульозного диспансеру №2

Марка ТЗ	Тип ТЗ	Державний номер	Рік випуску	Середньодобовий пробіг
1. Citroen Jumper	Спец. мед. доп.	АВ-9649-АТ	2016	69
2. ГАЗ-53	Вантажна	99-93ВІТ	1993	79
3. ГАЗ-53	Вантажна	026-68ВІ	1993	80

Кількість автомобілів «Обласного протитуберкульозного диспансеру» – 3 одиниці. Пробіг всіх автомобілів – 5670 км. Тип рухомого складу - в таблиці 1.14

Таблиця 1.14 – Наявність автотранспорту на кінець 2024 року

Найменування показників	Наявність автомобілів, од.
Автомобілі: всього	62
Легкові автомобілі	26
Вантажні автомобілі, включаючи пікапи і фургони на шасі легкових автомобілів	36
В тому числі за призначенням та конструкцією кузова:	
бортові	28
самоскиди	8
за вантажопідйомністю:	28
до 1499 кг	
1500-4999 кг	8
5000-6999 кг	-
7000-9999 кг	-
Пасажирські автобуси	-
Спеціальні автомобілі	-

Установа обслуговує рухомий склад великої кількості марок і типів автомобілів. Формуємо технологічно сумісні групи, які наведені в таблиці 1.15

Таблиця 1.15 – Технологічно сумісні групи комунального некомерційного підприємства

Технологічно-сумісні групи за типами і марками рухомого складу	Тип автомобіля	К-сть
1	Легкові (ВАЗ 2107, 21213, ЗАЗ-1105, М-21412, ІЖ-27156, ГАЗ-24-13)	20
2	Легкові (Toyota Corolla , Skoda Octavia, Suzuki Swift, Cherry Elara A-21, Deowoo Lanos)	6
3	Фургони (Toyota Hi ACE , Citroen Jumper, УАЗ-3962, ГАЗ-33021)	14
4	Вантажні (ГАЗ-53, 5204, САЗ-3507, САЗ-36-08)	22

А загальна кількість автомобілів, які постійно обслуговуються, – 65 од.

1.2 Дослідження внутрішніх сильних і слабких сторін комунального некомерційного підприємства

З метою встановлення взаємозв'язків між найбільш впливовими слабкими і сильними сторонами некомунального підприємства, загрозами і можливостями зовнішнього середовища будується саме базова матриця SWOT-аналізу (табл. 1.16).

Таблиця 1.16 – Розроблена базова матриця SWOT – аналізу підприємства

Сильні сторони (S)	Слабкі сторони (W)
1	2
<p>S1. Специфічна діяльність з обслуговування автомобілів закладів охорони здоров'я</p> <p>S2. Повна відсутність конкурентів на ринку</p> <p>S3. Наявність достатньої кількості спеціального рухомого складу для обслуговування</p> <p>S4. Відповідна забезпеченість виробничими площами та обладнанням</p> <p>S5. Наявність власної ремонтної бази, великої майстерні для ремонту автомобілів закладів охорони здоров'я</p> <p>S6. Наявність клієнтів, які користуються послугами лише цього підприємства</p> <p>S7. Досвід роботи на ринку понад 45 років</p> <p>S8. Приріст автомобілів для обслуговування за рахунок оновлення рухомого складу закладами охорони здоров'я</p>	<p>W1. Досить зношене, застаріле обладнання, відсутність ресурсо- та енергозберігаючих технологій</p> <p>W2. Значна частина рухомого складу морально застаріла і фізично зношена або близька до цього</p> <p>W3. Адміністративно – господарське підпорядкування Вінницькій обласній Раді</p> <p>W4. Прості деяких площ виробничо-складських приміщень (до 20%)</p> <p>W5. Недостатня мотивація персоналу (низький рівень заробітної плати та соціального забезпечення)</p> <p>W6. Необхідність вкладання коштів в заміну обладнання</p> <p>W7. Відсутність мотивації в покращенні якості послуг з боку працівників</p>

1	2
Можливості (O)	Загрози (T)
<p>O1. Зростання числа клієнтів, за рахунок розвитку і оновлення транспорту лікувальних закладів, створення нових підрозділів (медицина катастроф)</p> <p>O2. Відсутність конкурентів на ринку послуг, що надаються</p> <p>O3. Вихід на новий рівень надання послуг, впровадження нових технологій</p> <p>O4. Розширення переліку послуг</p> <p>O5. Наявність на ринку підприємств які не мають ремонтної бази</p> <p>O6. Наявність попиту на послуги з ремонту спеціального рухомого складу</p> <p>O7. Виділення державних коштів, відновлення довгострокового кредитування</p>	<p>T1. Війна, ріст цін на паливно-мастильні матеріали, енергетичні ресурси</p> <p>T2. Погіршення виробничих потужностей та платоспроможності державних установ</p> <p>T3. Необхідність значних капіталовкладень в реконструкцію обладнання для ТО і Р</p> <p>T4. Несприятлива політика уряду, недостатність фінансування комунальних підприємств</p> <p>T5. Створення більшої кількості приватних медичних закладів з власним транспортом, який обслуговується окремо</p> <p>T6. Підвищення вимог державних установ до послуг, що надаються, якості води</p> <p>T7. Вихід на ринок потужних компаній в галузі охорони здоров'я</p>

На основі даних таблиці 1.16 будується вже комплексна матриця SWOT – аналізу, яка визначає взаємозв'язки сильних і слабких сторін некомунального підприємства із можливостями та загрозами ринку, на основі якої формуються найбільш доцільні стратегії розвитку КП та розробляються заходи з мінімізації загроз для господарської діяльності.

Таблиця 1.17 – Стратегії підприємства, розроблені на основі даних SWOT-аналізу

Стратегії виду SO	Стратегії виду WO
1	2
<p>SO1: S1 S2 O1 O2 – Зростання парку автомобілів в закладах охорони здоров'я (Citroen Jumper, Jaci і інші) при відсутності потужних конкурентів забезпечить подальший розвиток підприємства, завантаженість технологічного обладнання та виробничих площ</p> <p>SO2: S2 S3 S4 O2 O3 O4 – Забезпеченість виробничими площами та обладнанням, відсутність потужних конкурентів, підвищення тарифів дозволить вийти на новий рівень надання послуг, впровадження сучасних технологій.</p> <p>SO3: S5 S6 O5 O6 – Наявність власної ремонтної бази, спеціалістів, дасть змогу задовольнити існуючий попит на послуги з ремонту спеціального рухомого складу</p> <p>S7 S8 O7 O8 – Виділення державних коштів, відновлення довгострокового кредитування на оновлення рухомого складу в закладах охорони здоров'я, змогу забезпечити збільшення автомобілів, що обслуговуються</p>	<p>WO1: W2 O1 O2 – Відсутність потужних конкурентів, розширення та оновлення парку спеціальних автомобілів клієнтів забезпечать завантаженість технологічного обладнання, ремонтної бази</p> <p>WO2: W1 W5 W6 O4 O7 – Підвищення кваліфікації, мотивації персоналу, оновлення, вдосконалення обладнання дасть змогу скористатись збільшенням рухомого складу в закладах охорони здоров'я</p>

1	2
Стратегії виду ST	Стратегії виду WT
<p>ST1: S1 S4 S5 T1 T2 T8 – Специфічна діяльність з обслуговування спеціальних санітарних автомобілів з наявністю всього необхідного устаткування, відсутність конкурентів, наявність довгострокових договорів з державними установами дозволить підприємству працювати при рості цін на паливно-мастильні матеріали, погіршенні платоспроможності клієнтів</p> <p>ST2: S7 S8 T5 T6 T7 – Досвід роботи та репутація на ринку, відсутність конкурентів дозволить мінімізувати небезпеки від виходу на ринок потужних компаній конкурентів в галузі охорони здоров'я з значним власним капіталом</p>	<p>WT1: W1 W2 T2 – Вибір вірного курсу на оновлення обладнання, встановлення обґрунтованого рівня цін дозволять вистояти при погіршенні виробничих потужностей та платоспроможності клієнтів, рості цін на паливно-мастильні матеріали та при можливій появі нових конкурентів</p>

1.3 Обґрунтування тематики даної кваліфікаційної роботи

Надійність роботи автомобілів, їх економічність, а також зноси двигунів значною мірою залежать від якості бензинів, що застосовуються при експлуатації автотранспорту. При цьому автомобільні двигуни нових моделей, з більшою літровою потужністю, підвищеним ступенем стиснення, більш досконалі і економічні в порівнянні з випускаємих раніше, одночасно і більш вимогливі до якості палива. Тому питання про якість палива особливо в сьогоденних умовах війни в країні, вимоги до них та їх експлуатаційних властивостях придбали особливе значення.

Крім того, мною протягом декількох років були проведені статистичні дослідження якості бензинів, які пройшли випробування в нашій лабораторії (ауд 3106). Результати цих досліджень наведені в таблиці 1.18.

За цими результатами побудовані діаграми залежності відсотка якісних і неякісних бензинів за роками протягом яких проводилися дослідження (рисунок 1.4)

З результатів цих досліджень видно, що за останні роки кількість неякісних бензинів помітно знизилася, але все ж залишається на досить високому рівні. Тому необхідно прагнути до поліпшення їх якості.

Таблиця 1.18 - Результати статистичних досліджень якості бензинів, які пройшли випробування в лабораторії (ауд. 3106) за період 2023 - 2025р

Бензин А-92			
Кількість проведених випробувань	10	22	9
Якісні бензини, %	70	75	80
Не якісні бензини, %	30	25	20
Бензин А-95			
Кількість проведених випробувань	10	54	16
Якісні бензини, %	70	80	81
Не якісні бензини, %	30	20	19
Бензин А-98			
Кількість проведених випробувань	4	8	4
Якісні бензини, %	75	78	80
Не якісні бензини, %	25	22	20

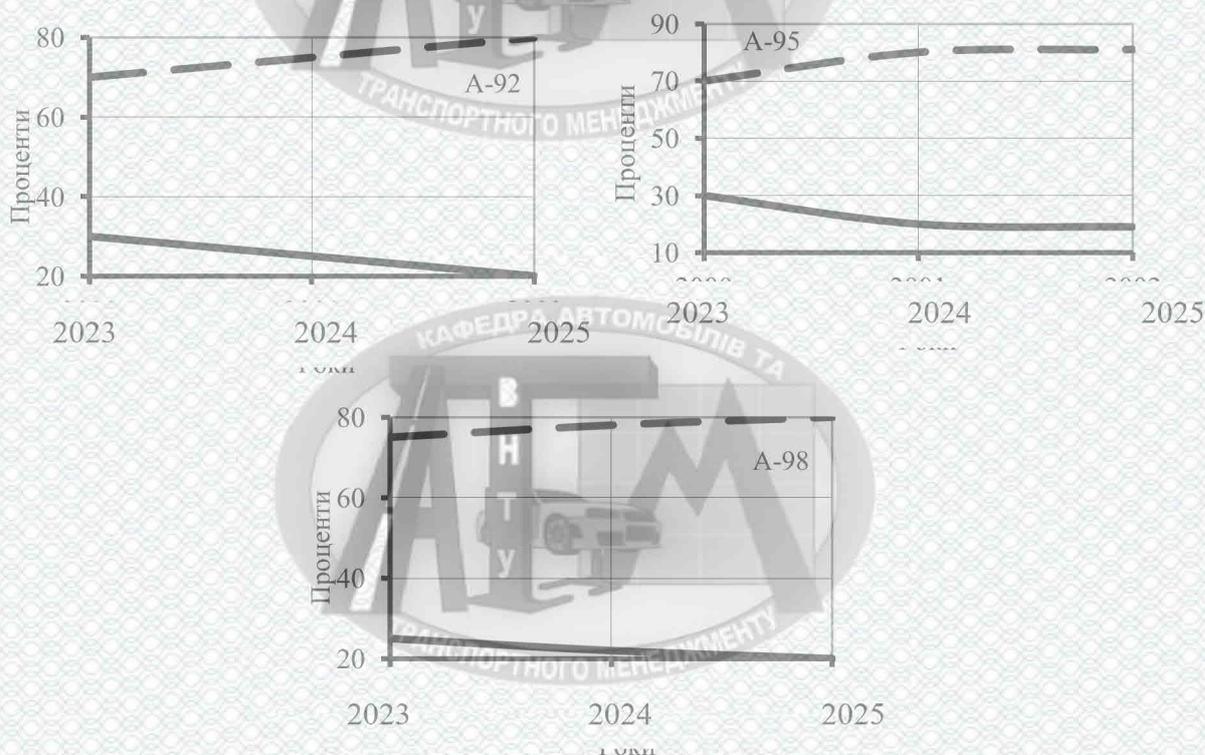


Рисунок 1.4 - Залежність відсотка якісних бензинів (штрихові прямі) і неякісних бензинів (суцільні лінії) по роках протягом яких відбувалися дослідження

Крім того на успішність виконання поставлених перед сучасним транспортом завдань величезний вплив роблять експлуатаційні властивості автомобілів. Від яких залежить прибуток підприємств, витрати на технічне обслуговування та ремонт автомобілів, собівартість виконання транспортної роботи, витрати на експлуатаційні матеріали, забруднення навколишнього середовища. Тому дослідження та поліпшення якості бензинів і експлуатаційних властивостей автомобілів є дуже важливим заходом у наш час, особливо під час війни і економії палива.

Рішення цієї проблеми можливо проводити за кількома напрямками: удосконалення конструкції двигунів, реконструкція діючих і створення нових технологічних процесів нафтопереробки, спрямованих на підвищення якості вуглеводневих палив, розробка різних добавок і присадок, що дозволяють поліпшити експлуатаційні та екологічні показники моторних палив і експлуатаційних властивостей автомобілів.

В даний час, як в нашій країні, так і за кордоном такі актуальні проблеми, як високі ціни на нафту, необхідність її економити у зв'язку з обмеженим її ресурсом. Також всьому світу притаманні екологічні проблеми. Проблема екології і охорони навколишнього середовища є однією з глобальних загальнолюдських проблем. Зменшення забруднення атмосферного повітря токсичними речовинами, які виділяються автотранспортом, є великою частиною проблеми захисту навколишнього середовища. За даними фахівців викиди автомобільного транспорту в атмосферу складають до 90% окису вуглецю і 70% окису азоту. Фахівці і вчені намагаються знайти компроміс між зниженням токсичності відпрацьованих газів і витратою палива.

На підставі цього можна сказати, що найбільш важливими експлуатаційними властивостями автомобілів є паливна економічність і токсичність відпрацьованих газів. Тому в цій роботі розглянуто поліпшення саме цих експлуатаційних властивостей автомобілів з допомогою додавання різних присадок і добавок.

1.4 Висновки до розділу та постановка завдань досліджень

Якість бензинів визначається його властивостями. Тому для поліпшення якості бензинів необхідно покращувати його властивості. До основних властивостей бензинів відносяться: антидетонаційні властивості, випаровуваність бензинів, фракційний склад, тиск насичених парів, прихована теплота пароутворення, щільність і в'язкість бензинів, окислюваність, наявність фактичних смол, индукционность, стабільність, низькотемпературні властивості, прокачиваемость, наявність води і механічних домішок.

Найбільш важливим, з перерахованих, властивістю бензинів є його антидетонаційна стійкість, яка визначає здатність бензинів, протистояти детонації. Від цієї властивості бензинів залежить температурний режим двигуна, паливна економічність, токсичність відпрацьованих газів, знос двигуна і його потужність. Крім того, тривала робота автомобіля з детонацією призводить до утворення нагару в результаті якого паливо може самовоспалитися, тобто може наступити гартівне запалення.

Що стосується експлуатаційних властивостей автомобілів, то до них відносяться: паливна економічність, токсичність відпрацьованих газів, потужність двигуна, витрата мастила і деякі інші.

Враховуючи вищенаведену інформацію, в магістерській кваліфікаційній роботі потрібно вирішити такі завдання:

- проаналізувати властивості бензинів та присадок до них, вплив присадок на склад та якість модифікованих палив;
- провести дослідження впливу присадок на склад, якість бензинів і експлуатаційні якості рухомого складу комунального некомерційного підприємства «Авторемонтна база закладів охорони здоров'я Вінницької обласної Ради»
- визначити ефективність запропонованих рішень.

РОЗДІЛ 2

АНАЛІЗ ВЛАСТИВОСТЕЙ БЕНЗИНІВ ТА ПРИСАДОК ДО НИХ. ВПЛИВ ПРИСАДОК НА СКЛАД ТА ЯКІСТЬ МОДИФІКОВАНИХ ПАЛИВ

2.1 Аналіз властивостей бензинів

Від якості бензину залежать надійність роботи та довговічність двигуна і, отже, витрати на його обслуговування і ремонт. Крім того, для нормальної експлуатації автомобіля бензин повинен забезпечувати швидкий пуск двигуна, прогрів і хорошу прийомистість, надавати мінімальний вплив на зношування циліндропоршневої групи двигуна, утворювати мінімальна кількість відкладень у впускній системі і корозійно-агресивних продуктів згоряння. Таким чином, знання властивостей бензину і вміння його правильно приміняти є однією з ланок, що визначають ефективність експлуатації автомобілів і рентабельність автотранспортних підприємств.

В даному розділі проведемо аналіз основних властивостей бензинів.

Антидетонаційна властивість бензинів - це одне з найважливіших властивостей бензинів, так як воно впливає на всю економіку двигуна, пов'язану з обраною ступенем стиснення і наддувом. Під антидетонаційні властивості бензинів розуміється їх здатність протистояти виникненню детонації в двигуні.

Антидетонаційні властивості автомобільних бензинів та їх компо-компонентів повністю обумовлюються кількістю і будовою складових вуглеводнів. Не вуглеводневі домішки, що містяться у бензині, практично не впливають на їх детонаційну стійкість [3].

Бензини прямої перегонки нафти містять багато парафінових вуглеводнів слабо розгалуженої будови з низькою детонаційної стійкістю [4].

До складу бензинів термічного крекінгу входить велика кількість неграничних вуглеводнів, детонаційна стійкість яких вище, ніж нормальних парафінів. Тому

бензини термічного крекінгу зазвичай мають більш високі октанові числа, ніж бензини прямої перегонки з тих же нафт (таблиця 2.1) [4].

Таблиця 2.1 - Антидетонаційні властивості бензинів, одержаних термічними та каталітичними процесами

Способи отримання бензину і найменування сировини	Октанове число по дослідницькому методу	Октанове число по моторному методу	Чутливість фактора
Термічний крекінг мазуту із суміші	71,2	64,2	7,0
Каталітичний крекінг легкого дистилятної сировини	82,6	74,9	7,7
Термічний крекінг полугудрона	75,6	68,5	7,1
Каталітичний крекінг важкої дистилятної сировини	83,8	76,2	7,6
Термічний риформінг лигроина	76,0	71,0	5,0
Гідрокрекінг	75,0	71,0	4,0
Каталітичний риформінг (платформинг звичайного режиму)	83,6	77,0	6,7
Каталітичний риформінг (платформинг жорсткого режиму)	96,6	86,0	10,6

Бензини термічного риформінгу мають більш високі октанові числа, ніж бензини термічного крекінгу (таблиця 2.1).

Бензини каталітичного крекінгу мають більш високу детонаційну стійкість порівняно з бензинами, отриманими термічними процесами. Збільшення детонаційної стійкості в цьому випадку відбувається головним чином за рахунок збільшення змісту в бензинах ароматичних і парафінових вуглеводнів изостроения. Крім того, для покращення антидетонаційних властивостей автомобільних бензинів

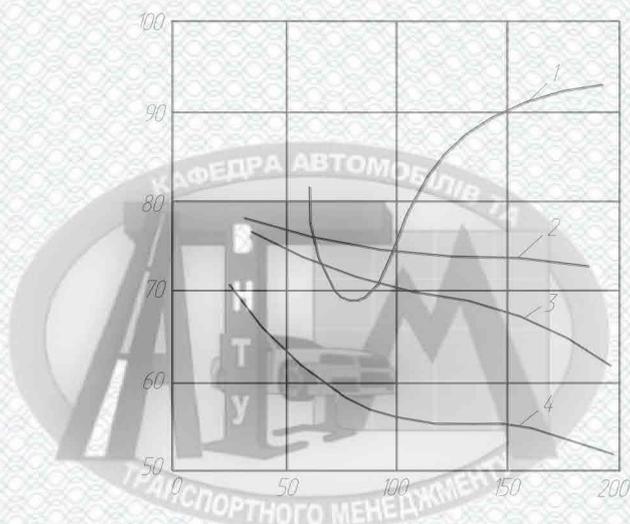
крім перерахованих вище “базових” бензинів використовують ряд інших, як правило, високооктанових компонентів (таблиця 2.2) [5].

Таблиця 2.2 - Антидетонаційні властивості високооктанових компонентів бензинів

Компонент	Октанове число по дослідницькому методу	Октанове число по моторному методу	Чутливість фактора
Бутанова фракція	94	89	5
Ізобутанова фракція	101	97	4
Ізопентанова	93	90	3
Пентаамилена	90	87	3
Газовий бензин (33-103 °С)	89	85	3,2
Диізобутилен (ізооктилен)	100	88	12
Полімербензин	100	85	15
Алкілат	92	90	2
Алкілбензин	90-94	88-92	2-4
Толуол	115	103	12
Піробензол	102	88	14
Алкілбензол	107	100	7
Ізооктан технічний	100	100	0

На рисунку 2.1 наведено розподіл детонаційної стійкості бензинів в залежності від способу отримання [6].

Основним показником детонаційної стійкості бензинів є октанове число, яке антидетонаційні властивості палив. Октанове число є показник детонаційної стійкості пального, чисельно рівний процентним вмістом (за об'ємом) ізооктану в такий його суміші з нормальним гептаном, яка за детонаційної стійкості еквівалентна досліджуваного палива, який випробують в стандартних умовах [7]. Як впливає з визначення, поняття октанового числа засноване на порівнянні антидетонаційних властивостей досліджуваного і еталонних палив. Октанове число визначають двома методами - моторним і дослідницьким.



1-каталітичний реформінг; 2 - каталітичний крекінг;
3-термічний крекінг; 4-пряма перегонка.

Рисунок 2.1 - Розподіл детонаційної стійкості в бензинах отриманих різними способами (вісь x – температура википання фракцій, вісь y – октанове число по моторному методу)

Випаровуваністю бензинів - називається здатність переходити з рідкого стану в пароподібний. Від цієї властивості залежить надійність надходження бензину з бака в систему подачі палива, швидкість утворення і якість паливоповітряної суміші. Тому важливі вимоги до бензинів щодо їх випаровуваності.

Автомобільні бензини повинні володіти певною випаровуваністю, що забезпечує: легкий пуск двигуна, швидкий його прогрівання, повне згоряння бензину після прогріву двигуна, неможливість утворення парових пробок в паливній системі.

Випаровуваність бензинів в свою чергу залежить від таких властивостей бензинів, як тиск насичених парів, прихована теплота випаровування, коефіцієнт дифузії парів, в'язкість, густина, поверхневий натяг, фракційний склад. Основними властивостями, від яких залежить випаровуваність, є теплота випаровування і фракційний склад. Фракційний склад буде розглянуто нижче.

Теплота випаровування - це та теплота, яку необхідно повідомити бензину, щоб перевести його з рідкого стану в газоподібний [8].

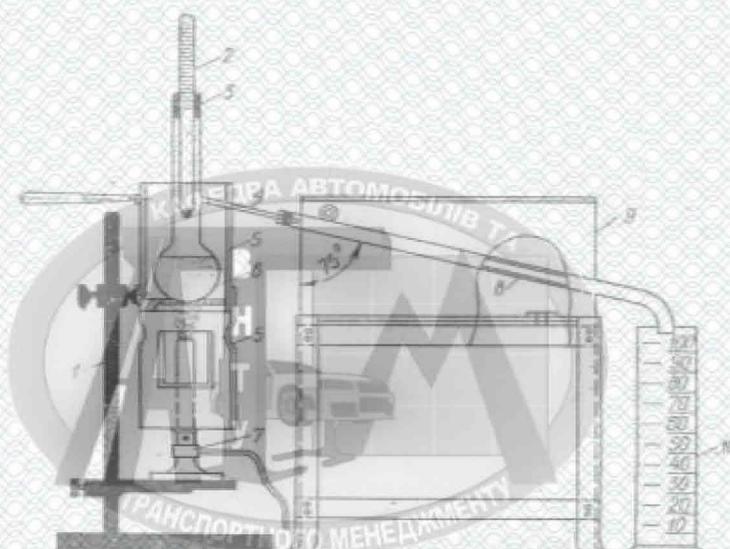
Бензин має кілька теплот випаровування, так як він складається з різних фракцій з різними температурами кипіння. Тому при визначенні випаровуваності вимірюються температури, при яких бензин: починає випаровуватися; випаровується на 10, 50 і 90%; повністю випаровується. Ці дані вказують у технічному паспорті бензину. За ним судять, як буде відбуватися сумішоутворення в системі живлення двигуна.

Температура перегонки перших 10% характеризує пускові якості бензину. За температурою перегонки 50% бензину оцінюють його здатність забезпечувати швидке прогрівання двигуна після пуску і стійкість його роботи на холостому ході і робочих режимах, а також прийомистість при переході з малої частоти обертання колінчастого вала двигуна на велику. Температури перегонки 90% бензину і кінця кипіння характеризують здатність його до повного випаровування в системі сумішоутворення.

Фракційний склад - один з найважливіших показників якості автомобільних бензинів. Від фракційного складу бензину залежать такі характеристики двигуна, як легкість і надійність пуску, тривалість прогріву, прийомистість автомобіля та інші експлуатаційні показники.

Фракцією називають частину бензину, википає в певних температурних межах. Вміст в бензині тих чи інших фракцій характеризують його фракційним складом [9].

Фракційний склад бензинів визначається перегонкою в певних стандартизованих умовах на спеціальному приладі (рисунок 2.2). У колбі приладу за допомогою газового пальника нагрівають 100 мл бензину і по термометру відзначають температури, при яких закінчується перегонка певної кількості бензину. При перегонці бензину прийнято записувати температуру перегонки кожних 10% бензину. Результат визначення фракційного складу записується у вигляді таблиці, оформлення якої показано на прикладі бензину (таблиця 2.3) [10].



1-штатив; 2-термометр; 3-пробка; 4-відвідна трубка; 5-захисний кожух; 6-колба;
7-пальник; 8-трубка; 9-холодильник; 10-циліндр

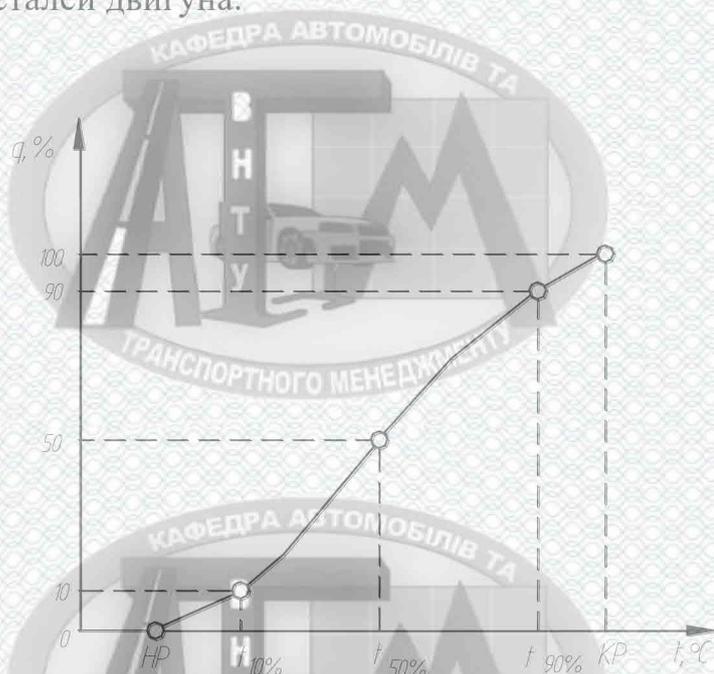
Рисунок 2.2 – Прилад для визначення фракційного складу бензину (ауд. 3106)

Таблиця 2.3 – Результати нагріву (перегонки) автомобільного бензину

Температура, °С										
НР	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	КР
39	70	83	95	108	115	125	135	150	172	193

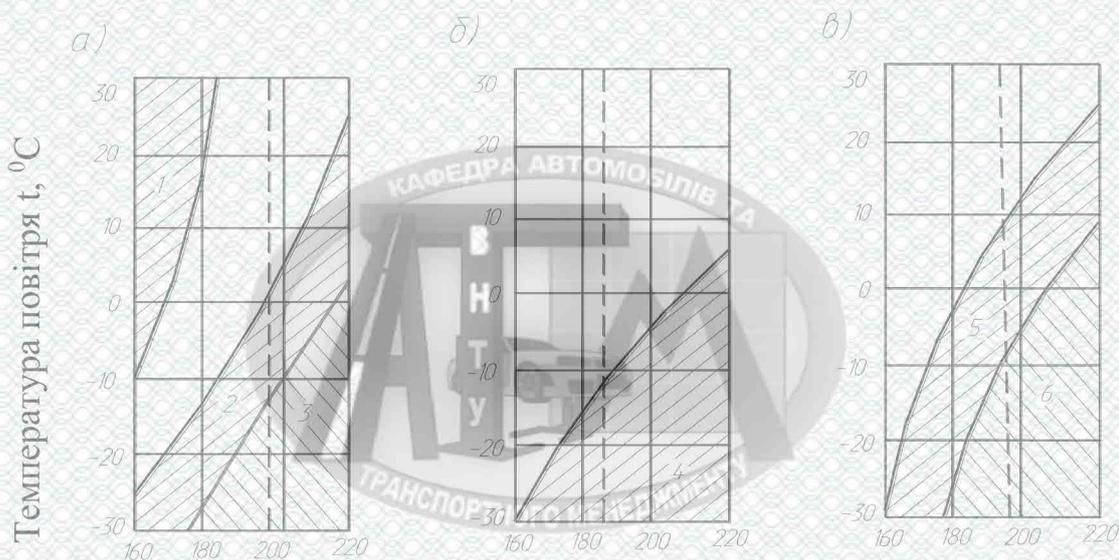
Потім на підставі отриманих даних будують криву перегонки бензину (рисунок 2.3). На рисунку 2.4 показано вплив характерних точок фракційної перегонки бензину на його експлуатаційні якості при різних температурах повітря [11]. Вертикальні пунктирні лінії відносяться до автомобільного бензину А-76. Так, з рисунку 2.4,а видно, що у цього бензину, що має $t_{10} = 79^\circ \text{C}$, парові пробки не утворюються навіть при температурі повітря 30°C , а при температурі нижче 3°C може пуск холодного двигуна, а при температурі нижче мінус 10°C він без додаткових заходів неможливий. На рис. 2.4, б показано, що при роботі на бензині А-76, що має $t_{50} = 129^\circ \text{C}$, прийомистість погіршується при температурі повітря мінус 10°C і нижче. З рисунку 2.4, видно вплив t_{90} на розрідження масла в картері і знос двигуна.

Для бензину з $t_{90}=195^{\circ}\text{C}$ розрідження масла починається при температурі повітря нижче плюс 10°C , а при температурі нижче мінус 10°C має місце інтенсивний знос деталей двигуна.



q – кількість перегнаного бензину; t - температура розгонки

Рисунок 2.3 – Крива розгонки бензина



Температура перегонки t ,

1-парові пробки; 2-важкий пуск; 3-пуск неможливий; 4-погана прийомистість;

5-розрідження масла; 6-інтенсивний знос

Рисунок 2.4 - Вплив температури перегонки 10% (а), 50% (б) бензину і температури кінця кипіння (в) бензину на його експлуатаційні якості

Фракційний склад деяких видів нафтипалива наводиться в таблиці 2.4 [12].

Таблиця 2.4 - Фракційний склад деяких видів нафтипалива

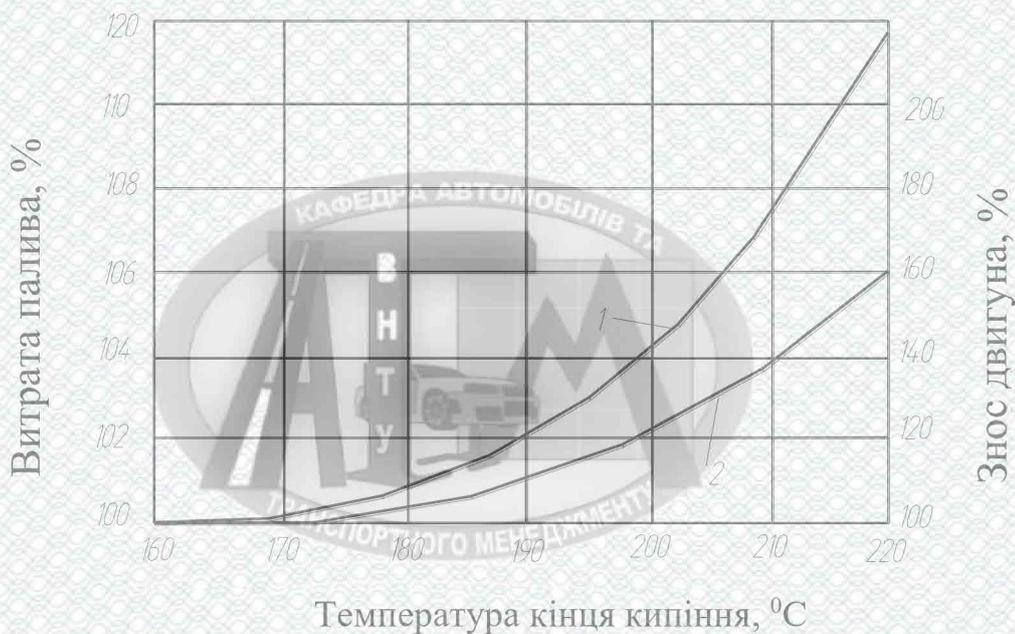
Фракційний склад	Бензини авіаційні	Бензини автомобільні	Лигроїн
Температура початку розгонки у °С не нижче	35-40	-	-
10% переганяється при температурі °С, не вище	86-88	65-79	150
50% переганяється при температурі °С, не вище	105-118	100-145	-
90% переганяється при температурі °С, не вище	150	165-195	200
Залишок у колбі, % не більше	1,5	1,5	-

Велике експлуатаційне значення має температура кінця кипіння бензину, або вміст в бензині важких важко випаровуюємих фракцій. Ці фракції потрапляють в двигун в неіспарившемся вигляді або конденсуються в циліндрі, осідають на стінках і по стінках стікають в масляний картер, змиваючи масляну плівку, що захищає стінки циліндра від зносу і корозії.

Це викликає збільшення зносу циліндрів, поршневих кілець і підвищена витрата палива. На рис. 2.5. показано вплив температури кінця кипіння бензину на збільшення зносу двигуна і витрати палива в порівнянні з бензином, мають температуру кінця кипіння 160°.

З графіка видно, що збільшення температури кінця кипіння викликає підвищення зносу циліндропоршневої групи і призводить до збільшення витрати палива





1-знос двигуна; 2-витрата палива

Рисунок 2.5 – Вплив обважнення фракційного складу бензину на знос двигуна і витрати палива.

Тиском насичених парів - називається максимальний тиск, (виражається в міліметрах ртутного стовпа), що мають пари пального при його рівновазі з рідкою фазою. Встановлено залежності пуску двигуна від тиску насичених парів (рисунок 2.6).

Чим вищий тиск насичених парів, тим більше в бензині легких фракцій, краще пускові якості пального. При цьому зростає схильність пального до утворення парових пробок. При роботі двигунів у спекотні дні, особливо в південних районах країни, спостерігаються випадки мимовільної зупинки двигунів внаслідок утворення парових пробок. На утворення парових пробок впливає наявність в бензині легких фракцій, температура і тиск у системі паливоподачі, пропускна здатність її, витрата бензину. Для літніх сортів бензинів тиск насичених парів повинно бути менше, ніж у зимових сортів. Для літніх сортів бензину для уникнення утворення парових пробок воно не повинно перевищувати 0,06 МПа (500 мм. рт. ст.). Зимові бензини для полегшення пуску двигуна в холодну пору року мають більший тиск 0,06-0,09 МПа (500-700 мм рт. ст.)

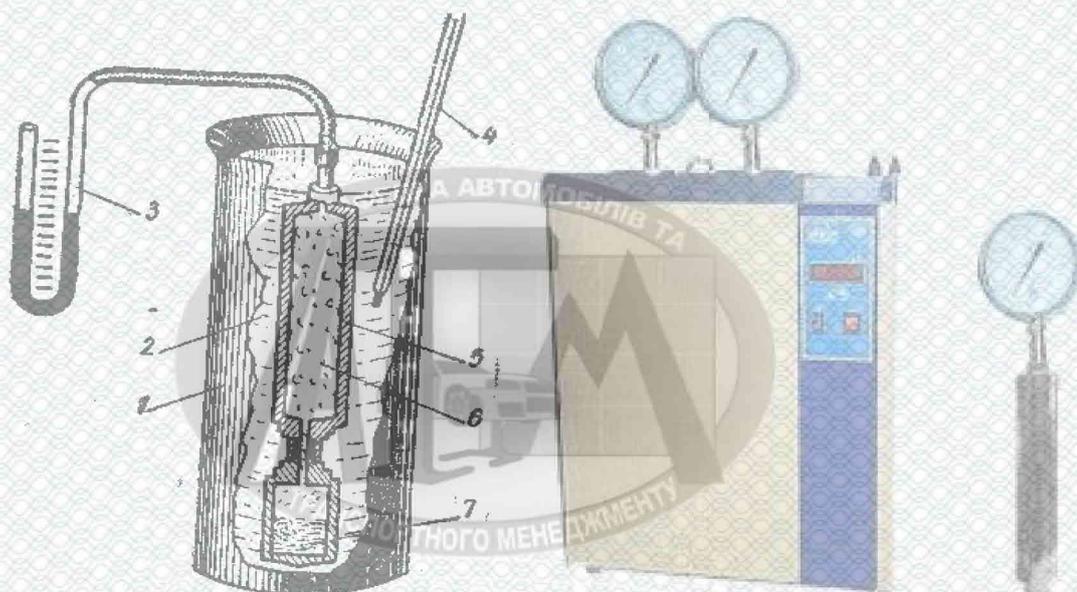


Рисунок 2.6 – Залежність температури повітря, при якій можливий пуск двигуна, від тиску насичених парів

У високогірних районах із спекотним кліматом бажано застосування бензину з більш низьким тиском насичених парів, так як зниження барометричного тиску та підвищення температури повітря сприяє утворенню «парових пробок у системі живлення.

Тиск насичених парів бензину визначається в спеціальному приладі - бомбі (рис. 2.7) [15].

Бомба складається з двох свинчиваємих металевих циліндрів, один з яких заповнюється бензином. Обсяг бензинової камери в 4 рази менше обсягу повітряно-парової камери. До верхньої частини камери приєднується ртутний манометр, що вимірює тиск парів бензину в міліметрах ртутного стовпа. Бомбу поміщають у водяну баню при постійній температурі $+38^{\circ}$. Найбільша величина тиску, показуваного манометром після декількох струшувань бомби, прискорюють випаровування бензину, є тиском насичених парів бензину.



1-водяна баня; 2-вода; 3-манометр; 4-термометр; 5-бомба; 6-пари бензину; 7-рідкий бензин

Рисунок 2.7 - Бомба для визначення тиску насичених парів - це «бомба Рейда», яка є ключовою частиною спеціалізованого лабораторного обладнання для визначення тиску насичених парів нафтопродуктів, що називається апаратом для визначення тиску насичених парів (ТНП)

Прихована теплота пароутворення - представляючи собою, кількість тепла, необхідне для перетворення 1 кг рідини в пару при температурі кипіння, вона обумовлює величину зниження температури паливоповітряної суміші в момент її формування, що веде до необхідності підігріву стінок карбюратора та всмоктувальних трубопроводів [16].

Зниження температури суміші при випаровуванні бензину може викликати конденсацію водяної пари повітря, відкладення льоду і виділення кристалів деяких вуглеводнів, що мають високу температуру застигання (T_3), як, наприклад, бензолу ($T_3=+5,5^{\circ}\text{C}$), п-ксилолу ($T_3=+13,2^{\circ}\text{C}$), циклогексану ($T_3=6,5^{\circ}\text{C}$) і так далі. Що відбувається з цієї причини звуження прохідних перерізів паливної системи веде до зниження потужності двигуна, а за утворення льоду іноді втрачається управління дросельною заслінкою. Теплота пароутворення нафтових бензинів коливається від 247 до 327 кДж/кг, у бензолу і спиртів вона значно вище (таблиця 2.5) [18].

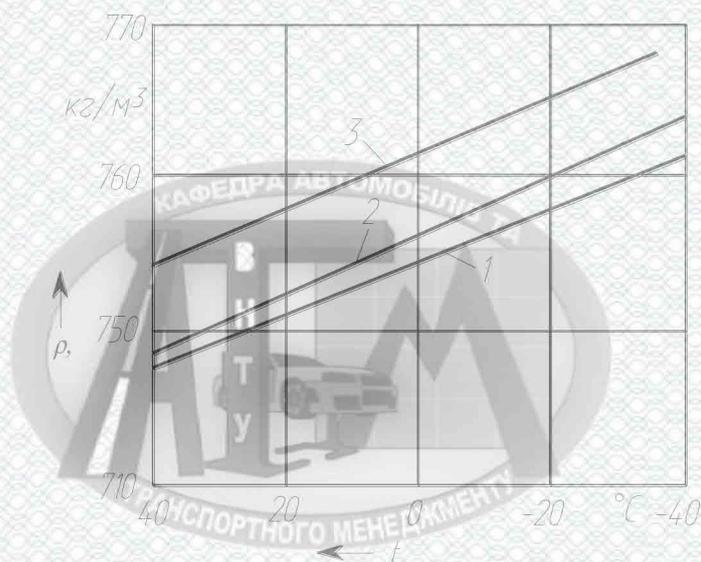
Таблиця 2.5 - Прихована теплота пароутворення деяких речовин при температурі кипіння і тиску 760 мм. рт. стовпця

Найменування речовини	Прихована теплота випаровування в кДж/кг	Найменування речовини	Прихована теплота випаровування в кДж/кг
1	2	3	4
Метан	578	п-Октан	297
Етан	314	Ізооктан	293
Пропан	373	Бензол	394
Бутан	381	Етилбензол	339
п-Пентан	352	Спирт метиловий	1102
Ізопентан	335	Спирт етиловий	880
п-Гексан	339	Ефір етиловий	352
п-Гептан	318	Ізопропіловий ефір	285

Щільність і в'язкість бензинів. Щільністю бензину називається маса бензину, віднесена до одиниці його об'єму. Величина її для автомобільних бензинів при +20° С не досягає значень нижче 690 кг/м³ і вище 810 кг/м³. Залежно від температури вона змінюється мало. З пониженням температури на кожні 10° С її величина зростає лише на 1% (рисунок 2.8) [9].

В'язкістю називається властивість бензину чинити опір зовнішній силі, перемещаючій її шари один щодо одного. Величину в'язкості бензину визначають за допомогою спеціальних приладів віскозиметрів - і виражають в одиницях динамічної або кінематичної в'язкості. За одиницю динамічної в'язкості прийнята в'язкість такої рідини, в обсязі якої дві паралельні майданчики розміром 1 м², віддалені один від одного на 1 м, будуть рухатися з відносною швидкістю 1 м/с під дією сили 1 Н [9].

У ДСУ на багато нафтопродуктів вказується кінематична в'язкість ν , чисельно рівна відношенню динамічної в'язкості до щільності. За одиницю кінематичної в'язкості прийнятий 1 м²/с (10⁻⁶ м²/с = 11мм²/с)



1 - А-92 (літній етильований); 2 - А-92 (літній неетильований); 3 - А-76 (літній)

Рисунок 2.8 – Зміна щільності бензинів ρ в залежності від температури t

В'язкість автомобільних бензинів при 20°C коливається у межах від 0,5 до 0,7 мм²/с. З пониженням температури в'язкість автомобільних бензинів підвищується, причому в значній більшій мірі (приблизно в 10 разів швидше), ніж щільність (рисунок 2.9). Зокрема, перехід з літньої експлуатації на зимову, при якому зниження температури може досягати 50°C і більше, призведе до збільшення в'язкості, принаймні в 1,5 рази, що викличе неприпустиме збіднення горючої суміші.

Витрата бензину через калібровані отвори карбюратора багато в чому залежить від в'язкості і щільності бензину. Чим вище щільність бензину, тим більше його пройде через жиклер в одиницю часу. Чим більше в'язкість бензину, тим менша швидкість проходження його через жиклери, тобто менше його витрата. Таким чином, при зниженні температури палива його витрата, з одного боку, зростає (за рахунок збільшення щільності), з іншого - зменшується (за рахунок збільшення в'язкості).



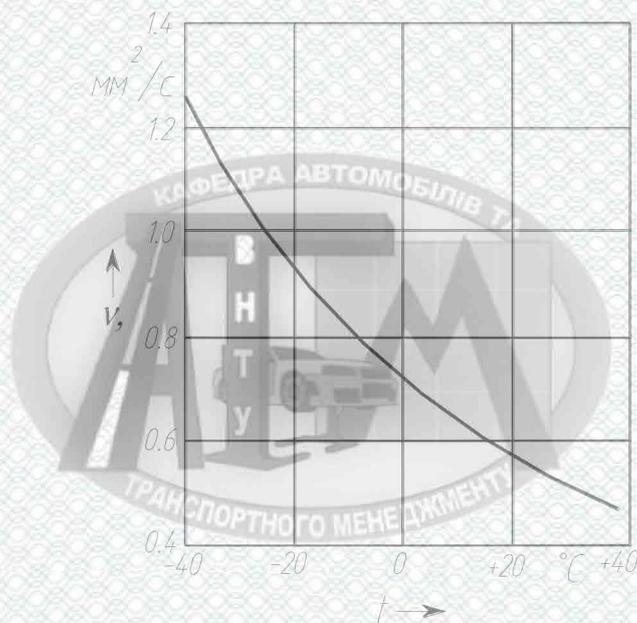


Рисунок 2.9 - Зміна в'язкості ν бензину А-76 залежно від температури t

Більший вплив у сумарному ефекті зміни в'язкості і щільності бензину при зниженні температури на зниження витрат через жиклер надає в'язкість. Рівень бензину в поплавковій камері залежить від щільності бензину. Чим легше паливо, тим глибше опускається в нього поплавки і тим вище встановлюється рівень в камері. При нормальній роботі автомобільного двигуна рівень бензину в поплавковій камері встановлюється на 3-5 мм нижче верхнього зрізу розпилювача. При використанні бензину з меншою щільністю, ніж розрахована, рівень бензину в камері поплавця може підвищитися настільки, що бензин буде мимовільно впливати з розпилювача.

Поверхневий натяг всіх автомобільних бензинів однаково і при $+20^{\circ}\text{C}$ дорівнює 20 - 24 мН/м, тобто приблизно в 3,5 рази менше, ніж у воді. На ступінь розшаровування, якщо говорити про властивості бензину, в першу чергу впливають в'язкість і поверхневий натяг: чим менше їх величини, тим менших розмірів виходять краплі.

Таким чином, густина, поверхневий натяг і особливо в'язкість автомобільних бензинів впливають на сумішоутворення і тому повинні враховуватися при регулюванні дозувальної апаратури.

Окислюваність. Схильність автомобільного бензину до окислення оцінюється такими показниками, як кислотність, фактичні смоли, індукційний період. Його окислюваність залежить від доступу кисню повітря, температури, хімічного складу бензину і контакту з металами, каталізуючими його окислення. Окислюваність складових бензину сильно розрізняється. Найбільш схильні до окислення гетероатомні з'єднання, за якими слідує ненасичені вуглеводні. При тривалому зберіганні автомобільного бензину окислювальному розпаду з утворенням нерозчинної фази піддається і тетраетилсвінець, що міститься в ньому. Автомобільні бензини стабілізують антиокислювальні присадки.

Фактичні смоли. Фактичними смолами називають продукти, які залишаються у вигляді твердого або напіврідкого смолообразного залишку в скляному стакані після швидкого і повного випаровування з склянки бензину. Іншими словами, це смоли, які перебували в бензині в розчиненому стані, а також смоли, частково утворилися за час проведення дослідів [18].

Фактичні смоли є головним чинником в бензинах, що містять ненасичені вуглеводні, схильні під дією кисню, підвищеної температури і світла окислюватися, полімеризовані і утворювати смоли. До таких бензинів відносяться крекінг - бензини і їхні різні суміші.

Із збільшенням кількості смол в бензині знижується, як правило, октанове число і збільшується кислотність бензину, викликає сильну корозію тари. При цьому змінюється і колір бензину: бензин жовтіє і навіть може придбати коричневий або чорний колір.

Опади смол погіршують подачу бензину в циліндри двигуна, а іноді і повністю порушують її. Не виключено попадання смол і в камеру згоряння. У цьому випадку вони утворюють нагар, сприяє самозайманню робочої суміші, роботі з детонацією, зависання клапанів і інших несправностей. Выпадання смолистої речовини з бензину і утворення відкладень на деталях двигуна зростає із збільшенням вмісту фактичних смол у бензині і підвищенням температури деталей. Якщо підігрів суміші у впускному трубопроводі не великий, то частина смол випадає не у впускному тракті, а в камері згоряння.

На рис. 2.10 показано, як зростає відкладення смол в трубопроводі і нагару в камері згоряння по мірі збільшення вмісту фактичних смол у бензині. З наведеного графіка видно, що підвищення вмісту смол з 5 до 15 мг на 100 мл викликає загальне збільшення відкладень в 3-4 рази. Тому до автомобільним бензинів пред'являється вимога мінімального змісту фактичних смол, і в експлуатації необхідно звертати увагу на вміст смол в застосовуваних бензинах.

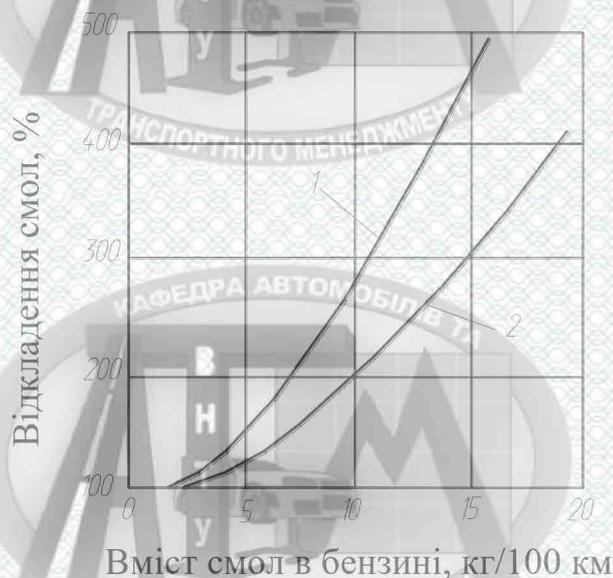


Рисунок 2.10 – Вплив вмісту в бензині фактичних смол на утворення відкладень у впускному трубопроводі (1) і нагару в камері згоряння (2)

Індукційний період – час, протягом якого бензин, яке перебуває в умовах прискореного окислення (при температурі 100°C і тиску кисню $0,7\text{ МПа}$) не вступає в реакцію з киснем. Індукційний період оцінює здатність бензину до смолоутворення. Чим триваліша індукційний період, тим менше відкладень утворюється у впускній системі. Тривалість індукційного періоду може бути значно збільшена за рахунок антиокислювальних присадок.

Стабільність бензинів. Стабільністю бензинів називається його здатність зберігати первинні властивості в умовах зберігання, транспортування та застосування. При недостатній стабільності бензину його якість до моменту застосування може змінитися таким чином, що це призведе до серйозних порушень

в роботі двигуна. Експлуатаційні витрати, пов'язані зі зберіганням, транспортуванням і застосуванням, тим більше, чим менше стабільність бензину.

Властивості будь-якого бензину можуть змінюватися в результаті фізичних і хімічних процесів. Тому існують поняття фізичної і хімічної стабільності. До фізичних процесів, що викликає зміну якості бензину, належать зміна агрегатного стану і поглинання вологи. При зберіганні і транспортуванні бензину легкі фракції можуть випаровуватися, що викличе зміну його експлуатаційних властивостей, наприклад зниження октанового числа, погіршення пускових властивостей і т. п.

До хімічних процесів, що змінює з часом властивості бензину, відносяться окислення, розкладання, полімеризація і взаємодія з конструкційними матеріалами. Необхідно враховувати, що при фізичних і хімічних перетвореннях змінюються фізичні і хімічні властивості бензину. Так, наприклад, випаровування легких фракцій бензину (фізичний процес) викликає зміну його детонаційної стійкості, (хімічна властивість), а процес окислювання бензину (хімічний процес) змінює щільність, в'язкість та інші фізичні властивості бензину. Найбільший вплив на властивості бензину надають хімічні перетворення, в результаті яких можливі значні зміни його складу. Найбільш істотне значення для експлуатації двигунів мають процеси утворення смолистих, кислих речовин і опадів в бензині. Застосування бензинів з підвищеною кислотністю викликає корозію і прискорює зношення деталей двигуна.

В процесі хімічних перетворень бензину основною є, реакція окислення киснем. Окислювання бензину являє, собою дуже складний багатостадійний процес. Напрямок хімічних перетворень і склад продуктів окиснення істотно залежать від виду і будови вуглеводнів, присутності інгібитируючих речовин, а також від наявності малостбільних компонентів. З усіх класів углеводородів найбільш легко окислюються в рідкій фазі при помірних температурах ненасичені неграничні вуглеводні. Тому окиснення вуглеводневої частини палива починається окисненням цього класу сполук, в першу чергу алкенів, олефінів і ароматичних вуглеводнів.

Низькотемпературні властивості бензину. Підвищення в'язкості бензину, можливість утворення в ній при певних умовах кристалів вуглеводнів і льоду в

значній мірі визначаються його низькотемпературними властивостями. При зберіганні і транспортуванні, а також при експлуатації температура бензину може знизитися до $-40 - 50^{\circ}\text{C}$, а в окремих випадках і нижче. Прокачиваемість бензину в цих умовах буде характеризуватися в'язкістю і температурами кристалізації і застигання.

Зміна кінематичної в'язкості палива з температурою приблизенно може бути описано експоненціальною залежністю.

$$\nu_t = B \cdot e^{At}, \quad (2.1)$$

де t - температура бензину, при якій визначається його в'язкість;

B, A - постійні для конкретного виду бензину коефіцієнти.

З вищенаведеного виразу випливає, що з пониженням температури в'язкість палива (а також окремих вуглеводнів) різко зростає. Очевидно, що внаслідок цього при певних температурах паливо може втратити рухливість і прокачуваність його в системі живлення двигуна паливом буде порушена.

Зниження температури призводить, в кінцевому рахунку, до зміни фазового стану бензину. При цьому утворюється кристалічна структура або аморфна пластична маса. Кристалізація палива полягає в тому, що в одній або багатьох точках об'єму утворюються центри кристалізації, які ростуть за рахунок навколишнього матеріалу. За міру охолодження виділилися кристали зростаються один з одним, утворюючи каркасні структури. Ці структури захоплюють у свої осередки, не кристалізуючіся вуглеводні та інші компоненти палива. В результаті паливо втрачає рухливість [15].

Таким чином, можна відзначити, що застигання бензину може обумовлюватися двома основними факторами: кристалізацією компонентів з високою температурою плавлення і освітою структурної сітки або підвищенням в'язкості палива і освітою аморфної маси.

Прокачуваність бензинів. Прокачуваність характеризує рухливість бензину, його здатність забезпечувати певну швидкість перекачування або подачі в системі

живлення двигуна. Порушення подачі бензину призводить до збіднення або надмірного збагачення робочої суміші, це знижує потужність двигуна, погіршує стійкість і надійність його роботи. Основними причинами порушення подачі є: зниження подачі паливних насосів; збільшення гідравлічного опору в трубопроводах і регуляторах агрегатах; забивання фільтрів і деяких вузлів регулюючих пристроїв; утворення парових і пароповітряних пробок на окремих ділянках системи.

Ці порушення можуть викликатися: освітою в паливі кристалів вуглеводню і льоду; підвищенням в'язкості палива; потрапляння частинок домішок, смол, опадів і продуктів корозії у зазори вузлів системи топлівопідання; виділенням розчиненого у паливі повітря і парів вуглеводнів.

Корозійність бензинів. Корозією називається процес руйнування матеріалів різними фізико-хімічними та біологічними агентами. В умовах експлуатації під дією бензину піддаються корозії внутрішні поверхні резервуарів, трубопроводів паливних систем і баків машин. Продукти згоряння бензину в ряді випадків здатні руйнувати циліндри, поршні, клапани та поверхні газових трактів двигунів. Вуглеводні та їх суміші зазвичай не взаємодіють з основними конструкційними матеріалами. Однак у бензині можуть бути присутніми неуглеводородні речовини, продукти хімічних перетворень бензину, речовини, що залишаються після очищення, та інші, в тій чи іншій мірі, надають агресивний вплив на матеріали, з якими вони контактують.

Корозійність одна з найважливіших експлуатаційних властивостей бензину, від якого багато в чому залежить надійність і довговічність двигунів і автомобілів. За механізмом протікання процесу розрізняють два основних типи корозії: хімічну та електрохімічну. До хімічної корозії відносяться процеси, що виникають при безпосередньому хімічній взаємодії між матеріалом і агресивним середовищем, що не супроводжуються виникненням електричного поля [20].

Причиною електрохімічної корозії є - неоднорідність технічних металів або корозійних середовищ, в результаті чого на їх поверхнях утворюються мікроскопічні короткозамкнені гальванічні елементи.

Розглянуте поділ корозійних процесів на хімічні та електрохімічні певною мірою умовно, так як часто має місце спільне протікання цих процесів і перехід одного виду корозії в інший.

Кількісна оцінка корозії може бути проведена через швидкість корозії, загальна величина якої оцінюється по убутку металу з одиниці площі, наприклад, в грамах на квадратний метр на годину, або по швидкості проникнення корозії в глибину металу, наприклад, в міліметрах в рік. У ряді випадків кількісна оцінка корозії може проводитися за втрату механічної міцності і пластичності, зростання електричного опору, і іншим показникам.

Швидкість, вид і розподіл корозії визначаються природою кородуючої матеріалу, складом корозійного середовища (в даному випадку бензину) і умовами, в яких проходить процес корозії.

Істотний вплив на швидкість корозії надають властивості плівки, що утворюється па поверхні кородуючої матеріалу. Чим міцніше плівка, ніж вона пластичніше і чим більш близьке значення має її коефіцієнт теплового розширення до коефіцієнта розширення металу, тим ефективніше вона захищає метал від корозії.

Швидкість корозії визначається також зовнішніми умовами: температурою, тиском, швидкістю руху матеріалу і середовища відносно один одного і тривалістю контакту. Найбільш важливими факторами є температура і тривалість контакту.

Підвищення температури корозійного середовища - бензину і продуктів його згоряння зазвичай викликає прискорення процесу корозії. Залежність швидкості корозії від часу або тривалості контакту може бути різною. Якщо фактори, що прискорюють корозію, і фактори, що уповільнюють її, врівноважуються, то швидкість корозії з часом залишається постійною. Якщо ж в ході корозії виникає захисна плівка, то швидкість корозії з часом зменшується і досягає досить малих величин.

Корозійна активність вуглеводневих бензинів обумовлюється, в основному, трьома головними чинниками: наявністю у бензині водорозчинних кислот і лугів; наявністю органічних кислот; наявністю сірки і сірчистих сполук.

Теплотворна здатність. Під теплотворною здатністю (теплотворністю) розуміють кількість тепла, що виділяється при згорянні 1 кг бензину.

Розрізняють вищу і нижчу теплотворну здатність бензину. При визначенні нижчої теплотворної здатності бензину Q_n не враховують тепло, що виділяється за рахунок конденсації вологи, що міститься в продуктах згорання. Якщо ж теплотворна здатність визначається при охолодженні продуктів горіння до температури, при якій водяні пари конденсуються, то отримане значення буде представляти найвищу теплотворну здатність.

Теплотворна здатність бензину може бути приблизно оцінена за даними елементарного хімічного складу. Найбільш поширеними є формулами емпіричні залежності Д. І. Менделєєва, які для рідких палив мають вигляд [18]:

- вища теплотворна, здатність:

$$Q_v = 339C + 1257H - 109(O - S) \text{ [кДж/кг];} \quad (2.2)$$

- нища теплотворна здатність:

$$Q_n = 339C + 1031H - 109(O - S) - W \text{ [кДж/кг],} \quad (2.3)$$

де C, H, O, S - масові частки відповідних елементів у бензині, %;

W - масова частка вологи в бензині, %.

Більш точно теплотворна здатність палива визначається експериментально калориметрах різних конструкцій при спалюванні наважки бензину.

У різних марок автомобільних бензинів теплотворна здатність практично відрізняється незначно і дорівнює приблизно 43600 - 44380 кДж/кг. У значно ширших межах змінюється теплотворна здатність бензино-повітряної суміші в залежності від співвідношення в не бензину і повітря, що характеризується коефіцієнтом надлишку повітря α . Саму високу теплотворну здатність мають суміші нормального складу, де $\alpha=1$. Збагачення бензино-повітряної суміші ($\alpha=0,8$) не підвищує її теплотворну здатність, але потужність двигуна при цьому зростає через підвищення швидкості згорання збагаченої суміші. Збіднення суміші призводить до помітного зниження теплотворної здатності, швидкості згорання і розвивається двигуном потужності. Так, при $\alpha=1,2$ теплотворність зменшується на 15 - 20% порівняно з сумішшю теоретичного складу, де $\alpha=1,0$ [3].

Вміст механічних домішок. Механічними домішками називаються всі тверді частинки органічного і неорганічного походження, що залишаються на паперовому фільтрі після фільтрування певного обсягу бензину. У відповідності з технічними вимогами с ДСТУ бензини не повинні містити механічних домішок.

Ця вимога настільки очевидно, що воно не потребує спеціального обґрунтування. Дійсно, пісок, всякого роду пил, іржа та інші тверді частинки можуть призвести до засмічення жиклерів в карбюраторах, розпилювачів форсунок та інших деталей системи живлення, а також стати причиною підвищеного абразивного зносу елементів топливоподаючої апаратури і деталей двигунів.

Вміст води. Любий бензин не повинен містити воду. Наявність води в бензинах небажано з ряду причин:

- в її присутності піддаються сильній корозії деталі двигунів і систем живлення, ємності стаціонарних складів, баки автомобілів і так далі;
- у деяких випадках вода сприяє погіршенню бензинів, що в першу чергу відноситься до бензинів крекінгу, які, будучи обводненими, інтенсивніше осмоляються за рахунок вимивання інгібітора;
- в зимовий час замерзла вода закупорює паливні комунікації.

Вода в бензині може, знаходитися в трьох видах: у вільному стані, у вигляді емульсій і в розчиненому стані. Вода у вільному стані практично не змішується з бензином і легко видаляється з нього шляхом відстоювання протягом кількох годин. Емульсія води з бензином утворюється в результаті сильного перемішування вільної води з бензином або ж в результаті виділення розчиненої води при зниженні температури. Емульсійна вода значно важче видаляється з бензину і в той же час вона представляє велику небезпеку при низьких температурах, коли її дрібні крапельки, зважені в бензині, можуть перетворитися в крижинки, закупорюють паливні фільтри [10].

Розчинена або гігроскопічна вода може міститися в бензинах тільки в сотих або навіть тисячних частках відсотка. Вона становить небезпеку при її виділенні в вільну, що може статися при зниженні температури. Це явище може бути припинено добавкою спеціальних присадок до палива, наприклад етилцелозольвом.

Розглянуті вище властивості бензинів, а отже і експлуатаційні якості автомобіля можуть бути значно покращені додаванням в бензини різних присадок. Тому в наступному розділі проведемо аналіз різних присадок до бензинів і розглянемо їх вплив на якість бензину та експлуатаційні якості автомобіля.

2.2 Аналіз присадок до бензинів, їх вплив на склад та якість модифікованих палив

У ряді випадків для забезпечення необхідної якості бензинів необхідне введення спеціальних присадок. Серед них найбільшу популярність отримали антидетонаційні присадки, або антидетонатори. Найбільш поширеною антидетонаційною присадкою був тетраетилсвинець (ТЕС) - $Pb(C_2H_5)_4$. Це безбарвна рідина, важча за воду, що відрізняється високою токсичністю. ТЕС добре розчиняється в бензині. Антидетонаційна ефективність ТЕС пов'язана з утворенням в процесі його розкладання при високих температурах двоокису свинцю, яка вступає в реакцію з перекисями і руйнує їх. Найбільш значно ТЕС підвищує детонаційну стійкість парафінових вуглеводнів, найменшою мірою - олефінових і ароматичних.

Використання ТЕС в чистому вигляді неможливо, так як основний продукт його згоряння - оксид свинцю - відкладається в значних кількостях в двигуні. Тому до ТЕС додаються речовини, що утворюють при згорянні з'єднання зі свинцем та його оксидами, котрі не конденсуються і разом з відпрацьованими газами виносяться з двигуна. Такі речовини отримали назву виносителів, а суміш ТЕС з виносителем і деякими іншими добавками - етиловою рідиною. Бензини з добавками етилової рідини називаються етильованими.

Основним недоліком етильованих бензинів є їх токсичність. Але так як останнім часом посилилися екологічні вимоги до токсичності бензинів і відпрацьованих газів ТЕС був заборонений, як добавка до бензину. І зараз ведуться пошуки нових присадок до бензинів, які б за своїми властивостями не поступалися ТЕС, але були б менш токсичними.

Крім ТЕС використовувався і інший свинцюво-вмісткий антидетонатор - тетрометилсвинець (ТМС). Але який також був заборонений через свою токсичність.

Також існують антидетонатори на основі сполук марганцю. У нашій країні в якості такого антидетонатора розроблено з'єднання циклопентадієнілтрикарбоніл марганцю $C_5H_5Mn(3)3$, відоме під назвою ЦТМ. Антидетонаційна ефективність ЦТМ приблизно така ж, як і ТЕС, проте на відміну від нього добавка ЦТМ у кількості до 1 г/кг не підвищує токсичність бензину. Недоліком ЦТМ, що перешкоджає його широкому застосуванню, є відсутність ефективних виносителів. В результаті утворюється при згорянні ЦТМ нагар виводить з ладу свічки запалювання вже після декількох десятків годин роботи двигуна.

В останній час з'явилися зовсім нові антидетонатори, такі як високооктанові кисневмісні добавки (ВКД), добавка етанольна паливна (ДЕП), метил-трет-бутиловий ефір (МТБЕ), трет-бутиловий спирт (ТБС), метанол, етанол, оксинол, діізопропіловий ефір (ДИПЕ), метил-трет-аміловий ефір (МТАЕ), етил-трет-бутиловий ефір (ЕТБЕ), диметилкарбинол (ДМК), алкілат, фетерол, ізопропіловий спирт (ІПС), трет-аміл-метиловий ефір (ТАМЕ) вторинний бутиловий спирт (ВБС), різні металовмісні присадки та інші добавки до бензинів, які більш детально будуть розглянуті нижче [10].

Для підвищення хімічної стабільності бензинів використовуються антиокислювальні присадки. Ці присадки гальмують розвиток окислювальних реакцій, завдяки чому їх введення до складу бензинів збільшує індукційний період. У вітчизняних автомобільних бензинах застосовуються наступні антиокислювальні присадки: деревесносмольний антиокислювач (суміш фенолів з маслами, додається до 0,15%), антиокислювач ФЧ-16 (суміш фенолів, додається до 0,10%) і параоксидифеніламин (до 0,01%) [22].

При великій вологості та низькій температурі в результаті інтенсивного випаровування палива відбувається обмерзання деталей карбюратора, особливо дросельної заслінки, що викликає перебої в роботі двигуна. Це небажане явище усувається при додаванні до бензинів антиобледенительных присадок. В якості цих присадок використовуються два типи з'єднань:

-розчиняють воду і утворюють з нею низькозмерзаючі суміші (гліколі та ін);
-утворюють оболонку на частках льоду, що перешкоджає їх зростанню і осідання на стінках карбюратора (різні поверхнево-активні речовини) [22].

Для видалення відкладень в системі живлення (карбюраторі, форсунках, впускному патрубку) запропоновано використовувати миючі присадки, що представляють собою різні поверхнево-активні сполуки.

У нашій країні створена багатофункціональна присадка Афені, обладає миючими та антиобледенітельніе властивостями.

Миюча дія цієї присадки забезпечується при постійному застосуванні в концентрації 0,05% або при періодичному (короткочасній) застосування в концентрації 0,1 %.

Тепер більш докладно розглянемо перераховані вище присадки.

2.3 Антидетонаційні присадки

2.3.1 Залізовмісні присадки на основі фероцену і його похідних

Для збільшення октанового числа бензинів, які складаються переважно із аліфатичних вуглеводнів з температурою кипіння до 250 °С і щільністю 0,797-0,876, пропонується додавати 0,001-1,0 % (мас.) фероцену або його похідних, у тому числі кисень- азот - та галогеновмісткі [22].

Також було встановлено, що додавання до вуглеводневих палив в не великих кількостях комплексних сполук карбоніла заліза, зокрема, комплекс карбоніла заліза та фероцену, в кількості 1,1 г/л. (0,12 % мас.) октанове число збільшується з 89,1 до 92,1 [22].

Ряд алкільних похідних фероцену, зокрема, бісметил, бістил, нонаметил, декаметил, декаетилфероцен (всього близько 30 найменувань) запропоновано в якості антидетонаційних присадок до бензинів [23]. Введення біс-метил-фероцену в кількості, еквівалентному 0,3 г/л заліза, підвищує октанове число бензину аналогічно добавці ТЕС, взятої у кількості, відповідному 0,45 г/л свинцю [22].

Випробування роботи двигуна КР-50 на бензині з присадкою фероцену показали, що для бензину з октановим числом 68,5 добавка фероцену в кількості 1,4 г/л (0,16 % мас.) по ефективності відповідає 70-80 % дії еквівалентної кількості ТЕС (0,04 % про.). Оптимальна дозування фероцену в цьому випадку становила 0,5 г/л (0,06% мас.). Подальше вивчення фероцену показало, що антидетонатори на базі похідні фероцену більш перспективні, ніж сам фероцен: в камері згоряння вони утворюють менше опадів. Проведено вивчення антидетонаційної ефективності циклопента-диенилтрикарбонилмарганца, тетраметилсвинца (ТМС), ТЕС, фероцену, пентакарбонилжелеза і їх сумішей по відношенню до бензину каталітичного риформінгу і до бензину піролізу [24]. Випробування проводили в двигуні ОКС, концентрація металу в бензині становила 0 - 0.5 г/л. Встановлено, що при концентрації металу 0,2 г/л антидетонатори по ефективності утворюють наступні ряди (дослідницький метод):

-для бензину, що містить 26,5 % ароматичних вуглеводнів



-для бензину, що містить 40 % ароматичних вуглеводнів



-для бензину піролізу



Значною перешкодою для використання фероцену та його з'єднань в політикумі якості присадки до моторних палив є їх абразивну дію на елементи поршневої групи. Металоорганічні антидетонатори, в тому числі на основі залізоорганічних сполук, введені в автомобільні бензини для двигунів внутрішнього згоряння з іскровим запалюванням, утворюють відповідні оксиди, які відкладаються в масляній плівці і на тертьових поверхнях, а також накопичуються в олії можуть викликати підвищений знос деталей циліндро-поршневої групи [22, 23]. Так, у присутності залізоорганічних присадок в бензині на рівні 0,02 % (у розрахунку на залізо) знос циліндро-поршневої групи приблизно в 3 рази вище, ніж у відсутність присадок, і майже в 2 рази вище, ніж у випадку традиційних антидетонаторов на основі свинцю. Крім цього, металоорганічні присадки негативно впливають на

надійність свічок запалювання внаслідок відкладення металлооксидних нагар на ізоляторах і електродах свічок запалювання.

Ступінь негативного впливу металоорганічних антидетонаторов, природно, повинна залежати від концентрації присадок в паливі. В якості прикладу звернемося до результатів проведених у Німеччині лабораторно-дорожніх випробувань групи автомобілів, що обладнані каталітичними системами нейтралізації і працюють на бензині з 0,0015 % фероцену (0,00045 % Fe). Яких-небудь негативних наслідків від введення присадки після 85000 км пробігу не зазначено [22].

Для зниження абразивної дії фероцену і його алкільних похідних запропоновано використовувати їх спільно з протизношувальними домішками, в якості яких рекомендуються маслорастворимые органічні складні ефіри: триалкилфосфаты, триалкилфосфиты, триалкиларсениты і триалкилбораты [22]. Наприклад, присадка, що містить 0,5 % фероцену, 1 % трикрезилфосфата і до 100% олії, крім підвищення октанового числа (на 2-18 одиниць по моторному методу), показує зниження зносу не менш ніж на 25 % порівняно з базовим маслом і маслом, що містить тільки фероцен.

Таким чином, наведені дані показують, що фероцен і його похідні можна розглядати як потенційних ефективних екологічно чистих антидетонаційних добавок до бензинів в концентраціях від $0,3 \cdot 10^{-3}$ до 0,16 %. Найбільшою приємністю до цим добавкам мають прямогонного бензину, для яких приріст октанового числа (моторний метод) у зазначених вище дозах становить 0,5-13 одиниць; для високооктанових бензинів, тримають ароматичні вуглеводні, приріст октанового числа становить 0,4-3 одиниці.

Поліфункціональна присадка АПК. Це октанопідвищуюча присадка на основі фероцену. Випускається вона у зимовому (АПКз) і в літньому (АПКл) виконаннях.

Тривалі стендові випробування на двигуні ВАЗ показали, що за потужносним, економічним і екологічним показникам, працездатності деталей і вузлів двигуна бензин А-92 з підвищеним (0,4% мас.) змістом присадки АПКз (вміст заліза - 37 мг/дм³) не поступається, а за протизносні, протинагарні і іншим характеристикам перевершує ряд товарних бензинів [25].

На відміну від деяких інших антидетонаторів металоорганічна присадка АПК не впливає на ефективність каталітичних нейтралізаторів шкідливих речовин у відпрацьованих газах, що видно за результатами випробувань (табл. 2.6) двигуна ЗІЛ на бензині А-76 з 0.2% (мас.) присадки АПКл по 18-годинній методикою [25].

Таблиця 2.6 – Результати випробувань двигуна ЗІЛ 508.10 на бензині А-76 по 18-годинній методиці

Шкідливий речовина	Викид (г/кВт•год) з відпрацьованими газами двигуна			
	на першій годині роботи		після 18 год. роботи	
	до нейтралізатора НГД-1	після нейтралізатора НГД-1	до нейтралізатора НГД-1	після нейтралізатора НГД-1
Бензин А-76 без присадки				
Оксид вуглецю	98,17	77,03	97,92	74,41
Вуглеводні	6,29	2,14	5,65	2,58
Оксиди азоту	15,74	5,46	14,17	4,83
з 0,2% (мас.) присадки АПКл				
Вуглеводні	5,69	2,28	6,60	2,90
Оксиди азоту	15,84	5,74	14,04	5,17

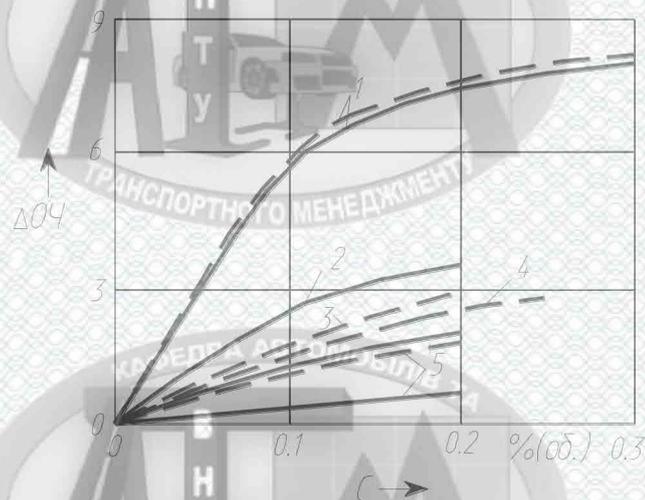
Крім того, були зроблені висновки, що, фероценовмісна присадка є досить ефективним засобом відновлення працездатності сажових фільтрів каталітичних пристроїв нейтралізації відпрацьованих газів.

Результати визначення ОЧ по моторному (ОЧМ) і дослідницького (ОЧД) методів товарних компонентів після введення в них 0,1 - 0,3% (про.) присадки АПК. а також товарних бензинів (для порівняння) представлені на рис 2.11. Їх аналіз показує:

- відносно швидке зростання ОЧ всіх компонентів бензинів і відзначається при утриманні присадки АПК до 0.1%; подальше підвищення її вмісту в паливі недоцільно як з технічних, так і з економічних міркувань;

- володіють високою температурною чутливістю до методів визначення ОЧ компонентах каталітичних процесів присадка АПК більш ефективно впливає на

ОЧД, ніж на ОЧМ, а в бензинах прямої перегонки - в однаковій мірі;- антидетонаційний ефект присадки АПК в прямогонном бензині в 2-10 раз вище, ніж в бензинах каталітичних процесів; звідси - реальна можливість розширення ресурсів, поліпшення екологічних і економічних характеристик товарних бензинів за рахунок додаткового залучення більш дешевих прямогонних фракцій.



1, 3, 5 - бензинові фракції відповідно прямої перегонки, каталітичного риформінгу і каталітичного крекінгу; 2, 4 - товарні бензини відповідно А - 76 і А - 92

Рисунок 2.11 – Вплив змісту с присадки АПК на приріст ОЧМ (суцільні криві) и ОЧД (штрихпунктирні криві)

У таблиці 2.7 представлена вибірка з великого масиву результатів випробувань модельних зразків бензинів А-76, А-92 і А-95, приготовлених на базі товарних компонентів Московського НПЗ до і після введення присадки АПК. Бензини з присадкою АПК протиокислюючими властивостями (індукційного періоду окислення) в 2,6-6 разів перевершують базові зразки [25].



Таблиця 2.7 – Вибірка з результатів випробувань модельних зразків бензинів А-76, А-92 і А-95 до і після додавання присадки АПК

Бензин	Зміст компоненту, % (мас.)						Октанове число		Вміст		Індукційний період окислення, хв.
	каталітичного крекінгу	риформингу	прямої перегонки (н. к. - 180°C)	Ф	М	по ММ	по ДМ	углеводнів, % (мас.)			
								ароматичних	олефінових		
А-76											
базовий	51,7	18,7	19,6	10	-	76,1	83,8	17,4	20,3	7,3	650
з 0,1% мас АПК	44	13,9	30	12	-	76,5	83,6	15,4	16,7	10,3	3065
А-92											
базовий	25	70	-	5	-	83	93,7	45,2	7,2	3,6	490
з 0,1% мас АПК	30	54,9	5	10	-	83	93	37,4	9,4	11,6	1170
АІ-95											
базовий	-	90	-	-	10	85,2	97,5	52,8	-	4,6	665
з 0,1% мас АПК	-	77,4	-	15	7,5	85,6	96,8	44,7	-	9,6	4150

Це дозволяє виробляти високооктанові бензини без дорогоючого антиокислювача і забезпечувати їх тривале зберігання. Як видно, вміст у зразках високооктанових бензинів суми ароматичних (не більше 45%) і олефінових (не більше 18%) вуглеводнів відповідає вимогам ЄЕС, що вводяться з 2000 р.

При використанні присадки АПК можна додатково залучати в бензини до 15% прямогонного фракцій, а, отже, регулювати окремі показники їх якості в досить широкому діапазоні, а також отримувати екологічний та економічний ефекти.

Присадка АПК не обводнюється і не вимивається водою. Так, бензин А-95, що містить 0.1% присадки АПК, після введення води в співвідношенні 1:3 має той же коефіцієнт рефракції, що до введення води: 1,5622.

З введенням присадки в бензині підвищується в 1,5-3 рази вміст фактичних смол, оскільки випаровний залишок її металоорганічної основи входить до складу так званих «смол». Тому даний показник необхідно оцінювати на заводі-виробнику тільки для базових бензинів без присадки.

У таблиці 2.8 представлені результати визначення викидів найбільш токсичних продуктів неповного згоряння на одноциліндровому відсіку двигуна ЗІЛ-130 двох зразків бензину типу А-76: базового і містить 0,3%(мас.) присадки АПКз [25]. Базовий бензин складався з 60%(мас.) бензину риформінгу і 40% (мас.) прямогонної фракції, бензин з присадкою АПКз - з 35% (мас.) бензину риформінгу і 65% (мас.) прямогонної фракції. Як видно, при роботі двигуна на бензині з присадкою вміст у відпрацьованих газах шкідливих речовин канцерогенної і мутагенної дії знижується на 10-30%.

Таблиця 2.8 – Результати визначення викидів найбільш токсичних продуктів згоряння

Шкідлива речовина	Вміст (мг/м ³) у відпрацьованих газах одноциліндрового відсіку ЗІЛ при роботі на бензині А-76 в режимі					
	холостого ходу: 1000 мин ⁻¹		номінальному: 3200 мин ⁻¹ , 37 Нм		максимального крутного моменту: 2000 мин ⁻¹ , 42,5 Нм	
	базово му	з присадк ою АПКз	з базовому	з присадк ою АПКз	базовом у	з присадкою АПКз
Формальдегід	6,2	4,0	4,3	3,3	3,7	4,0
Бензол	15,6	12,5	39,7	33,4	60,7	50,0
Толуол	37,1	27,0	48,4	35,8	71,0	52,0
Ксилоли	31,4	20,0	50,4	28,7	49,6	33,3
3,4-Бенз-α-пірен (×10 ⁻⁶)	63,0	58,0	68,0	55,0	70,0	60,0

Присадка ФК - 4 - (α -гідроксіізопропіл)фероцену. Ця присадка на основі похідних ферроцена і ще близько 70 аналогічних присадок були запропоновані Арчинським НПЗ. Більш детально розглянемо цю присадку і проведемо її аналіз, і можливість використання на практиці, в експериментальній частині даної роботи [22].

2.3.2 Високооктанові кисневмісні компоненти (ВКК) до бензинів на основі спиртів і ефірів

ВКК володіють чудовими антидетонаційними властивостями. Це забезпечує підвищення ККД двигуна, що значною мірою компенсує їх більш низьку (порівняно з традиційними нафтовими компонентами) теплоту згоряння. Крім того, застосування ВКК дозволяє помітно знизити концентрацію шкідливих речовин у відпрацьованих газах автомобіля і підвищити економію бензину.

Типові властивості основних ВКК наведені в таблиці 2.9 [26].

Таблиця 2.9 – Властивості високооктанових кисневмісних сполук

Показники	Метанол	Етанол	ІПС	ТБС	ВБС	МТБЕ	МТАЕ
1	2	3	4	5	6	7	8
Температура кипіння, °С	64,6	78,5	82,4	82,6	99,5	55,4	86,3
Щільність(по АНІ)	0,79	0,79	0,78	0,78	0,80	0,74	0,77
Молекулярна маса	32,04	46,1	60,09	74,1	74,12	88,15	102,18
Масова частка, %	50	34,7	26,6	21,6	21,6	18,2	15,7
Теплота згоряння, кДж/кг.	22707	26945	33300	35590	35690	38220	39392
Теплота випаровування, кДж/кг.	1104	839	666	536	562	337	326
Температура спалаху, °С	6,5	12	13	11	24	-28	-
Розчинність у воді при 20°С, % (по масі)					36,9	1,3	0,6

1	2	3	4	5	6	7	8
Азеотроп з водою, температура кипіння, °С (при атмосферному тиску)	-	78,2	80,5	79,9	87,5	52,2	73,8
Масова частка води в азеотропе, %	-	4,4	12,3	11,8	27,3	3,2	9,0
Октанове число (дослідницький метод)	122	121	117	106	108	115	108
Октанове число (моторний метод)	93	97	95	94	91	97	96
Октановий індекс змішування	107	109	106	100	99	106	102
Максимально допустима об'ємна частка в автобензині, %	3	5	10	7	10	15	15

Крім економії бензину застосування спиртових добавок дозволяє поліпшити антикригові властивості цього палива, знизити нагароутворення в двигуні. [26].

Таким чином, застосування кисневмісних добавок при виробництві не етилованих високооктанових бензинів сприяє більш ефективному використанню нафтових ресурсів і дозволяє поліпшити експлуатаційні показники бензинів і автомобіля в цілому.

Метанол, який може бути отриманий з вугілля, природного газу, різних відходів, сміття та інших органічних матеріалів, сьогодні рас розглядається як важливий новий джерело виробництва моторних палив. [27].

Метанол може застосовуватися, як замітник бензину або добавка до нього. І в тому і в іншому випадку метанол виявляє ряд позитивних якостей, найважливіша з яких - високі антидетонаційні якості. ОЧІ метанолу складає 120 одиниць, що значно вище, ніж у кращих бензинів. У разі додавання 10% метанолу до бензину ОЧІ останнього підвищується на 4 одиниці. Причому ККД згоряння метанолу вище, ніж інших рідких палив, а шкідливі токсичні сполуки при згорянні майже не

утворюються [28].

Відзначають також збільшення довжини пробігу в розрахунку на 1 одиницю теплотворної здатності метанолу в порівнянні з бензином. Найбільш ефективна суміш, що містить 5% метанолу, при використанні якої, довжина пробігу збільшується на 14 - 19%. Перевага добавки метанолу зменшується при збільшенні його концентрації. Так, при додаванні 10% метанолу в бензин пробіг збільшується до 7% .

Вважають, що машина, яка працює на метанолі, легше в управлінні. Крім того, високий вміст кисню в метанолі перешкоджає утворенню нагару .

Однак, низька температура згоряння метанолу, високий тиск насичених парів, добра змішувальність з водою, висока корозійна активність, погана розчинність у бензині, особливо при наявності води, що вимагає використання стабілізаторів (ізобутанол), і шкідливий вплив на деталі з гуми перешкоджають широкому використанню його в якості автомобільного палива.

Крім того, при відносно великому вмісті метанолу в бензині (15%) і 7 - 8% стабілізатора необхідна регулювання карбюратора, але навіть при цьому витрата бензино-метанольної суміші у двигуні підвищується на 10 - 14% із-за зниженої температури її згоряння. Проте, розглянуті труднощі були успішно подолані, як у нас в країні, так і за кордоном [27].

У західноєвропейських країнах метанол разом з сорастворителями (спирти С3 - С5), в значній мірі зменшують його недоліки, досить широко застосовується в якості добавки до бензинів. У відповіді з директивою ЄЕС 85/356, максимально допустима частка метанолу в бензині становить 3 %; при цьому частка спирту-сорастворителя не повинно бути менше 2 % [29].

Використання метанолу має великі переваги і в екологічному відношенні. При роботі двигуна автомобіля на метанолі вміст шкідливих речовин у вихлопних газах значно нижче меж, допустимих чинними стандартами. Це було підтверджено випробуваннями, проведеними в 1980 р. у США (шт. Каліфорнія). У випробуваннях брали участь сотні автомашин, сумарний пробіг яких склав 13 млн. км. За стандартами, гранично допустима кількість виділяються з вихлопними газами

вуглеводнів, оксиду вуглецю та оксидів азоту становить відповідально 0,26; 4,3 і 0,44 г/км пробігу, а фактично утворюється лише 7-27 % гранично допустимої кількості вуглеводнів, 23 - 54% оксиду вуглецю і 71-90% оксидів азоту. Крім того, виділяються альдегіди в кількості 0,005 г/км пробігу. Як вважають, таку кількість альдегідів в умовах інтенсивного перемішування повітря при русі автомобіля створює концентрацію $<0,25$ млн.-1, яка не вважається небезпечною. Однак до цієї оцінки слід поставитися критично, оскільки при масовому використанні метанольного палива на автотранспорті концентрація альдегідів у повітрі помітно зростає.

Необхідно врахувати також, що при окисненні метанолу утворюється формальдегід, який володіє канцерогенними властивостями. До канцерогенів належать також і продукти неповного згоряння ароматичних вуглеводнів, які виділяються з вихлопними газами звичайного бензинового двигуна. З точки зору екології перевага використання метанолу полягає і в тому, що він є водорозчинним і біологічно розкладаним речовиною, внаслідок чого видалення його із стічних вод не представляє труднощі. Однак, при цьому не можна не враховувати високої токсичності метанолу, як у рідкому стані, так і у вигляді парів [1, 19].

Етанол, одержуваний ферментацією сільськогосподарської сировини, знайшов досить широке застосування як компонент товарного авто-бензину («газохол»). Застосування етанолу безпечно в екологічному аспекті і не пов'язано з рішенням такої кількості технічних проблем, як при використанні сумішей бензину з метанолом. Етанол застосовують у вигляді суміші з бензином, що містить 10% (про.) спирту. При використанні цієї суміші, що отримала назву газохол, викид оксиду вуглецю у вихлопних газах скорочується на 20 - 25%. Внаслідок більш сприятливих фізичних властивостей (менша, ніж у метанолу, розшаровуваність у присутності слідів води; високі антидетонаційні характеристики) етанол є більш привабливим компонентом сумарного бензинового фонду, ніж метанол.

Метилтретбутиловий ефір (МБТЕ) одержують взаємодією ізобутилена з метанолом. Слід зазначити, що цей процес можна розглядати як один із способів включення метанолу до складу сумарного бензинового фонду, що дозволяє

виключити недоліки, властиві метанолу в чистому вигляді. На відміну від метанолу МТБЕ має більш високу теплоту згоряння, обмежено розчинний у воді (до 4,8%) і повністю змішується з бензином в будь-яких співвідношеннях [21].

МТБЕ дозволяє підвищити октанові характеристики легких фракцій бензину і при його використанні не виникає труднощів, пов'язаних з расшаріваністю у присутності слідів води. Він може бути введений до складу товарного автобензину безпосередньо на НПЗ, причому наступні операції транспорту і зберігання бензину не вимагає (на відміну від метанолу) дотримання якихось особливих заходів обережності.

Він не токсичний і екологічно безпечний. У США з 1969р. проведено 40 токсикологічних досліджень з метою вивчення потенційно можливої негативної дії МТБЕ на здоров'я людини. Результати короткострокових і довгострокових епідеміологічних досліджень показали, що МТБЕ при концентруванні на робочих місцях або в районі автозаправних станцій не представляє для здоров'я людини скільки-небудь істотної загрози. Ці дані підтвержені 15-річним досвідом промислового виробництва МТБЕ та застосування його в якості компонента бензину [22].

МТБЕ володіє невисокою пружністю парів, що забезпечує його перевагу в порівнянні з легколетучими антидетонаційними добавками (наприклад, бутаном) у зв'язку з виявленням негативного впливу легколетучих речовин на концентрацію озону у верхніх шарах атмосфери.

Досить повно досліджено вплив МТБЕ на антидетонаційні властивості базових бензинів. При цьому встановлено, що для отримання неетильованого бензину А-92 на базі бензину каталітичного риформінгу жорсткого режиму (октанове число-95) можна обмежитись введенням 11% (мас.) МТБЕ, залучаючи при цьому до складу бензину 19% порівняно низькооктанової прямогонної фракції н. к. - 62°C (октанове число 70). У таблиці 2.10 наведено фізико-хімічні і антидетонаційні властивості такого бензину.

Таблиця 2.10 – Фізико-хімічні та антидетонаційні властивості бензину А-92 з введенням 11% (мас.) присадки МТБЕ

Октанове число за моторним методом	86,1
Октанове число по дослідницькому методу	93,5
Фракційний склад, °С	37
10%	52
50%	88
90%	157
кінець кипіння	191
залишок, %	0,7
втрати, %	2,3
Тиск насичених парів, кПа	61,46
Кислотність, мг. КОН/100мл.	0,40
Зміст фактичних смол, мг/100мл.	2,6
сіри, %	0,005
води і механічних домішок	Отс.
водорозчинних кислот і лугів	-
свинцю	-
Випробування на мідній пластинці	Витримує

Таким чином, при введенні 8 - 11% МТБЕ в бензин поліпшується його фракційний склад (збільшується кількість бензину, википаючого до 100°С, і знижується температура википання 50% бензину), вміст ароматичних вуглеводнів зменшується у зв'язку з залученням до складу великої кількості бензину прямогонної фракції, не порушується стабільність бензину при тривалому зберіганні і не змінюються характеристики потужності двигуна, при цьому зменшується токсичність відпрацьованих газів, на 8 - 15%, не спостерігається парових пробок у паливній системі автомобіля, МТБЕ не виділяється з бензину при низьких температурах [30].

На відміну від метанолу МТБЕ не агресивний до конструкційних матеріалів і введений в бензин в кількості 11% на 10 - 12 °С знижує температуру холодного запуску двигуна. Крім того, при застосуванні бензину з 11% МТБЕ не вимагається регулювання карбюратора. Економія такого бензину в умовах міської їзди становить 7%, що обумовлено більш рівномірним розподілом детонаційної стійкості по

фракціям і підвищенням дорожнього октанового числа бензину, особливо при низькій частоті обертання колінчастого валу [23].

Оксинол – це спиртова антидетонаційна добавка до бензину. Випускається в США фірмою ARCO. Ця добавка являє собою суміш, що містить по 4,75% метанолу і третбутилового спирту (ТБС). Вона володіє тими ж властивостями, що і метанол, які були розглянуті вище. Але на відміну від метанолу оксинол дозволяє вирішити проблему розшаровування метанолу з бензином у присутності невеликих кількостей води (0,1%). При введенні цієї добавки в бензин не відбувається розшарування компонентів при будь-якій кількості води [30].

Третбутиловий спирт (ТБС) в основному отримують як побічний продукт при виробництві оксиду пропілену. Однак, є ряд установок, призначених для випуску ТБС, де використовується процес гідратації ізобутилена.

Ефект ТБС - високооктанового компонента автомобільного бензину - збільшується при використанні його в суміші з метанолом. Він полегшує змішування метанолу з бензином, підвищує стійкість суміші до води, інгібує корозійну активність, знижує вплив високої пружності парів метанолу.

Диізопропіловий ефір (ДИПЕ), етилтретбутиловий ефір (ЕТБЕ) та диметилкарбинол (ДМК) – це нові антидетонаційні присадки до бензинів, що володіють досить високими октановими характеристиками і задовільним тиском насичених парів. Основні властивості деяких з цих присадок наведені в таблиці 2.11.

Таблиця 2.11 – Основні властивості деяких високооктанових кисневмісних компонентів

Показники	ЕТБЕ	ДИПЕ
Октанове число по дослідницькому методу (ОЧД)	120	111,6
Октанове число по моторному методу (ОЧМ)	102	98,4
$(\text{ОЧД} + \text{ОЧМ}) / 2$	111	105
Тиск насичених парів, МПа	0,03	0,03
Об'ємна концентрація у бензині, еквівалентна содержанию кисню 2,7% (мас.)	17,2	17

Метилтретаміловий ефір (МТАЕ) отримують при взаємодії третаміленов з метанолом в присутності кислотного каталізатора.

МТАЕ змішується з традиційними компонентами сумарного бензинового фонду у будь-яких стосунках, але відрізняється від МТБЕ більш високою температурою кипіння і трохи більш низькими октановими числами.

Токсичність МТАЕ вище, ніж МТБЕ. Серйозну увагу застосуванню МТАЕ як оксигенату бензину почали приділяти лише в 1991р.

При одній і тій же тривалості впливу шкідливий вплив МТАЕ трохи більше, ніж МТБЕ або ЕТБЕ. Нова норма по кисню дозволяє виробляти бензини з 17% (про.) МТАЕ [20].

Алкілат – це компонент реформуваного бензину. Алкілат являє собою суміш розгалужених парафінів з низьким тиском насичених парів і високими октановими характеристиками. Він виходить в процесі алкілування. Процес алкілування полягає у взаємодії легких олефінів (пропілену, бутенов і амиленов) з изобутаном в присутності сильної кислоти як каталізатора.

Алкілат, незважаючи на відсутність олефінових і ароматичних вуглеводнів, що забезпечує одержання бензинів з високими ОЧ за НІМ і ММ. У реформульований бензин для підвищення октанового числа можна додавати до 29% алкілат. В таблиці 2.12 показано, що сировина установки алкілування має високу ОЧ за НІМ, але його ОЧ по ММ аналогічно ОЧ багатьох інших компонентів бензину[26].

Таблиця 2.12 – Сировина установки алкілування

Сировина і продукти алкілування	Октанове число		Тиск насичених парів при 38 °С, МПа
	по ДМ	по ММ	
Пропілен	100,2	84,9	1,6
Бутени	97 – 100	80 – 84	0,3 – 0,4
Амилени	97 – 100	77 – 85	0,1 – 0,2
Ізобутан	100,1	97,6	0,4
Алкілат	89 – 92	88 – 90	0,02 – 0,03
пропіленовий	94 – 98	92 – 94	0,02 – 0,03
бутеновий	91 - 93	88 - 90	0,02 – 0,04

Однак високий тиск насичених парів цих компонентів включає можливість використовувати у великих пропорціях в товарному бензині. Зниження тиску насичених парів пропілену, бутенов і аміленов в результаті алкілування має виключно важливе значення для отримання реформульованого бензину.

Склади товарного бензину до і після реформулювання наведені в таблиці 2.13. Після реформулювання тиск насичених парів бензину значно знижується. Зниження вмісту бензолу, сірки і ароматичних вуглеводнів досягається завдяки додаванню МТБЕ і алкілат [14, 18, 19]. Фетерол – це суміш МТБЕ з третбутиловим спиртом (ТБС). Цей компонент забезпечує досить високе октанове число бензину: 100 - за моторним методом (ММ); 110 - по дослідницькому методу (ДМ). Застосування його в невеликих кількостях (5 - 7% мас.) позитивно позначилося на економіці виробництва бензинів А-92 і А-95 завдяки можливості більш широкого залучення низькооктанових компонентів замість дорогого алкілат [27].

Таблиця 2.13 – Склади товарного бензину до і після реформулювання

Показники	Бензин	
	середній	реформульованих
Компонентний склад, % (об.)	4,1	3,7
бензинова фракція	41,4	28,4
прямої перегонки	29,6	26,9
каталітичного крекінгу	0,7	0,6
каталітичного риформінгу	2,7	2,5
изомерезат	4,0	3,6
полімеризат	0,3	0,0
димеризат	0,2	0,6
алкілат	13,3	20,0
бутани	3,7	2,5
МТБЕ	0	11
Тиск насичених парів, МПа	0,07	0,05
Вміст	0	2
кисню, % (мас.)	32,1	29,1
вуглеводнів, % (об.)	1,53	1,39
ароматичних	13,2	7,2
бензолу	339	308

Кислородовмісна добавка - фетерол сприяє зниженню викидів оксиду вуглецю й оксидів азоту, зменшення нагароутворення та питомої витрати палива. Бензини такого складу рекомендуються і для автомобілів, оснащених системою впорскування палива в двигун [17].

Ізопропіловий спирт (ІПС) одержуваний гідратацією пропілену, є чудовою високооктановою добавкою до автобензинів. Крім того, ІПС може бути використаний як антиобледенительная присадка до автобензинів або розчинник в суміші з метанолом. Найбільш ефективно застосування ІПС у неетильованих бензинах, де октановий індекс зсуву особливо високий (106).

Вторинний бутиловий спирт (ВБС), одержуваний гідратацією бутілену, може знайти більш широке використання у складі бензинів у вигляді сорастворювача метанолу або в суміші з МТБЕ. При цьому слід відзначити хорошу змішуваність спиртів С4 з традиційними вуглеводневими компонентами бензину [36].

Високооктанова кислородовмісна добавка до бензину (ВКД), її отримують біоконверсією углеводовмісного відновленої сировини. Основний склад цієї добавки це етиловий спирт 99,3%.

Багаторічний зарубіжний досвід застосування ВКД (5 - 10%) в змішаних бензинах показав:

- з використанням цієї добавки не потрібні зміни в конструкції двигуна і системи живлення автомобіля;
- підвищується октанове число палива;
- знижується токсичність відпрацьованих газів.

Проведені в Україні у 2020 - 2022 роках експлуатаційні, стендові та дорожні випробування контрольної групи автомобілів на змішаному бензині (суміш товарного бензину з ВКД) дають підстави для висновків [37]:

- експлуатаційні властивості автомобілів при роботі на сумішевих бензинах з додаванням 6% ВКД практично не погіршуються в порівнянні з роботою на товарних бензинах А-92 і А-76;

- не зафіксовано негативного впливу тривалої роботи автомобіля на сумішевих бензинах на технічний стан і стабільність регулювання паливної апаратури, стан гумотехнічних виробів;

- згідно з результатами стендових моторних випробувань на сумішевих бензинах зменшилася концентрація шкідливих речовин у відпрацьованих газах.

Технічний комітет з стандартизації та допуску до використання продуктів нафтопереробки і нафтохімії ТК «Нафто-Стандарт» (Технічний комітет стандартизації № 146 «Матеріали, обладнання, технології і споруди для нафтогазової промисловості) дав дозвіл на використання 6% ВКД в бензинах. Фізико-хімічні властивості ВКД приведені в таблиці 2.14 [37].

Таблиця 2.14 - Фізико-хімічні властивості ВКД

Вміст органічних кисневмісних сполук, % (об.), не менше	99,3
Щільність при 20 °С, кг/м ³ , не більше	791
Показник заломлення, n _{D20} , не менше	1,3613
Масова концентрація сухого залишку, мг/дм ³ , не більше	50
Масова концентрація кислот в перліку на оцтову кислоту, мг/дм ³ , не більше	20
Об'ємна частка води, %, не більше	0,2
Вміст вищих спиртів C3 - C5, г/дм ³ , не більше	12
Об'ємна частка циклогексану, %, не більше	0,5
Октанове число по дослідницькому методу, не менше	108
Октанове число за моторним методом, не менше	100

Етиловий спирт (C₂H₅ОН) отримують із сільськогосподарської сировини або їх відходів (картоплі, цукрового буряка і так далі). Але широкого використання етилового спирту перешкоджає його висока, порівняно з бензином вартість виробництва і деякі його особливості, як моторного палива.

Незважаючи на це в деяких країнах світу (Бразилії, США та інших) протягом багатьох років етиловий спирт, як паливо для двигунів вже використовується в чистому вигляді або, як добавка до бензину у співвідношенні: 10 - 22% етилового спирту і 90 - 78% бензину - газохол.

Результати випробувань, проведених в Україні, показали, що при використанні етилового спирту (або його з'єднань) на автомобільному транспорті в чистому вигляді виникає ряд труднощів, пов'язаних з:

- погіршенням запуску двигуна, а при негативних температурах повітря ($0\text{ }^{\circ}\text{C}$ і нижче) практично неможливо запустити двигун через велику (в 3,24 рази) теплоту пароутворення спирту порівняно з бензином;
- не стабільність роботи двигуна практично на всіх режимах роботи при відсутності спеціального підігріву спирто-повітряної суміші;
- погіршення екологічних показників при роботі двигуна без підігріву суміші;
- підвищення агресивності спиртових сумішей на деякі деталі системи живлення двигуна.

Тому використання етилового спирту або спиртових сумішей замість бензину без зміни систем і вузлів двигуна не можливо.

2.3.3 Вода, як антидетонаційна добавка до бензинів

Для запобігання детонації до бензину можна додавати воду. Антидетонаційний ефект від впорскування води полягає в охолодженні робочої суміші, охолодження циліндрів і їх деталей, дії водяної пари як інертного газу, тобто на зниження температури горіння в циліндрах, що впливає на швидкість ланцюгової реакції утворення пероксидів і гідрпероксидів в догораючій частини робочої суміші. Нагароутворення у двигунах, що працюють тривалий час на низькооктанових бензинах з упорскуванням води, менше, ніж при роботі двигуна на бензині без впорскування води. Вода впорскується тільки при роботі двигуна з повним навантаженням, тобто коли двигун має високі температури і вода повністю випаровується. В автомобільні двигуни воду зазвичай вводять у впускний трубопровід безпосередньо. Після карбюратора. Впорскування води дозволяє підвищити ступінь стискання без підвищення октанового числа бензину, використовувати палива з меншим октановим числом, ніж потрібно для даного двигуна. Впорскування 10 % води рівноцінний по антидетонаційному ефекту

збільшення октанового числа бензину на 3-4 одиниці. Вода діє кілька ефективніше на етильовані бензини, ніж на неетильовані (таблиця 2.15) [15].

Таблиця 2.15 – Вплив добавки води на октанове число бензину

Марка бензину	Октанове число бензину по моторному методу при додаванні води, %			
	0	5	10	20
А-76	76	77	78	81
А-92	85	85,5	86	88

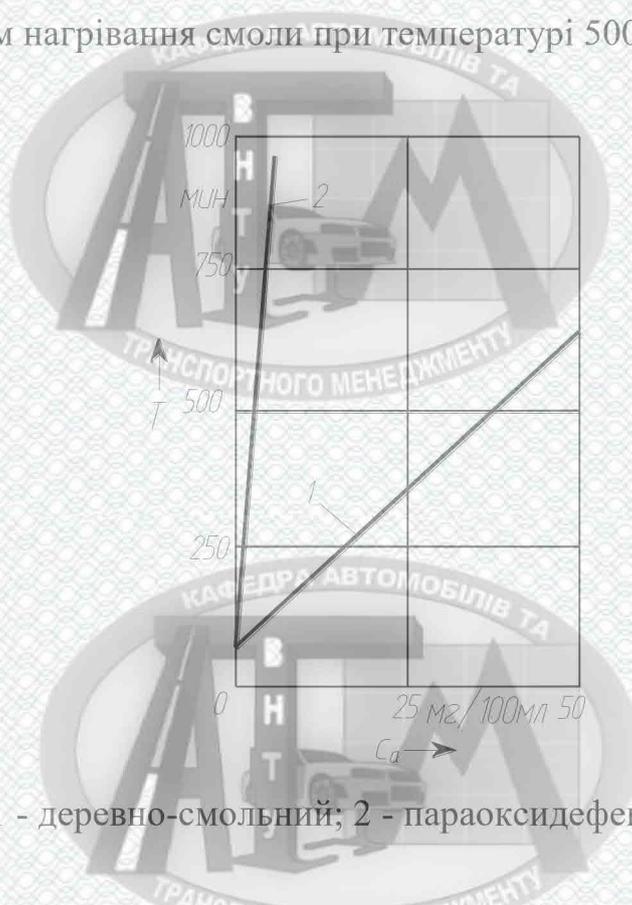
Однак є серйозні перешкоди широкого використання води як добавки до палива. Вода має високу температуру замерзання, додавання її до бензину підвищує корозійний знос ЦПГ, різко погіршує якість масла. Вода повинна застосовуватися тільки чиста, дистильована, але для її отримання витрачаються значні кількості паливно-енергетичних ресурсів. Звичайна вода містить солі, що утворюють відкладення в камері згоряння. Проводилися роботи по використанню води у вигляді водно-бензинових емульсій. Для утворення емульсії необхідні спеціальні поверхнево-активні речовини - емульгатори. Ефективні емульгатори, стійкі при зберіганні і зміні температури, ще не знайдені. При коливанні температури на 8-10 °С плівка, обволікає крапельку води, лопається і вода осідає на дно. Використовувані в даний час емульгатори підвищують нагароутворення [15].

2.4 Антиокислювальні присадки

Для підвищення хімічної стабільності автомобільних бензинів в них додають антиокислювальні присадки. Механізм дії яких ґрунтується на перекісної теорії окислення вуглеводнів. Дія антиокислювачів зводиться до обриву ланцюгових реакцій за рахунок взаємодії одного з радикалів, що беруть участь у ланцюзі, з молекулою антиокислювача. Антиокислювач гальмує розвиток окислювальних реакцій протягом якогось часу (період індукції), після якого швидкість окислення різко зростає.

В якості антиокислювачів, як вже було зазначено вище, найбільше поширення отримали наступні добавки (інгібітори): деревно-смольний (0,05 - 0,15%), ФЧ-16 (0,03 - 0,10%) і параоксидифениламин (0,007 - 0,10%). Введення зазначених кількостей антиокислювачів багаторазово збільшує індукційний період (рисунок 2.12), різко знижується темп осмолення бензинів (рисунок 2.13) і вони стають придатними до зберігання протягом тривалих термінів [19]. Деревно-смольний антиокислювач виробляється на лісохімічних комбінатах з сухоперегонної смоли змішаних порід деревини і являє собою суміш фенолів різної будови (~40%) з нейтральними маслами, не володіють антиокислювальними властивостями.

Знайдено спосіб підвищення ефективності деревно-смольного антиокислювача шляхом нагрівання смоли при температурі 500 - 550° С (піроліз)[18].



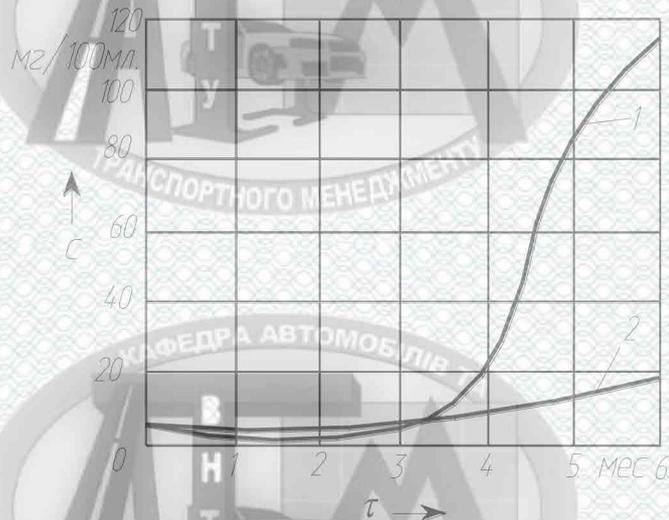
1 - деревно-смольний; 2 - параоксидифениламін

Рисунок 2.12 – Вплив концентрації антиокислювачів C_a на індукційний період T для бензину термічного крекінгу

Антиокислювач ФЧ-16 являє собою суміш фенолів, витягнутих бутилацетатом з підсмольних вод напівкоксування вуглю. Рекомендується вводити його в бензини в розчині ароматичних вуглеводнів Ефективність антиокислювача

ФЧ-16 вище деревно-смоляного приблизно в 2 рази [19]. Хімічна сполука амінофенольного типу ($C_6H_5NHC_6H_4OH$), додається в бензини на нафтопереробних заводах в розчині ароматичних вуглеводнів [11].

Ефективність антиокислювальних присадок наведена в таблиці 2.16.



1 - вихідний бензин; 2 - бензин з 0,008% параоксидефініламіна

Рисунок 2.13 – Вплив параоксидефініламіна на утворення фактичних смол в залежності від часу зберігання τ бензину термічного крекінгу

Бензини, що містять антиоксиданти, які вимагають дотримання визначених правил обігу. Зокрема, не можна допускати їх обводнення, так як при контакті з водою в них розчиняється антиокислювач, завдяки чому його вміст в бензині зменшується, а це може призвести до передчасного надмірного осмолення.

Також останнім часом з'явилися нові антиокислювачі: диалкіл-сульфоксиди, дифеніламіноалкоксилати, осерненні алкілфеноли і другі з'єднання [35].

Для запобігання обмерзання карбюратора до складу бензинів водять спеціальні протиобмерзальні або поліфункціональні присадки, які мають протиобмерзальну дію. Більшість присадок против дії являє собою поверхнево-активні речовини (ПАР) або низькомолекулярні водорозчинні кисневмісні сполуки типу нижчих спиртів, гліколей, ефірів та інших. Ефективною протиобмерзальною

дією володіють деякі кисневмісні відходи великотонажних нафтохімічних виробництв, наприклад, виробництва спиртів [20].

Таблиця 2.16 – Ефективність антиокислювальних присадок до бензинів

Антиокислювач	Концентрація, %	Тривалість індукційного періода окислення, хв.	
		без антиокислювача	з антиокислювачем
Древесно-смольний	0,050	15	245
»	0,100	15	315
»	0,065	285	580
»	0,065	145	275
»	0,065	240	445
»	0,065	210	400
Піролізат	0,050	15	285
»	0,100	15	435
ФЧ-16	0,065	285	615
»	0,065	145	510
»	0,065	240	1000
»	0,065	210	720
Подфа	0,010	305	700
»	0,010	290	785

2.5 Протиобмерзальні присадки

Протиобмерзальні присадки до бензину, одержувані на основі кубових залишків виробництва спиртів. Ці залишки являють собою складну суміш кисневмісних сполук: 16 - 39% спиртів С4 - С8, 21 - 23% бутиратов, 14 - 16% бутиралей, близько 4% простих бутилового ефірів, до 14% моногліколевих ефірів та інших сполук. Фізико-хімічні характеристики залишків наведено в таблиці 2.17.

Щоб уникнути можливого обмерзання карбюраторів, бензин достатньо вводити 1,5 - 2% кубових залишків.

Кубові залишки виробництва спиртів істотно поліпшують антикригові характеристики бензинової суміші, наближаючи їх до еталонних. Завдяки цьому підвищується надійність роботи двигунів в осінньо-зимовий період, знижується токсичність відпрацьованих газів, поліпшуються економічні показники автомобіля.

Отже, кубові залишки виробництва спиртів можуть бути використані при виробництві бензинів в якості компонента, що володіє антиобмерзальною дією. Їх застосування дозволить також знизити потребу в бензині на автомобільному транспорті.

Таблиця 2.17 – Фізико-хімічні властивості кубових залишків

Номер зразка кубового залишку	Щільність, кг/м ³	Число, мг КОН/г				Бромне число, г/Br ₂ /100 г	Молекулярна маса	Ізопропіловий еквівалент, %
		кислотне	омиліненія	ефірне	гідроксильне			
1	867	0,5	87,5	87	90,5	0,9	163	1,9
2	865	1,5	105	103,5	116	16	165	1,7
3	870	1,2	119,8	118,6	188	7,8	159	1,7

Крім того, антиобмерзальною дією володіє багатофункціональна присадка афені, про яку буде сказано нижче.

2.6 Миючі присадки

Миючі присадки до автомобільним бензинів дозволяють ефективно запобігати утворенню смолистих відкладень на дросельних заслонках. Ці відкладення утворюються у великих кількостях при роботі двигуна на малих частотах обертання і на холостому ході, що характерно для умов міської експлуатації. Відкладення порушують регулювання карбюратора, що призводить до перевитрати палива і знижує техніко-економічні показники роботи автомобіля. При цьому значно збільшується токсичність відпрацьованих газів двигуна [12].

Миючі присадки являють собою поверхнево-активні речовини, що складаються з розчинних у вуглеводнях полімерів з полярними головними групами. Дія присадок проявляється в тому, що вони утворюють на поверхнях деталей тонкий шар вуглеводневої плівки, що захищає їх від відкладень (адгезії) твердих частинок. Крім того, деякі з присадок вступають в реакцію з речовинами, які беруть участь в

процесі, що передує нагаровідкладенням, і тим самим запобігають утворенню останніх, а деякі розчиняють складові відкладень [15]. Застосовуються миючі присадки (активна речовина), як правило, у поєднанні з термічно стабільними, з високою температурою кипіння розчинниками-носіями. Самі носії здатні розчинити не тільки присадки, але й окремі види відкладень, виконуючи роль миючого засобу.

Афен - це бензольна багатофункціональна присадка, яка являє собою композицію на основі аміноамидов з додаванням поверхнево-активної речовини (ПАР) і бінарного розчинника. Ця присадка запобігає утворенню льоду і корозію паливної системи, змиває смолисті відкладення в карбюраторі автомобіля і запобігає їх освіту, що забезпечує економію до 5% бензину і зниження в 1,5 рази концентрації оксиду вуглецю у вихлопних газах. З миючим властивостям вона не поступається закордонним аналогам (таблиця 2.18) [21].

Таблиця 2.18 – Миючі властивості вітчизняних і зарубіжних миючих присадок

Присадка	Концентрація* присадки, % (мас.)	Мийні властивості в базовому паливі ^{2*} коефіцієнт	
		змивання, %	запобігання
Афен	0,1 (0,02)	43	1,6
Автомаг	0,1 (0,01)	86	9,3
Зарубіжна зраз. 1	0,1	36	1,5
зраз. 2	0,1	38	1,8
зраз. 3	0,1	50	4,6
зраз. 4	0,1	88,8	5,4
* В дужках - неактивна речовина.			
^{2*} Визначено методами кваліфікаційної оцінки бензину.			

Автомаг – багатофункціональна присадка, яка є модифікацією присадки Афені. Випробування присадки Автомаг показали, що за миючої ефективності вона значно перевершує присадку Афені і не поступається кращим закордонним аналогам. Висока миюча ефективність цієї присадки забезпечує можливість збільшення на існуючих потужностях обсягу випуску миючих присадок до бензинів в 2 рази [21].

Крім того, миючими властивостями володіють антикригові присадки на основі кубових залишків виробництва спиртів, які були розглянуті вище. Введення в бензини невеликих кількостей кисневмісних сполук типу кубових залишків виробництва спиртів сприяє підтримці карбюратора в чистоті. В бензини з такими добавками спеціальні миючі присадки можна не вводити.

Застосування миючих присадок у складі бензинів забезпечує нормальну роботу паливної апаратури автомобіля при його експлуатації, сприяє зниженню витрати бензину і токсичності відпрацьованих газів.

Крім розглянутих вище, бувають такі класи присадок: депресори, стабілізатори, модифікатори горіння (протидимні присадки, інтенсифікатори горіння), протизносні присадки і ще багато інших компонентів до бензинів [35].

Далі в наступному розділі буде розглянуто експериментальне дослідження впливу деяких з розглянутих вище присадок і добавок на якості бензинів, а отже, і на експлуатаційні якості автомобіля.

2.7 Висновки до розділу 2

Отже ефективність присадок забезпечується лише за умови правильного вибору їх типу, кількості та оптимального поєднання з паливом чи з базовою оливою.

Основною метою додавання присадок є: запобігання заїданню деталей тертя; зменшення зношування та сил тертя; підвищення змащувальної здатності мастильних матеріалів.

Додавання присадок забезпечує наступні позитивні результати/властивості:

- 1) надання нових властивостей: утворення на поверхнях деталей захисних хемосорбційних сульфідних або фосфідних плівок, що зменшують зношування;
- 2) покращення існуючих властивостей: зменшення в'язкісно-температурної залежності, зниження температури застигання оливи;
- 3) пригнічення небажаних процесів: уповільнення окислення, утворення шлаків, запобігання корозії металевих поверхонь;

РОЗДІЛ 3

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПРИСАДОК НА СКЛАД, ЯКІСТЬ БЕНЗИНІВ І ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ЯКОСТІ РУХОМОГО СКЛАДУ КОМУНАЛЬНОГО НЕКОМЕРЦІЙНОГО ПІДПРИЄМСТВА «АВТОРЕМОНТНА БАЗА ЗАКЛАДІВ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСНОЇ РАДИ»

Експериментальні дослідження впливу добавок на якість бензинів та експлуатаційні якості рухомого складу повинні проводитися в спеціальних дослідницьких лабораторіях. Ці лабораторії повинні бути оснащені: стендом, що дозволяє визначати октанові числа бензинів за моторним і дослідницьким методам; приладом для вимірювання токсичності відпрацьованих газів; приладом, що дозволяє вимірювати витрату палива. Експериментальні дослідження, проведені в даній роботі, були повністю проведені в лабораторії кафедри (ауд. 3106). Тому перш ніж перейти до експериментальної частини даної роботи познайомимося з лабораторією.

3.1 Опис лабораторії автомобільних експлуатаційних матеріалів

Випробувально-аналітична навчальна лабораторія автомобільних експлуатаційних матеріалів ауд. 3106 (далі - Лабораторія) створена на базі Вінницького національного технічного університету на кафедрі «Автомобілі та транспортний менеджмент» з метою контролю якості та досліджень паливо-мастильних матеріалів та інших експлуатаційних матеріалів, які застосовуються на автомобільному транспорті, як вітчизняних, так і зарубіжних виробників.

В навчальній лабораторії відбувається навчальний процес і дослідження, випробування палив, мастил та інших експлуатаційних матеріалів.

Вигляд аудиторії 3106 (лабораторія автомобільних експлуатаційних матеріалів) показаний на рис. 3.1.

Площа лабораторії – 33,8 кв.м. Посадкових місць – 10 шт.

Обладнання: шафа витяжна – 1 од.; шафа комбінована – 1 од.; шафа медична – 1 од.; польова лабораторія ПЛ-2М - 2 од.; терези ВЛР-200 – 1 од.; прилад ПАПОК – 1 од.; універсальний рефрактометр УРЛ – 1 од.; дистилятор води – 1 од.; пенетрометр – 1 од.; прилад для дослідження згорання палива в відкритому тиглі – 1 од.; прилад для дослідження згорання палива в закритому тиглі – 1 од.; прилад для визначення фракційного складу палива – 1 од.; денсиметр - 2 од.; гідрометр типу ТЭГ - 1 од.; ареометр - 2 од.; штатив - 3 од.; капілярний віскозиметр ВПЖ-4 – 1 од.



Рисунок 3.1 - Вигляд лабораторії автомобільних експлуатаційних матеріалів

При випробуваннях використовуються стандартизовані методики випробувань та/або атестовані нестандартні методики вимірювань.

При цьому можуть бути використані наступні методи перевірки даних:

- застосування контрольних (дублюючих) вимірювальних систем;
- застосування дублюючих методів вимірювань;
- порівняння з еталонними (контрольними) зразками;

- математичні методи перевірки результатів, у т. ч. перевірка статичних гіпотез;

- корекція результатів вимірювань введенням поправок.

Додатково для досліджень потрібен октанометр SHATOX SX-100K. Прилад «Октанометр» призначений для експрес-визначення октанових і цетанових чисел паливних і лабораторних умов. Октанометр зібраний у компактному, міцному, бензостійкому корпусі, обладнаний матричним рідкокристалічним дисплеєм, на якому одночасно зображаються значення октанового числа досліджуваного бензину за дослідницьким і моторним методом, а також температура зразка (рис. 3.2).



Рисунок 3.2 – Октанометр SHATOX SX-100K

3.2 Дослідження впливу добавок на якість бензинів і на експлуатаційні якості автомобілів

3.2.1 Дослідження антидетонаційних властивостей фероцену

На ринку є присадка антидетонаційна ФК-4 (антидетонатор ФК-4), що представляє собою монозаміщенні похідні фероцену - (α -гідроксіізопропіл) фероцену. Потрібно дослідити її антидетонаційні властивості і антидетонаційні властивості інших похідних фероцену для створення більш ефективною присадки на основі фероцену. Потрібні дослідження за двома основними напрямками, що включає як технічні, так і екологічні аспекти:

- пошук похідних фероцену, що забезпечують більший приріст октанового числа, ніж фероцен, при рівному вмісті заліза в паливній композиції, або при рівній кількості утворюються відкладень оксиду заліза в циліндропоршневої групи;
- вивчення ефективності спільної дії фероценових присадок у малих концентраціях і беззольний добавок (аміни, спирти, складні ефіри тощо) за рахунок синергетичного ефекту.

В рамках цієї роботи були досліджені антидетонаційні властивості більше 10 похідних фероцену, з них ряд сполук, які раніше не розглядалися в якості антидетонаційних компонентів бензинів, а також сполуки, виявлені як перспективні [15]. Випробування антидетонаційних властивостей похідних фероцену проводили на установці за моторним і дослідницьким методами з використанням товарних бензинів А-76 і А-92. З метою одержання порівнянних результатів бензин відбирали з однієї партії. Досліджувані фероцени вводили в паливо в двох концентраціях: 0,005 і 0,02 %.

Вибір концентрації 0,005 % обумовлений тією обставиною, що вона є для фероцену максимально допустимою з погляду абразивної дії оксидів заліза, які утворюються при його використанні. Верхній рівень дозування - 0,02 % був визначений як бажаний, виходячи з техніко-економічних міркувань, а саме, така дозування антидетонаційній присадки дозволяє отримувати на базі товарних

низькооктанових автомобільних бензинів високооктанові.

На цьому етапі робіт було виявлено приблизно три перспективні сполуки, з яких, після техніко-економічного аналізу (критерії - сировина, технологія і відходи виробництва, токсичність присадки і бензинів її містять, антидетонаційний ефект та ін) для детальних досліджень було відібрано (α -гідроксіізопропіл)фероцен.

Для металоорганічних присадок, перш за все, важливо встановити інтервал концентрацій, в якому одержання позитивного антидетонаційного ефекту не призводить до суттєвого погіршення інших експлуатаційних показників бензинів. Однозначний висновок при оптимальному інтервалі концентрацій може бути отримано тільки на підставі кваліфікаційних випробувань.

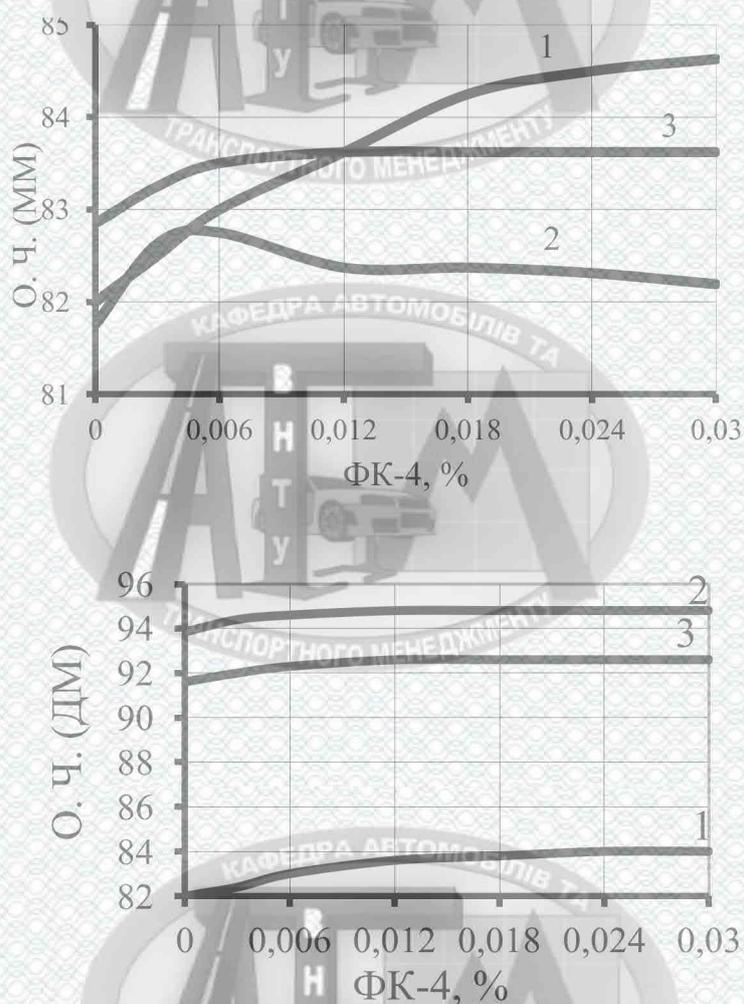
На початковому етапі дослідження вивчався вплив присадки ФК-4 на моторні показники товарних автомобільних бензинів і модельних вуглеводневих композицій, а також паливних композицій, до складу яких входять беззольні октанопідвищуючі добавки і присадки.

В якості модельних композицій були взяті суміші на основі ізооктану, n-гептану і толуолу, об'єктом дослідження був також товарний автомобільний бензин А-92 з вмістом 48 % ароматичних вуглеводнів. Вибір цих об'єктів обумовлений тим, що суміш ізооктану і n-гептану можна розглядати як модель прямогонного бензину, а суміш толуолу і n-гептану - як модель бензинів каталітичного крекінгу і риформінгу.

Як видно з результатів досліджень, наведених на рисунку 3.3, залежність антидетонаційних показників паливних композиції від вмісту в них ферроценової присадки ФК-4 має нелінійний характер. Порівняння приросту октанових чисел, визначених за моторним і дослідницьким методами, показує, що для композицій, що містять ароматичні вуглеводні, що спостерігаються найбільші розбіжності в цих показниках. Нелінійний характер впливу концентрації ФК-4 на детонаційні характеристики бензинових композицій слід пояснити ефектом коагуляції утворюються при роботі двигуна залізооксидних аерозолів.

Відомо, що аерозолі, що виникають при окисленні металоорганічних антидетонаторів, складаються з часток розміром 0,1 мкм. і менше [16].

При згорянні бензину у двигуні з іскровим запалюванням частинки, що мають таку дисперсність, швидко коагулюють, при цьому їх концентрація і активна поверхня зменшуються, знижується рухливість, що призводить до зниження приросту антидетонаційних показників. Процес коагуляції інтенсифікується із збільшенням концентрації антидетонатора [17].



1 - ізооктан 82%, толуол 18%, вихідне ОЧ 82,0 (ММ), 82,0 (ДМ); 2 - толуол 74%, n - гептан 26%, вихідне ОЧ 81,8 (ММ), 93,6 ДМ); 3 - товарний бензин А-92, ОЧ 82,7 (ММ), 91,4 (ДМ)

Рисунок 3.3 – Залежність октанового числа (ОЧ) паливних композицій з присадкою ФК-4 від її змісту

При використанні бензину з низьким вмістом антидетонатора в камері згорання двигуна утворюються дрібнодисперсні рухливі металооксидні частинки і в

цьому випадку руйнування аерозолі відбувається переважно в результаті зіткнення дисперсних частинок, позбавлених якого-небудь фактора стійкості, зі стінками циліндра. Відповідно, початковий ділянку на залежності детонаційних характеристик від концентрації металлоорганічної присадки має практично лінійний характер в області концентрацій ФК-4 0 - 0,010 % (рисунок 3.3).

При високих концентраціях антидетонатора руйнування аерозолі відбувається внаслідок утворення великих агрегатів при зіткненні дисперсних частинок між собою. У цьому випадку зв'язок між концентрацією дисперсних частинок і швидкістю процесу має нелінійний характер і описується рівнянням теплової коагуляції [17]:

$$\frac{dn}{dt} = k_0 \cdot n_1^2 \quad (3.1)$$

де k_0 — константа швидкості коагуляції;

n_1 - кількість аерозольних частинок в одиниці об'єму.

З укрупненням частинок їх антидетонаційний ефект зменшується. Ступінь впливу частинок на абразивний знос також залежить від їх розміру: у присутності частинок, істотно менших товщини масляної плівки і зазору в третьовій парі, знос знижується. Тому найбільш сприятливих результатів можна очікувати при концентраціях антидетонатора, яким відповідає менша коагуляція металлооксидного аерозолі.

При оцінці оптимальної концентрації антидетонатора з точки зору найменшою коагуляції металлооксидних аерозольних частинок слід враховувати ряд факторів, що впливають на процес осадження оксидів і утворення нагару.

Щільність потоку металлооксидних аерозольних частинок, які осідають на поверхні камери згоряння, пропорційна вмісту заліза в паливі. По мірі накопичення нагару інтенсифікуються термічні і динамічні дії, що призводять до видалення (відшарування) нагару з поверхні камери згоряння з встановленням динамічної рівноваги накопичення нагару [48, 46].

В умовах двигуна внутрішнього згоряння на швидкість коагуляції металлооксидних аерозолів і процес нагаровідкладення впливають конвекційні

потоки, градієнт температури, зміна геометрії камери згоряння, звукові та ультразвукові коливання, оскільки всі ці чинники збільшують ймовірність зіткнення дисперсних частинок один з одним і зі стінками камери згоряння. Крім цього процеси коагуляції металлооксидних аерозолів і динаміка нагаровідкладення у великій мірі залежать від вуглеводневого складу базового бензину, природи і змісту, беззольний октанопідвищуючих добавок і присадок.

Беручи до уваги ці фактори, на підставі даних, отриманих в ході дослідження моторних показників вуглеводневих бензинових композицій, що містять ФК-4, можна зробити наступні висновки:

- застосування антидетонаційній добавки ФК-4 найбільш ефективно для базових бензинів з вмістом ароматичних вуглеводнів не більше 50 %;
- верхня межа концентрації ФК-4, при якому забезпечується приріст детонаційної стійкості автомобільних бензинів (як на моторному, так і по дослідницькому методів випробувань), становить 0,015 - 0,020 %.

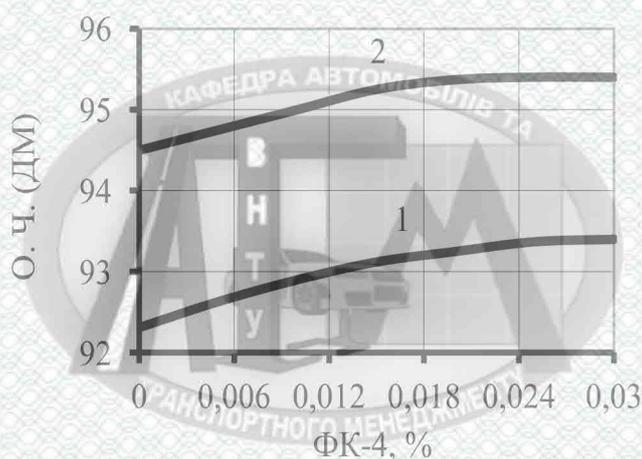
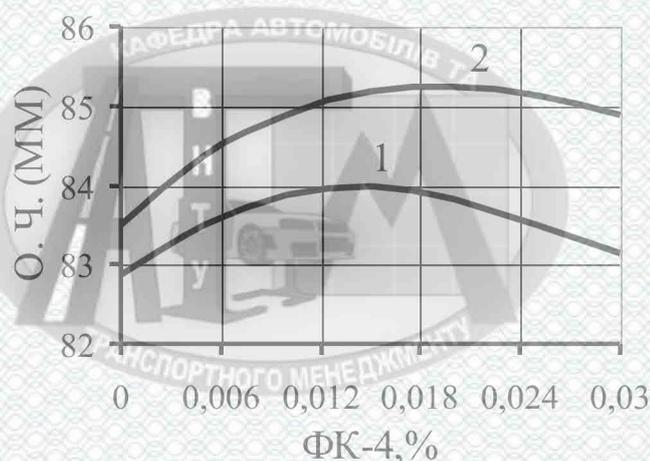
Як було зазначено вище, практично важливим є вивчення сумісної дії ферроценових присадок з іншими октанопідвищуючими добавками. Відомо використання аліфатичних спиртів як октанопідвищуючих добавок в паливних композиціях автомобільних бензинів [19 - 21]. Спирти зазвичай застосовують у вигляді сумішей: метанол/етанол; метанол/трет-бутанол; метанол/спиртові фракції С2-С5, С6 і вище; метанол/метил-трет-бутиловий ефір (МТБЕ); трет-бутанол/МТБЕ; ізобутанол/МТБЕ [19].

З урахуванням цих обставин нами були обрані для вивчення синергетичного антидетонаційні ефекту бензин-спиртові суміші, що містять метанол та кубові залишки виробництва бутилового спиртів, тобто композиції типу «паливного метанолу» фірми «Lurgi».

Випробування композиції на основі товарного неетильованого бензину А-92, метанолу і кубових залишків бутилових спиртів показали, що залежність детонаційної стійкості таких бензин-спиртових сумішей від вмісту ФК-4 має, як і у випадку базового бензину, нелінійний характер (рисунком 4.4). Однак, із збільшенням вмісту в бензиновій композиції суміші метанолу і кубових залишків виробництва

бутилового спиртів антидетонаційна ефективність ФК-4 зростає.

Окрім аліфатичних спиртів, як компонент автомобільних бензинів все більш широке застосування знаходить метил-трет-бутиловий ефір. Прийомистість до цього компоненту автомобільних бензинів залежить від групового вуглеводневого складу і октанового числа базової вуглеводневої композиції [20, 22]. Найбільшою прийомистістю до МТБЕ мають паливні композиції на основі аліфатичних вуглеводнів. Для паливних композицій, що містять ароматичні вуглеводні, прийомистість на 0,5-2,5 (ММ) одиниць менше, ніж для паливних композицій на основі аліфатичних вуглеводнів.



1 - товарний бензин А-92, ОЧ 82,7 (ММ), 91,4 (ДМ), метанол 2,5%, кубові залишки бутилових спиртів 2,5%; 2 - товарний бензин А-92, метанол 5%, кубові залишки бутилових спиртів 5%

Рисунок 3.4 – Залежність октанового числа (ОЧ) бензин-спиртових сумішей з присадкою ФК-4 від її змісту

Як впливає з проведених випробувань, детонаційна стійкість композицій на основі товарного автомобільного бензину А-92 і МТБЕ також нелінійно залежить від змісту ФК-4 (рисунок 3.5), причому антидетонаційна ефективність ФК-4 збільшується більшою мірою, ніж у разі бензин-спиртових сумішей.

Збільшення антидетонаційної ефективності ФК-4 в бензинових композиціях, що включають МТБЕ і аліфатичні спирти, може бути пояснено зниженням відносного вмісту ароматичних вуглеводнів у досліджуваних композиціях з 48 % (товарний А-92) до 43 % при концентрації МТБЕ або аліфатичних спиртів, рівної 10 %.

Іншу групу перспективних компонентів, як для етилованих, так і для неетилованих автомобільних бензинів складають ароматичні аміни. На практиці найбільше поширення отримав N-метиланілін (АДА, монометиланіліну технічний). Ця октанопідвищуюча добавка має відносно низьку температуру плавлення і досить високі антидетонаційні показники - сумішеве октанове число на рівні 400.

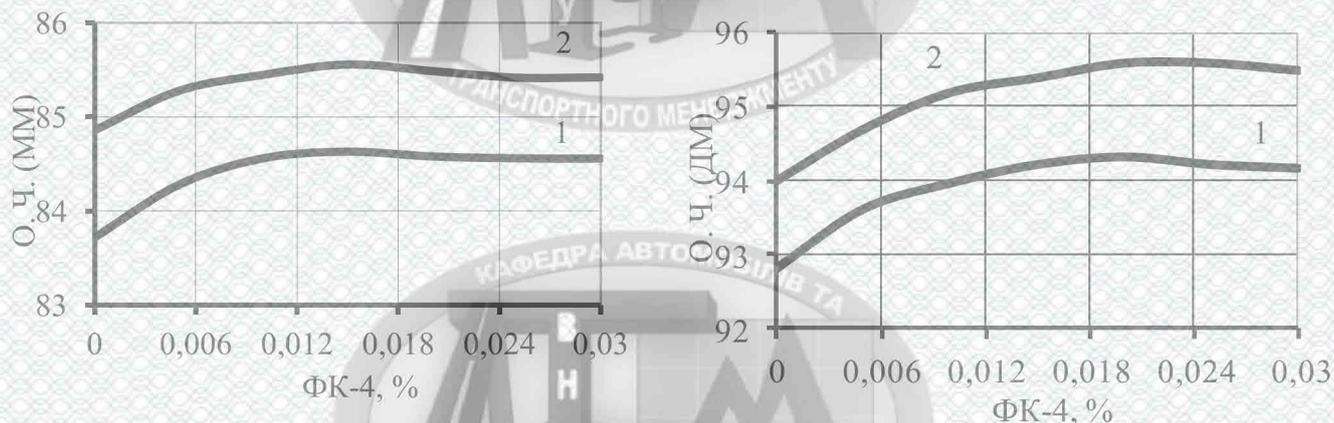


1 - бензин А-92, МТБЕ 5%; 2 - бензин А-92, МТБЕ 10%

Рисунок 3.5 – Залежність октанового числа композицій на основі товарного неетилованого бензину АІ-92 і метил-трет-бутилового ефіру з присадкою ФК-4 від її утримання

На рис. 3.6 наведено дані, отримані в ході випробувань антидетонаційних властивостей ФК-4 в композиціях на основі товарного неетилованого бензину А-92 і октанопідвищуючої добавки АДА. Для дослідженої області концентрацій

октанопідвищуючих добавки АДА і присадки ФК-4 антидетонаційні властивості композицій залишаються на рівні вихідного базового бензину. Відсутність синергетичного антидетонаційного ефекту може бути пояснено тим, що при концентрації добавки АДА 0,5-1,0 % груповий вуглеводневий склад бензину істотно не змінюється, тобто вміст ароматичних вуглеводнів залишається практично на вихідному рівні - 48 %.



1 – бензин А-92, АДА 0,5%; 2 - бензин А-92, АДА 1,0%

Рисунок 3.6 – Залежність октанового числа товарного бензину АІ-92 з присадками АДА і ФК-4 від змісту ФК-4

Проведені дослідження спільної дії «традиційних» кисень - і аміновмісних компонентів (аліфатичні спирти, метил-трет-бутиловий ефір, метіланілін) і ферроценової присадки ФК-4 в композиціях на основі автомобільного бензину А-92 дозволяють зробити наступні висновки:

- використання аліфатичних спиртів і складних ефірів спільно з ФК-4 збільшує антидетонаційну ефективність цієї присадки;

- використання октанопідвищуючих добавки АДА в концентрації до 1 % не впливає на антидетонаційні показники ФК-4;

- верхня межа концентрації ФК-4 в бензині з іншими октанопідвищуючих добавками, при якому забезпечується приріст детонаційних характеристик автомобільних бензинів (як моторного, так і по дослідницькому методів випробувань), становить 0,01-0,02 %;

Верхня допустима межа дозування ФК-4 в автомобільних бензинах встановлених за даними вивчення динаміки на нагароутворення в бензинових композиціях у присутності цієї присадки (0,001 - 0,025 %). Відповідні випробування проводили на двигуні внутрішнього згорання з іскровим запалюванням чергуються режимах, що охоплюють широкий спектр зміни параметрів (температура охолоджувальної рідини, навантаження, складу суміші, кут випередження запалювання). Випробування проводилося окремими 5-годинними циклами.

При концентрації присадки 0,02 % накопичення нагару до рівноважного стану відбувається протягом 25 годин і залишається на цьому рівні у всьому подальшому періоді випробувань. Зменшення утримання ФК-4 до 0,01 % призводить до збільшення часу виходу на рівноважний стан нагару до 40 годин, причому величина нагару в рівноважному стані знижується.

При збільшенні вмісту ФК-4 до 0,025 % зникає рівноважна стадія в процесі нагароутворення і відбувається монотонне накопичення нагару на електродах свічки запалювання і, як наслідок, по досягненні максимальної величини нагару виникають перебої в роботі двигуна.

Для базового бензину і містить 0,001 % ФК-4 динаміка процесів нагароутворення практично однакова, тобто, в обох випадках є рівноважна стадія, проте, характер утворюються нагарів істотно різний: згорання бензину без присадки призводить до отримання щільних лакових нагарів вуглецевого характеру, а в присутності присадки ФК-4 спостерігається утворення пухких металлооксидних нагарів. Таким чином, ефективність антидетонаційної присадки ФК-4 - (α -гідроксіізопропіл)фероцену характеризується наступними кількісними показниками:

- максимальний вміст ФК-4 як октанопідвищуючих присадки в складі товарних автомобільних бензинів не повинен перевищувати 0,02 %;

- мінімальний вміст ФК-4, рівне 0,001 %, виключає утворення вуглецевих нагарів, що мають місце при згоранні бензину, до складу яких входить більше 50 % ароматичних вуглеводнів, або в разі застосування октанопідвищуючих присадок типу N-метиланіліна (АДА) в концентраціях 1,5 - 2 % і більш.

3.2.2 Дослідження антидетонаційній ефективності метанолу, етанолу, води

В даний час широко досліджується можливість покращення антидетонаційних властивостей автомобільних бензинів додаванням метанолу, етанолу, метил-трет-бутилового ефіру (МТБЕ) і води. В рамках даних досліджень актуально вивчення антидетонаційній ефективності цих добавок в бензини різного вуглеводневого складу в цілях оптимізації компонентного складу бензинів для досягнення максимального ефекту від застосування добавок.

Дана частина цієї роботи присвячена дослідженню антидетонаційної ефективності метанолу, етанолу, МТБЕ і води до палив на основі парафінових і ароматичних вуглеводнів. В якості таких палив використовували суміші ізооктану з н-гептаном (ІГС) і толуолу з н-гептаном (ТГС) з октановим числом 50, 64 і 77 (за ММ).

Результати випробувань наведені на рисунку 3.7. Порівняння даних для ІГС та ТГП з однаковими октановими числами показує, що пріємистість до метанолу у ІГС більше, ніж у ТГП (рисунок 3.7 а), тобто метанол при додаванні до ІГС забезпечує збільшення октанового числа, ніж при додаванні до ТГС. Із зростанням октанового числа вихідних палив (із збільшенням вмісту в паливі відповідно ізооктану і толуолу) ця відмінність проявляється більшою мірою. Аналогічні результати отримано при додаванні до палив етанолу і МТБЕ (рисунок 3.7 б, в). Однак, прийомистість до води у ІГС менше, ніж у ТГП (рисунок 3.7 р).

Отримані результати добре узгоджуються з уявленнями про особливості окислення і запалювання вуглеводнів різних класів. Для більшої частини вуглеводнів парафінового характерно двостадійне займання з проміжною стадією холодного полум'я. При займанні ароматичних вуглеводнів . холоднопламенная стадія відсутня або виражена значно слабше, ніж при займанні парафінових вуглеводнів. У роботі [23] показано, що вплив спиртів і МТБЕ на займання вуглеводнів зводиться до затримки виникнення стадії холодного полум'я і зниження його інтенсивності. У відповідності з цим слід очікувати меншого впливу даних

добавок на займання палив зі слабо вираженою холоднопламенною стадією. Отже, їх антидетонаційна ефективність у таких паливах буде нижче, ніж у паливах з розвинутою стадією холодного полум'я.

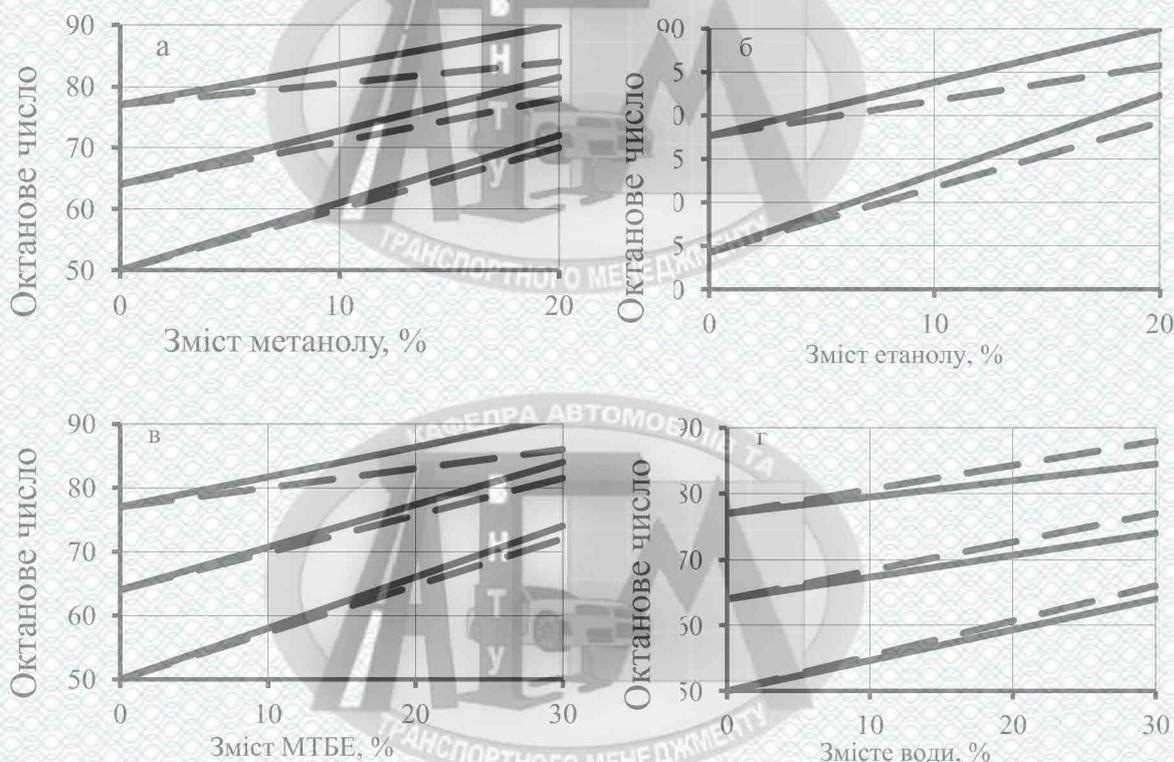


Рисунок 3.7 – Антидетонаційна ефективність метанолу(а), етанолу (б), МТБЕ (в) і води (г) при додаванні до ізооктан-гептанових (суцільні прямі) і толуол-гептанових (штрихові прямі) сумішей

Ефект добавок води до палива складається головним чином у зниженні температури робочого заряду в циліндрі двигуна. У відповідності з цим він повинен залежати від температурної чутливості палива (тобто від того, наскільки значно змінюється схильність палива до детонаційного займання при зміні температурного режиму роботи двигуна). Чутливість палив також визначається кінетичними особливостями їх окислення. Низькою чутливістю володіють парафінові і нафтові вуглеводні, що обумовлено двостадійним запалюванням їх, згідно з яким затримка займання (і, отже, схильність до детонації) слабо змінюється в широкому діапазоні температур. Затримка займання ароматичних

вуглеводнів із зменшенням температури швидко збільшується, внаслідок чого вони володіють досить високою температурною чутливістю.

У ІГС температурна чутливість, що характеризується різницею октанових чисел, що визначаються за дослідному і моторним методів, дорівнює 0, а у ТГП з октановим числом 50; 64 і 77 - відповідно 6; 8,7 і 11,1. У відповідності з цим слід очікувати, що зниження температури робочого заряду, викликане додаванням води, має більшою мірою позначатися на детонаційній стійкості ТГС, ніж на детонаційній стійкості ІГС. Це розходження має бути тим значніше, чим більше різниця в температурній чутливості палив, що і підтверджується отриманими експериментальними даними.

Досліджувані палива можна розглядати як модельні, що імітують ті чи інші компоненти автомобільних бензинів. Так, ІГС можна розглядати як модель прямогонного бензину, а ТГП - більшою мірою як модель бензинів каталітичного крекінгу і риформінгу. У цьому зв'язку можна відзначити згоду результатів випробування палив з добавками МТБЕ та даних роботи [54], в якій наведено октанові числа компонентів автомобільних бензинів з добавками МТБЕ. Ці дані свідчать про найбільший приріст октанового числа при додаванні МТБЕ до компонентів з високим вмістом парафінових та нафтових вуглеводнів. Така ж закономірність характерна і для спиртів (метанолу і етанолу), що підтверджено додатковими випробуваннями компонентів авто-мобільних бензинів з цими добавками.

Таким чином, метанол, етанол і МТБЕ проявляють найбільшу антидетонаційну ефективність при додаванні до палив з досить чітко вираженим двостадійним запалюванням (тобто до палив на основі парафінових та нафтових вуглеводнів), а вода - при додаванні до палив з підвищеною температурною чутливістю (тобто до палив на основі ароматичних і олефінових вуглеводнів). Зокрема, слід очікувати суттєвого покращення антидетонаційних властивостей низькооктанових бензинів при додаванні спиртів і МТБЕ. Вода може бути досить ефективним засобом покращення антидетонаційних властивостей більш

високооктанових бензинів, що готуються головним чином з бензинів крекінгу і риформінгу.

3.2.3 Дослідження впливу добавки етанольної паливної (ДЕП) на паливну економічність і токсичність відпрацьованих газів

В даний час все більше уваги приділяється підвищенню економічності і зниження токсичності відпрацьованих газів. Це обумовлено екологічними проблемами, високими цінами на нафту і необхідністю її економити через війну.

Рішення цих проблем проводиться за кількома напрямками: удосконалення конструкції двигунів, реконструкція діючих і створення нових технологічних процесів нафтопереробки, спрямованих на підвищення якості вуглеводневих палив і розробка різних добавок і присадок, що дозволяють поліпшити експлуатаційні та екологічні показники моторних палив. Перші два напрямки пов'язані з серйозною реконструкцією підприємств машинобудування і нафтопереробних заводів, що вимагає тривалого періоду, що залежить від рівня капіталовкладень в зазначені галузі промисловості. У сформованій в Україні економічній ситуації, на наш погляд, більш динамічно може розвиватися третій напрям - введення в моторні палива різних добавок і присадок.

В даній частині цієї роботи були проведені дослідження впливу добавки етанольної паливної (ДЕП) на паливну економічність і токсичність відпрацьованих газів. В якості випробуваного палива, яке додавалася ДЕП, був обраний товарний бензин АІ-92 з октановим числом по моторному методу 82,7 і по дослідницькому методу 93,9. Експеримент проводили на чистому товарному бензині АІ-92 і з додаванням до нього відповідно 5% і 10% ДЕП.

Перш ніж оцінювати вплив ДЕП на паливну економічність і токсичність відпрацьованих газів були проведені дослідження антидетонаційної ефективності ДЕП. Випробування проводили, як у попередніх експериментах по моторному (ГОСТ 511-82) і дослідного (ГОСТ 8526-82) методів (таблиця 3.1). Результати цих досліджень наведено на рисунку 3.8.

Як видно з результатів дослідження антидетонаційної ефективності ДЕП вона підвищує октанове число товарного бензину, як по моторному так і по дослідницькому методів, причому з однаковою інтенсивністю. Тому доцільно проводити дослідження впливу цієї домішки на паливну економічність і токсичність відпрацьованих газів.

Таблиця 3.1 – Результати дослідження антидетонаційної ефективності товарного бензину А-92 з додаванням присадки ДЕП

Склад досліджуваних сумішей	Октанове число досліджуваних сумішей	
	по моторному методу	по дослідницькому методу
А-92	82,7	93,9
А-92+5% ДЕП	83,6	94,4
А-92+10% ДЕП	85	95,2

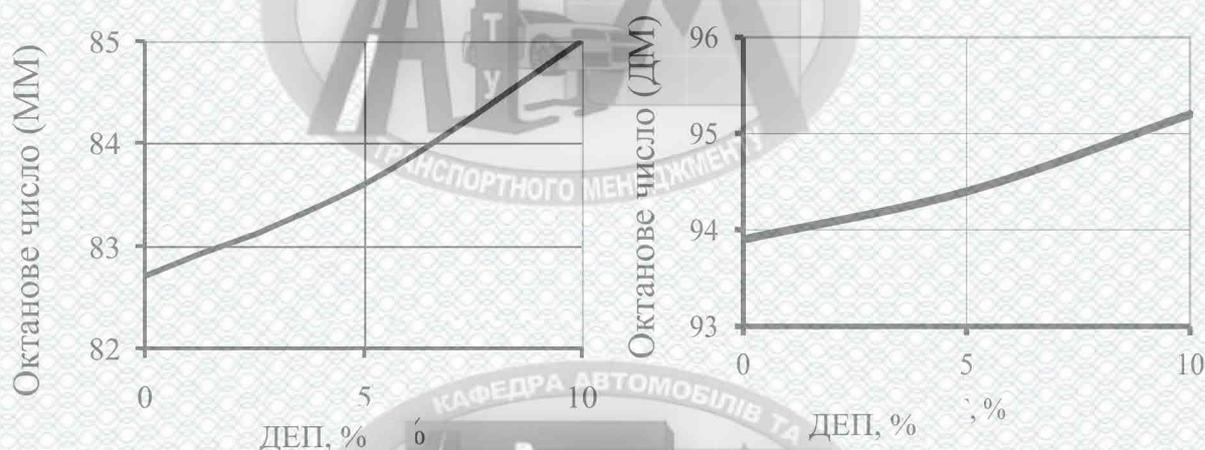


Рисунок 3.8 – Залежність октанового числа бензину А-92 по моторному і дослідницькому методам від процентного вмісту в ньому ДЕП

Спочатку виміри токсичності та економічності проводили на автомо-білі без навантаження при двох частотах обертання колінчастого вала двигуна - 860 хв^{-1} і 2800 хв^{-1} (таблиця 3.2). Потім виміри цих параметрів проводили на автомобілі під навантаженням в трьох режимах - при навантаженні на колесах відповідно 250 Н, 350 Н і 550 нм при постійній швидкості $V_a=50 \text{ км/год}$ (таблиця 3.3).

Результати цих досліджень наведено на рисунку 3.9 рисунку 3.10.

Таблиця 3.2 – Заміри токсичності, часу витрачання палива і годинної витрати палива автомобіля без навантаження

Умови виміру	Час витрачання палива автомобілем без навантаження і відповідна часова витрата палива при обертах											
	n=860 хв ⁻¹						n=2860 хв ⁻¹					
	А-92		А-92+5%ДЕП		А-92+10%ДЕП		А-92		А-92+5%ДЕП		А-92+10%ДЕП	
	t, сек	G _T , кг/ч	t, сек	G _T , кг/ч	t, сек	G _T , кг/ч	t, сек	G _T , кг/ч	t, сек	G _T , кг/ч	t, сек	G _T , кг/ч
V _a =0 m _{топ} =30 гр T _{окр} =18°C T _{охл. ж.} =92°C P _{атм} =742 мм. рт. ст.	185	0,584	184	0,587	196	0,551	60	1,8	61,2	1,765	60,6	1,782
	183	0,59	190	0,568	200	0,54	61,8	1,748	64,8	1,667	64,2	1,682
	184	0,587	196	0,551	206	0,524	60,6	1,782	63	1,714	68,4	1,579
	183	0,59	194	0,557	201	0,537	60,3	1,791	65	1,662	65,4	1,651
G _{T ср} , кг/ч	0,588		0,566		0,538		1,78		1,702		1,674	
Токсичність												
CO, %	1,3		1,1		0,7		1,8		1,7		1,3	
CH, млн ⁻¹	500		380		280		600		500		400	

Таблиця 3.3 - Заміри токсичності, часу витрачання палива і годинної витрати палива автомобіля під навантаженням

Умови виміру	Час витрачання палива автомобілем і відповідна часова витрата палива при навантаженні																	
	250 Н						350 Н						550 Н					
	А-92		А-92+ +5%ДЕП		А-92+ +10%ДЕП		А-92		А-92+ +5%ДЕП		А-92+ +10%ДЕП		А-92		А-92+ +5%ДЕП		А-92+ +10%ДЕП	
	t, сек	G _T , кг/ч	t, сек	G _T , кг/ч	t, сек	G _T , кг/ч	t, сек	G _T , кг/ч	t, сек	G _T , кг/ч	t, сек	G _T , кг/ч	t, сек	G _T , кг/ч	t, сек	G _T , кг/ч	t, сек	G _T , кг/ч
V _a =50 км/ч m _{топ} =30 гр T _{окр} =18°C T _{охл. ж.} =92°C P _{атм} =742 мм. рт. ст.	44	2,46	49,4	2,19	54	2,0	31,2	3,46	35,3	3,05	36	3,0	27,5	3,93	30,6	3,53	31,8	3,4
	43,4	2,49	52,3	2,07	52,5	2,06	33,1	3,26	35,4	3,05	35,4	3,05	27	4,0	32,1	3,36	33,1	3,26
	43,8	2,47	48	2,25	52	2,08	32,9	3,28	34,8	3,10	36	3,0	27,2	3,97	32,1	3,36	32,8	3,29
	43,8	2,47	50,1	2,16	52,6	2,05	33	3,27	34	3,18	35,8	3,02	27,5	3,93	33	3,27	33,4	3,23
	2,47		2,16		2,05		3,32		3,1		3,02		3,96		3,38		3,3	
	Токсичність																	
CO, %	1,3		0,6		1,1		1,4		0,6		1,2		1,3		0,6		1,1	
CH ₄ , млн ⁻¹	60		40		60		90		70		90		100		90		100	

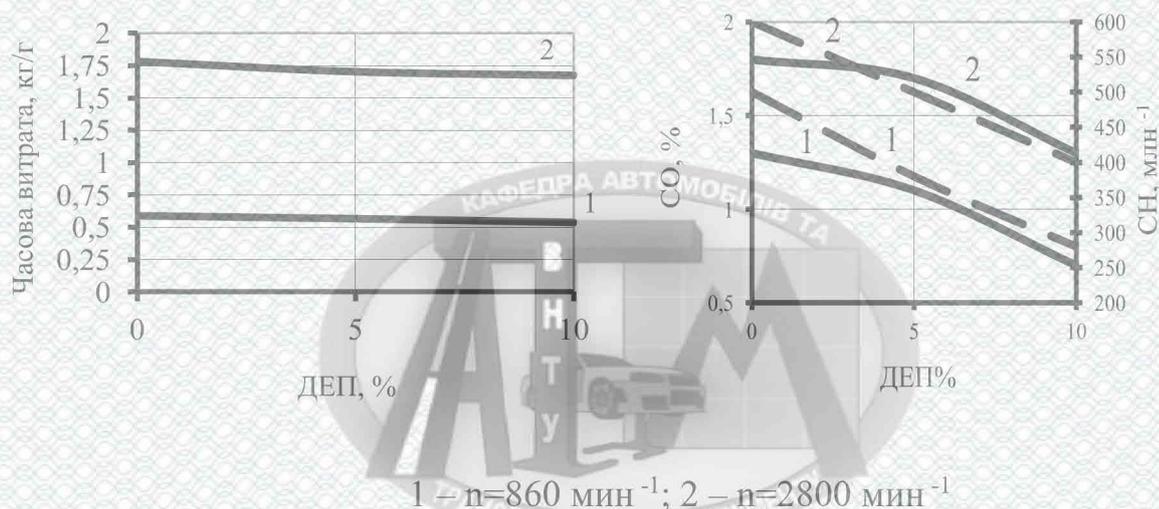
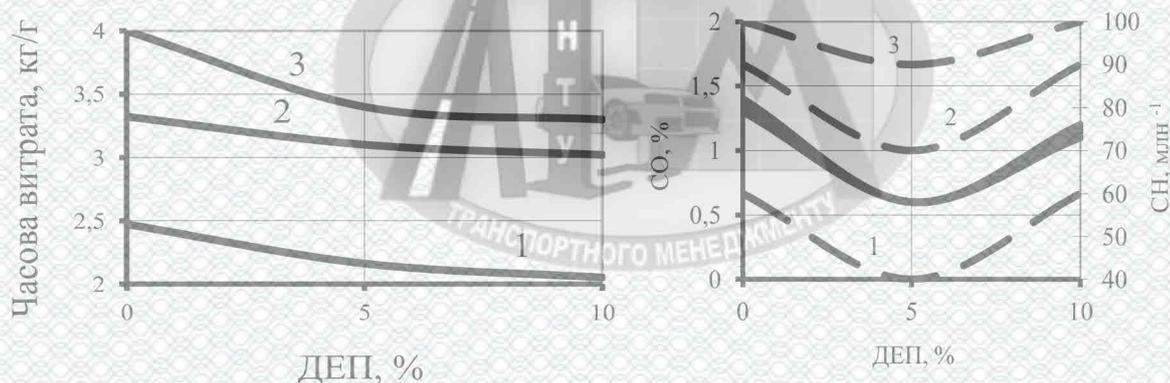


Рисунок 3.9 – Залежність токсичності відпрацьованих газів (СО - суцільні лінії, СН - штрихові лінії) і годинної витрати палива від процентного вмісту в ньому ДЕП без навантаження при різних обертах колінчастого валу



1 - навантаження на колесах 250Н; 2 - навантаження на колесах 350Н;
3 - навантаження на колесах 550Н

Рисунок 3.10 – Залежність токсичності відпрацьованих газів (СО - суцільні лінії, СН - штрихові лінії) і годинної витрати палива від процентного вмісту в ньому ДЕП при різних режимах навантаження автомобіля

Як видно з рисунка, залежність концентрації СО у відпрацьованих газах від процентного вмісту ДЕП, при різних режимах навантаження автомобіля практично не змінюється. Тому суцільні лінії на рисунку 3.10 практично збіглися.

З результатів випробувань видно, що при додаванні присадки ДЕП до товарного бензину А-92 при роботі автомобіля без навантаження відбувається зниження токсичності відпрацьованих газів і підвищення паливної економічності при всіх оборотах використовуються в експерименті. Причому ці параметри поліпшуються при збільшенні концентрації ДЕП в бензині. Тому можна зробити висновок, що при даному режимі роботи найбільш сприятливим є 10% зміст ДЕП в бензині.

При роботі автомобіля під навантаженням паливна економічність із збільшенням концентрації ДЕП в бензині (до 5%) збільшується, а при подальшому збільшенні концентрації ДЕП в бензині (до 10%) підвищення паливної економічності практично не відбувається. Що стосується токсичності відпрацьованих газів, то при збільшенні концентрації ДЕП до 5% відбувається їх зниження. Подальше збільшення концентрації ДЕП в бензині (до 10%), навпаки, призводить до збільшення токсичності відпрацьованих газів.

Так як більшу частину часу працює під навантаженням, то можна зробити висновки, що найбільш оптимальним вмістом ДЕП в бензині є 5%.

Для більш повної оцінки дослідження впливу ДЕП на паливну економічність був проведений розрахунок питомої витрати палива через часовий, за формулою

$$g_e = G_T / N_e, \quad (3.4)$$

де N_e – потужність двигуна.

Потужність двигуна розраховували за формулою

$$N_e = (N_f + N_T) / \eta_{тр}, \quad (3.5)$$

де N_f – потужність, що витрачається на подолання опору коченню;

N_T – потужність витрачається на обертання барабанів тягового стенду;

$\eta_{тр}$ – ККД трансмісії.

ККД трансмісії був обраний 0,92. Потужність, що витрачається на подолання опору коченню, і потужність, що витрачається на обертання барабанів стенду, визначалися відповідно за формулами

$$N_f = (G_B \cdot f_{ct}) \cdot V, \quad (3.6)$$

$$N_T = P_T \cdot V, \quad (3.7)$$

де, G_B – вага, що припадає на провідну вісь автомобіля, $G_B = 4316$ Н;

f_{ct} – коефіцієнт опору коченню колеса по бігових барабанах стенду, $f_{ct} = 0,04$;

P_T - навантаження на колесах автомобіля;

V – швидкість автомобіля в м/с, $V = 13,89$ м/с.

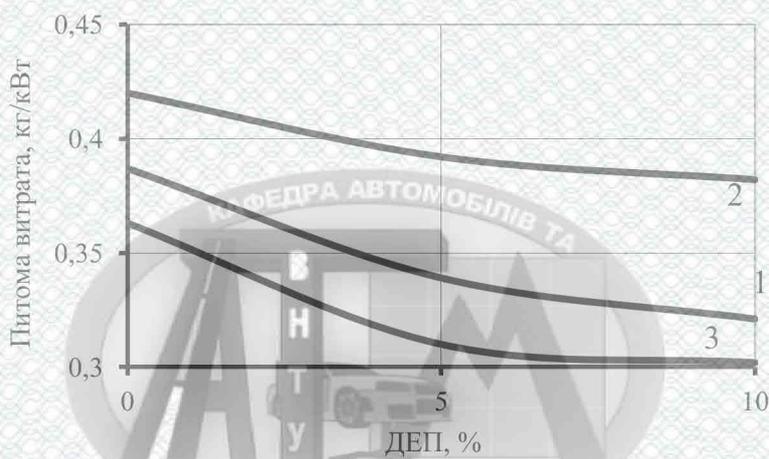
Розрахунки за формулами (3.4 - 3.7) наведені в таблиці 3.4.

За результатами розрахунку був побудований графік залежності питомої витрати палива від процентного вмісту ДЕП в бензині (рис. 3.11)

Таблиця 3.4 – Результати розрахунку питомої витрати палива при різних режимах навантаження автомобіля

Розрахунковий параметр	Навантаження на колеса автомобіля								
	250Н			350Н			550Н		
	0% ^{1*}	5% ^{2*}	10% ^{3*}	0% ^{1*}	5% ^{2*}	10% ^{3*}	0% ^{1*}	5% ^{2*}	10% ^{3*}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
N_T , кВт	3,47			4,86			7,64		
N_f , кВт	2,4								
N_e , кВт	6,38			7,9			10,91		
g_e , кг/кВт*г	0,387	0,339	0,321	0,42	0,392	0,382	0,363	0,31	0,302

Примітка:
 1) Стандартний бензин А-92, без додавання ДЕП,
 2) Стандартний бензин А-92 з додаванням 5% ДЕП,
 3) Стандартний бензин А-92 з додаванням 10% ДЕП.



- 1 - навантаження на колесах 250Н; 2 - навантаження на колесах 350Н;
3 - навантаження на колесах 550Н

Рисунок 3.11 – Залежність питомої витрати палива від процентного вмісту в ньому ДЕП при різних режимах навантаження автомобіля

Як видно з проведених розрахунків і побудованого графіка, зміна питомої витрати палива від процентного вмісту в ньому ДЕП має такий же характер, як і залежність зміни годинної витрати палива від процентного вмісту в ньому ДЕП. Тому висновки наведені вище залишаються без зміни. Тобто найбільш оптимальним вмістом ДЕП в бензині є 5%.

Після проведення експериментальних досліджень впливу присадок на якості бензинів і експлуатаційні якості автомобілів доцільно провести економічну оцінку отриманих результатів, з метою визначення актуальності застосування запропонованих сумішей автомобільних бензинів з добавками і присадками. Тобто провести вартісну оцінку застосування чистих товарних бензинів і бензинів з додаванням добавок і присадок, які розглядалися в експериментальній частині.

На жаль, в одній роботі не можливо провести вартісну оцінку використання бензинів з усіма розглянутими в експериментальній частині присадками і при цьому врахувати всі параметри, на які впливає додавання цих присадок. Тому в наступному розділі буде проведена економічна оцінка застосування ДЕП, як

присадки до автомобільних бензинів. Так як ця присадка впливає практично на всі експлуатаційні якості автомобілів, що було показано вище.

3.3 Практичні рекомендації щодо застосування присадок до бензинів для підвищення експлуатаційної надійності рухомого складу комунального некомерційного підприємства

3.3.1 Практичні рекомендації щодо застосування фероцену

Як вже було зазначено вище присадка ФК-4 - це присадка антидетонаційна, тобто присадка, поліпшує антидетонаційні властивості бензину, що представляє собою монозаміщені похідні фероцену - (α - гідроксіізопропіл) фероцену. Вона була одержана як новий, екологічно чистий антидетонатор. Переді мною було поставлено завдання дослідити її антидетонаційні властивості і визначити оптимальну концентрацію антидетонатора.

На підставі проведених досліджень можна надати такі практичні рекомендації. Застосування антидетонаційній добавки ФК-4 найбільш ефективно для базових бензинів з вмістом ароматичних вуглеводнів не більше 50%. Верхня межа концентрації ФК-4, при якому забезпечується приріст детонаційної стійкості автомобільних бензинів (як моторного, так і по дослідницькому методів випробувань), становить 0,015 - 0,020%.

Але крім дослідження впливу чистої присадки ФК-4 на бензини, були проведені дослідження спільної дії фероценової присадки з аліфатичними спиртами, в якості яких були обрані метанол та кубові залишки виробництва бутилового спиртів. В результаті експерименту було отримано, що при спільному використанні добавки ФК-4, метанолу і кубових залишків виробництва бутилового спиртів детонаційна стійкість цих бензо-спиртових сумішей від вмісту ФК-4 має такий же характер, як при використанні добавки ФК-4. Але із збільшенням вмісту в бензинової композиції суміші метанолу і кубових залишків виробництва бутилового спиртів антидетонаційна ефективність ФК-4 зростає.

Крім композиції ФК-4, метанолу і кубових залишків виробництва бутилового спиртів були досліджені композиції, що складаються з добавки ФК-4 і метил-трет-бутилового ефіру (МТБЕ). Як впливає з проведених випробувань цієї композиції її детонаційна стійкість, має такий же характер, як у попередніх експериментах. Причому антидетонаційна ефективність ФК-4 збільшується більшою мірою, ніж у випадки бензин-спиртових сумішей.

Також були досліджені антидетонаційні властивості бензину при спільній дії присадки ФК-4 і ароматичних амінів, представником яких у випробуваннях стала присадка АДА. Для дослідженій області концентрацій октанопідвищуючих добавки АДА і присадки ФК-4 антидетонаційні властивості композицій залишаються на рівні вихідного базового бензину.

Проведені дослідження спільної дії «традиційних» кисень - і аміновмісних компонентів (аліфатичні спирти, метил-трет-бутиловий ефір, метіланілін) і ферроцеенової присадки ФК-4 дозволяють дати наступні рекомендації:

- використання аліфатичних спиртів і складних ефірів спільно з ФК-4 збільшує антидетонаційну ефективність цієї присадки;
- використання октанопідвищуючих добавки АДА в концентрації до 1 % не впливає на антидетонаційні показники ФК-4;
- верхня межа концентрації ФК-4 в бензині з іншими октанопідвищуючих добавками, при якому забезпечується приріст детонаційних характеристик автомобільних бензинів (як моторного, так і по дослідницькому методів випробувань), становить 0,01—0,02 %;

Таким чином, можна дати остаточні практичні рекомендації щодо застосування присадки ФК-4 для автомобільних бензинів:

- максимальний вміст ФК-4 як октанопідвищуючих присадки в складі товарних автомобільних бензинів не повинен перевищувати 0,02 %;
- мінімальний вміст ФК-4, рівне 0,001 %, виключає утворення вуглецевих нагарів, що мають місце при згорянні бензину, до складу яких входить більше 50 % ароматичних вуглеводнів, або в разі застосування октанопідвищуючих присадок типу N-метіланіліна (АДА) в концентраціях 1,5— 2 % і більш.

3.3.2 Практичні рекомендації щодо застосування метанолу, етанолу, МТБЕ і води до бензинів

Такі антидетонаційні присадки, як метанол, етанол, МТБЕ і вода відомі вже давно і досліджувалися багаторазово. Але необхідно вивчати антидетонаційну ефективність застосування цих добавок в бензини різного вуглеводневого складу в цілях оптимізації компонентного складу бензинів для досягнення максимального ефекту від застосування добавок.

В цієї роботі мною було досліджено антидетонаційна ефективність метанолу, етанолу, МТБЕ і води до бензинів на підставі парафінових і ароматичних вуглеводнів. В якості таких палив використовували суміші ізооктану з н-гептаном (ІГС) і толуолу з н-гептаном (ТВТ).

З результатів випробувань можна зробити такі висновки. Прийомистість до метанолу у ІГС більше, ніж у ТГП, тобто метанол при додаванні до ІГС забезпечує збільшення октанового числа, ніж при додаванні до ТГС. Із зростанням октанового числа вихідних палив (із збільшенням вмісту в паливі відповідно ізооктану і толуолу) ця відмінність проявляється більшою мірою. Аналогічні результати отримано при додаванні до палив етанолу і МТБЕ. Однак, прийомистість до води у ІГС менше, ніж у ТГП.

Таким чином, остаточно можна дати такі практичні рекомендації. Метанол, етанол і МТБЕ проявляють найбільшу антидетонаційну ефективність при додаванні до палив з досить чітко вираженим двостадійним запалюванням (тобто до палив на основі парафінових та нафтових вуглеводнів), а вода — при додаванні до палив з підвищеною температурною чутливістю (тобто до палив на основі ароматичних і олефінових вуглеводнів). Зокрема, слід очікувати суттєвого покращення антидетонаційних властивостей низькооктанових бензинів при додаванні спиртів і МТБЕ. Вода може бути досить ефективним засобом покращення антидетонаційних властивостей більш високооктанових бензинів, що готуються головним чином з бензинів крекінгу і ріформинга.

3.3.3 Практичні рекомендації щодо застосування добавки етанольних паливної (ДЕП) для автомобільних бензинів

Добавка етанольна паливна (ДЕП) є не тільки антидетонаційною добавкою, але і добавкою, поліпшує паливну економічність і токсичність відпрацьованих газів.

У даній роботі були проведені дослідження впливу ДЕП на антидетонаційні властивості бензинів, паливну економічність і токсичність відпрацьованих газів. В якості випробуваного палива, яке додавалася ДЕП, був обраний товарний бензин А-92. В ході експерименту в бензин А-92 додавали відповідно 5 і 10% ДЕП.

З результатів дослідження ДЕП на антидетонаційні властивості бензину А-92 видно, що октанове число бензину (як моторного, так і по дослідницькому методів) збільшується зі збільшенням процентного вмісту ДЕП в бензині. І найбільш сприятливою концентрацією ДЕП у бензині А-92 є 10%.

Що стосується впливу ДЕП на паливну економічність, то тут також відбувається зменшення витрати палива зі збільшенням процентного вмісту ДЕП в бензині. Але при збільшенні вмісту ДЕП у бензині до 5% відбувається різке зниження витрати палива. При подальшому ж збільшенні концентрації ДЕП у бензині до 10%, витрата палива знижується, але не значно. Тому з точки зору паливної економічності найбільш оптимальною концентрацією ДЕП у бензині А-92 є 10%, хоча при додаванні 5% ДЕП результат практично не змінюється.

З дослідження впливу ДЕП на токсичність відпрацьованих газів видно, що при збільшенні концентрації ДЕП у бензині А-92 до 5% відбувається зниження токсичності відпрацьованих газів. При подальшому збільшенні вмісту ДЕП у бензині до 10% навпаки відбувається збільшення токсичності відпрацьованих газів. Тому з точки зору токсичності відпрацьованих газів найбільш оптимальною концентрацією ДЕП у бензині А-92 є 5%.

Всі ці результати були підтверджені економічними розрахунками, в результаті яких вийшли ті ж висновки, що й при експериментальних дослідженнях.

Таким чином, найбільш оптимальною концентрацією ДЕП у бензині, з урахуванням впливу ДЕП на антидетонаційні властивості бензинів, паливну економічність і токсичність відпрацьованих газів, є 5%.

Крім того, можна з більш дешевого бензину А-92 отримувати більш дорогий – А-95. Для цього необхідно в бензин А-92 додавати 10% ДЕП. Отриманий бензин має октанові числа, які за моторним і дослідницьким методам випробувань, відповідає октановим числом бензину А-95. Цей висновок підтверджено економічним розрахунком. В результаті, якого вийшло, що при експлуатації автомобіля на суміші, що складається з бензину А-92 і ДЕП, замість бензину А-95, економія з 1000 кілометрів пробігу приблизно становить 260 гривень.

3.4 Висновки до розділу 3

Отже, в даному розділі були приведені практичні рекомендації щодо застосування присадок до бензинів для підвищення експлуатаційної надійності рухомого складу комунального некомерційного підприємства «Авторемонтна база закладів охорони здоров'я Вінницької обласної Ради». Так як в даній роботі, в експериментальній частині було проведено три різних експериментальних дослідження, то і в даному розділі були приведені три практичні рекомендації. А саме практичні рекомендації по застосуванню в якості присадок до бензинів добавки ФК-4, метанолу, етанолу, МТБЕ, води і ДЕП.

Для присадки ФК-4 були рекомендовані максимальне і мінімальне утримання ФК-4. По метанолу, етанолу, МТБЕ і воді були виявлені різні вуглеводневі сполуки, які мають максимальну прийомистість для цих компонентів. І, нарешті, для ДЕП була отримана оптимальна концентрація вмісту її в бензині А-92 з точки зору антидетонаційних властивостей, паливної економічності і токсичності відпрацьованих газів.

РОЗДІЛ 4

ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАПРОПОНОВАНИХ РІШЕНЬ

Проведемо відповідно економічну оцінку впливу ДЕП на паливну економічність, на токсичність відпрацьованих газів і на антидетонаційні властивості бензинів.

4.1 Економічна оцінка впливу ДЕП на паливну економічність

Економічну оцінку впливу ДЕП на паливну економічність оцінювали порівнянням вартості чистого товарного бензину А-95, що витрачається на 1000 кілометрів пробігу і вартості суміші товарного бензину А-95 відповідно 5 і 10% ДЕП, що витрачається також на 1000 кілометрів пробігу. Розрахунок цих вартостей проводили при трьох різних навантаженнях на колесах автомобіля, яка склала відповідно 250 Н, 350 Н і 550 нм.

Кількість чистого товарного бензину і кількість суміші товарного бензину з ДЕП, що витрачається автомобілем при пробігу 1000 км визначаємо за формулою

$$Q = \frac{G_T}{V_a \cdot \rho_T} \cdot 1000, \quad (4.1)$$

де, G_T – годинна витрата палива;

V_a – швидкість автомобіля, км/год, $V_a = 50$ км/год.

ρ_T – щільність палива, $\rho_T = \rho_{чб} = \rho_{см} = 0,78$ кг/л.

Вартість чистого товарного бензину, витраченого автомобілем при пробігу 1000 км визначали за формулою:

$$C_{чб} = Q \cdot C_{чб}, \quad (4.2)$$

де, $C_{чб}$ – ціна одного літра бензину А-95, $C_{чб} = 62$ грн.

Вартість суміші товарного бензину з ДЕП, що витрачається автомобілем при пробігу 1000 км визначали за формулою

$$C_{см} = Q_1 \cdot C_{чб} + Q_2 \cdot C_{ДЕП}, \quad (4.3)$$

де, $C_{ДЕП}$ – ціна одного літра ДЕП, $C_{ДЕП} = 25$ грн.;

Q_1 – кількість товарного бензину в аналізованій суміші;

Q_2 – кількість ДЕП у розглянутій суміші.

Кількість ДЕП і кількість товарного бензину в розглянутих сумішах визначали відповідно за формулами:

-для 5% ДЕП

$$Q_2 = 0,05 \cdot Q, \quad Q_1 = Q - Q_2, \quad (4.4)$$

-для 10% ДЕП

$$Q_2 = 0,1 \cdot Q, \quad Q_1 = Q - Q_2, \quad (4.5)$$

Розрахунки за формулами (4.1 - 4.5) наведені в таблиці 4.1.

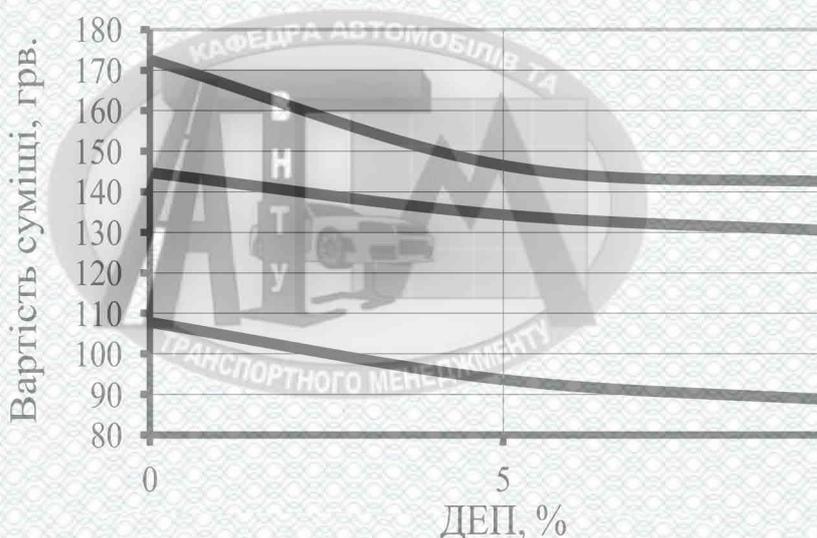
Таблиця 4.1 – Розрахунок вартості чистого товарного бензину і вартості суміші товарного бензину з ДЕП, витрачаються автомобілем при пробігу 1000 км.

Розрахункові параметри	Значення розрахованих параметрів при різних навантаженнях на колесах і при різному процентному вмісті ДЕП у бензині								
	250 Н			350 Н			550 Н		
	0% ^{1*}	5% ^{2*}	10% ^{3*}	0% ^{1*}	5% ^{2*}	10% ^{3*}	0% ^{1*}	5% ^{2*}	10% ^{3*}
Q , л/1000км	63,33	55,38	52,56	85,13	79,49	77,44	101,5	86,67	84,62
Q_1 , л/1000км	-	52,61	47,3	-	75,52	69,7	-	82,34	76,16
Q_2 , л/1000км	-	2,77	5,26	-	3,97	7,74	-	4,33	8,46
$C_{чб}$, грн	4070	-	-	4440	-	-	4720	-	-
$C_{см}$, грн	-	3930	3880,3	-	4340	4300	-	4460	4420
Примітка:									
3) Стандартний бензин А-92, без додавання ДЕП,									
4) Стандартний бензин А-92 з додаванням 5% ДЕП,									
3) Стандартний бензин А-92 з додаванням 10% ДЕП.									

Результати економічної оцінки впливу ДЕП на паливну економічність наведена на рисунку 4.1.

Як видно з результатів економічної оцінки впливу ДЕП на паливну економічність, застосування ДЕП в якості присадки до бензину А-95 економічно вигідно. Так як вартість витраченого автомобілем товарного бензину А-95 на 1000 кілометрів пробігу більше, ніж вартість суміші бензину АІ-95 з ДЕП, також витрачається при пробігу 1000 кілометрів. Причому зменшення вартості суміші відбувається зі збільшенням процентного вмісту ДЕП в бензині.

Тому можна зробити висновок, що стосовно паливної економічності з економічної точки зору найбільш вигідною концентрацією ДЕП в бензині є 10%.



- 1 – навантаження на колесах 250Н; 2 – навантаження на колесах 350Н;
3 – навантаження на колесах 550Н

Рисунок 4.1 – Залежність вартості суміші бензину А-95 з ДЕП, витрачається автомобілем при пробігу 100 кілометрів від процентного вмісту ДЕП у бензині при різних навантаженнях на колесах автомобіля

4.2 Економічна оцінка впливу ДЕП на токсичність відпрацьованих газів

Економічну оцінку впливу ДЕП на токсичність відпрацьованих газів оцінювали порівнянням питомого екологічного збитку в гривнях за годину роботи

автомобіля на чистому товарному бензині АІ-92 з питомою екологічним збитком в гривнях за годину роботи автомобіля на суміші товарного бензину АІ-92 і відповідно 5 і 10% ДЕП. Розрахунок цих збитків проводили при трьох різних навантаженнях на колесах автомобіля, яка склала відповідно 250 Н, 350 Н і 550 нм.

Питомий збиток визначали за формулою:

$$V = \gamma_3 \cdot d \cdot G \cdot \frac{M}{R}, \quad (4.6)$$

де, γ_3 – константа для переходу бальної системи в грошову, $\gamma_3 = 0,25$ грн·м²/у·кг;

d – безрозмірна константа, що залежить від географічного положення місцевості, $d = 1,0$;

G – показник відносної небезпеки забруднення, $G = 6$;

M – наведений часовий викид забруднювачів відпрацьованих газів, у·кг/ч;

R – коефіцієнт розбавлення викидів, м²/с.

Розрахунок коефіцієнта розведення викидів проводився за формулою

$$R = \frac{U}{2,5} \cdot (f \cdot h + 20), \quad (4.7)$$

де, U – середньорічне значення модуля швидкості вітру на рівні флюгера (10 м), $U = 2,5$ м/с;

f – безрозмірна константа, що враховує тепловий стан викидів, $f = 0,2$;

h – геометрична висота устя викиду над середнім рівнем забрудненої території, $h = 1$ м.

У формулі (4.8) наведений часовий викид забруднювачів відпрацьованих газів визначався по залежності.

$$M = \sum_{i=1}^n A_i \cdot m_i, \quad (4.8)$$

де, n – кількість забруднювачів, $n = 2$;

i – індекс забруднювача, (для CO $i = 1$, а для СН $i = 2$);

A_i – показник відносної агресивності, $A_1 = 1,0$, $A_2 = 2,5$;

m_i – маса годинникового викиду забруднювача, кг/год.

Масу годинного викиду забруднювача визначали за залежністю

$$m_i = 0,001 \cdot V_a \cdot Q_i, \quad (4.9)$$

де Q_i – маса викиду забруднювача, що припадає на один км пробігу, г/км.

Розрахунок маси викиду забруднювача що припадає на один кілометр пробігу проводили за формулою [26]

$$Q_i = \frac{1000}{22,4} \cdot M_i \cdot 0,01 \cdot X_i \cdot 0,01 \cdot \frac{\rho_T \cdot L_0}{\rho_B} \cdot Q \cdot \alpha, \quad (4.10)$$

де, M_i – молекулярна маса забруднювача, ($M_1 = 28$ г/моль, $M_2 = 86$ г/моль);

X_i – показання газоаналізатора, % (при шкалах, отградуированных в млн -1 , перевідний коефіцієнт 10000);

ρ_T – щільність палива, приведена до нормальних умов, $\rho_T = \rho_{чб} = \rho_{см} = 0,78$ кг/л; ρ_B – щільність повітря, приведена до нормальних умов, $\rho_B = 1,223$ кг/м³;

L_0 – стехіометричне кількість повітря, $L_0 = 15$ кг;

Q – розход палива, л/100 км;

α - коефіцієнт надлишку повітря, $\alpha = 1,0$

Розрахунок витрати палива в л/100 км. проводився по залежності

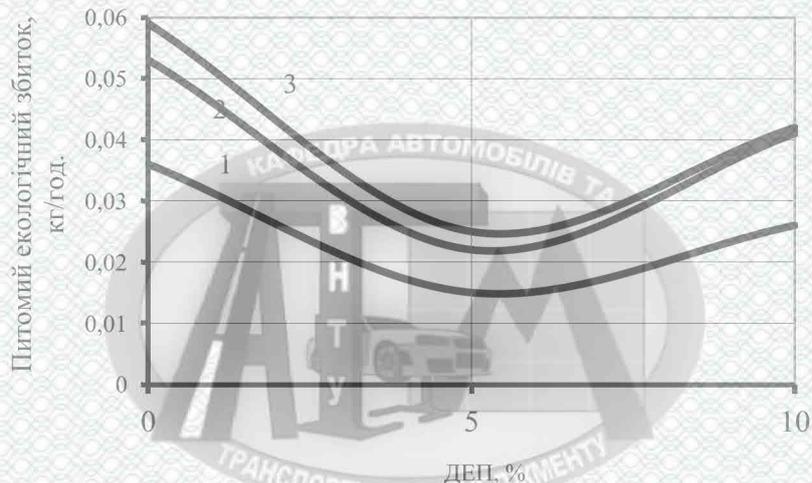
$$Q = \frac{G_T}{V_a \cdot \rho_T} \cdot 100, \quad (4.11)$$

Розрахунок по формулам (4.7 - 4.11) зведений в табл. 4.2.

Результати економічної оцінки впливу ДЕП на токсичність відпрацьованих газів наведені на рисунку 4.2.

Таблиця 4.2 – Розрахунок питомого екологічного збитку в гривнях за час від роботи автомобіля на бензині А-95 і від роботи на суміші, що складається з бензину А-95 і 10% при ДЕП різних навантажень на колесах

Розрх. параметри	Значення розрахованих параметрів при різних навантаженнях на колесах автомобіля і при різному процентному вмісті ДЕП у бензині								
	250 Н			350 Н			550 Н		
	0% ^{1*}	5% ^{2*}	10% ^{3*}	0% ^{1*}	5% ^{2*}	10% ^{3*}	0% ^{1*}	5% ^{2*}	10% ^{3*}
Q , л/100км	6,33	5,54	5,26	8,51	7,95	7,74	10,15	8,67	8,46
Q_1 , г/км	9,87	4	6,94	14,3	5,72	11,15	15,83	6,24	11,17
Q_2 , г/км	0,14	0,08	0,12	0,3	0,21	0,26	0,37	0,29	0,31
m_1 , кг/Г	0,49	0,2	0,35	0,72	0,29	0,56	0,79	0,31	0,56
m_2 , кг/Г	0,007	0,004	0,006	0,015	0,011	0,013	0,019	0,015	0,016
M , у*кг/Г	0,51	0,21	0,37	0,76	0,32	0,59	0,84	0,35	0,6
R , м ² /с	20,2								
V , грн/Г	0,036	0,015	0,026	0,053	0,022	0,041	0,059	0,025	0,042
Примітка:									
1) Стандартний бензин А-92, без додавання ДЕП.									
2) Стандартний бензин А-92, з додаванням 5% ДЕП.									
3) Стандартний бензин А-92 з додаванням 10% ДЕП.									



1 – навантаження на колесах 250Н; 2 – навантаження на колесах 350Н;
3 – навантаження на колесах 550Н

Рисунок 4.2 – Залежність питомого екологічного збитку в гривнях за годину від процентного вмісту ДЕП у бензині при різних навантаженнях на колесах

З результатів економічної оцінки впливу ДЕП на токсичність відпрацьованих газів видно, що при збільшенні концентрації ДЕП у товарному бензині А-92 до 5% відбувається зменшення питомого екологічного збитку в гривнях за годину. А при подальшому збільшенні концентрації домішки в бензині до 10% навпаки, відбувається збільшення питомого екологічного збитку. Ця залежність зміни питомого екологічного збитку від процентного вмісту ДЕП у бензині характерна для всіх навантажень на колеса автомобіля, при яких проводилися випробування.

Таким чином можна зробити висновки, що найбільш сприятливою концентрацією ДЕП у товарному бензині А-92, щодо токсичності відпрацьованих газів, з економічної точки зору, є 5%.

4.3 Порівняльно - вартісна оцінка застосування бензину А-95 і бензину А-92 з додаванням добавки ДЕП

Економічну оцінку впливу ДЕП на антидетонаційні властивості бензинів можна провести наступним чином. При додаванні 10% ДЕП у товарний бензин А-92 з октановим числом по дослідницькому методу 92,9 і з октановим числом по моторному методу 82,7 був отриманий бензин з октановим числом по дослідницькому методу 95,2 і по моторному методу 85. Ці октанові числа відповідають октановим числом товарного бензину АІ-95, вартість якого більше ніж вартість бензину А-92. Тому в автомобілях, в яких використовується бензин А-95 можна застосовувати більш дешевий бензин А-92 з додаванням 10% ДЕП.

Таким чином проведемо порівняльно – вартісну оцінку експлуатації автомобілів на бензині А-95 і бензині А-92 з додаванням 10% ДЕП. Тобто просто порівняємо вартість одного літра бензину А-95 і вартість одного літра суміші, що складається з бензину А-92 і 10% ДЕП.

Вартість одного літра товарного бензину А-95 становить 62,2 грн.

Для визначення вартості одного літра суміші, що складається з бензину А-92 і 10% ДЕП визначимо скільки в одному літрі цій суміші міститься бензину А-92 і ДЕП.

В одному літрі вихідної суміші міститься відповідно 0,1 літра ДЕП і 0,9 літра бензину А-92. Вартість одного літра суміші бензину А-92 і ДЕП визначимо за формулою (5.3). Після розрахунку за формулою (5.3) одержимо, що вартість одного літра цієї суміші склала 60 гривень, що менше вартості товарного бензину А-95 на 2,2 гривні. А якщо врахувати, що, наприклад, автомобіль BMW 318 в міському циклі в середньому витрачає 114 літрів на 1000 кілометрів пробігу, то отримаємо вигоду у 1250 гривень. Таким чином виходить, що застосування суміші товарного бензину А-92 і 10% ДЕП для автомобілів, які розраховані на експлуатацію на бензині А-95 економічно вигідно.

Як видно з результатів економічної оцінки застосування в якості присадки до автомобільного бензину А-92 добавки етанольних паливної (ДЕП) носить різнобічний характер. Щодо паливної економічності, чим більше концентрація ДЕП в бензині, тим менше вартість суміші бензину А-92 з ДЕП. Але при збільшенні концентрації ДЕП до 5% відбувається різке зниження вартості. При подальшому збільшенні концентрації ДЕП до 10% зниження вартості суміші відбувається, але не значно. Що ж стосується токсичності відпрацьованих газів, то зі збільшенням процентного вмісту ДЕП у бензині А-92 до 5% питомий екологічний збиток в гривнях за годину зменшується. При подальшому ж збільшенні концентрації ДЕП до 10% питома екологічний збиток, навпаки, починає зростати.

4.4 Висновки до розділу 4

Таким чином з точки зору паливної економічності і токсичності відпрацьованих газів найбільш оптимальною концентрацією ДЕП у бензині А-92 є 5%, як і за результатами експериментальних досліджень.

Що ж стосується антидетонаційних властивостей, то, щоб додаванням ДЕП в бензин А-92 отримати бензин А-95 – 5% ДЕП не достатньо. По-цьому, якщо необхідно з більш дешевого бензину А-92 отримати більш дорогий – А-95, то необхідно вихідний бензин додавати 10% ДЕП. Але при цьому токсичність відпрацьованих газів збільшиться і, отже, збільшиться питомий екологічний збиток.

ВИСНОВКИ

В роботі був проведений аналіз присадок до бензинів і впливу їх на якості бензинів для підвищення експлуатаційної надійності рухомого складу комунального некомерційного підприємства «Авторемонтна база закладів охорони здоров'я Вінницької обласної Ради». В другому розділі було детально розглянуто антидетонаційні присадки, а саме залізовмісні присадки на основі фероцену та його похідних, високооктанові кисневмісні компоненти до бензинів на основі спиртів і ефірів, а також вода, як антидетонаційна добавка до бензинів. Також у цьому ж розділі були менш докладно розглянуті антиокислювальні присадки, антикригові присадки і миючі присадки. А також їх вплив на якості бензину.

Потім були проведені експериментальні дослідження впливу добавок на якості бензинів і на експлуатаційні якості автомобілів. Так як ці дослідження повністю проводилися в лабораторії експлуатаційних матеріалів, то спочатку була детально описана ця лабораторія.

В експериментальній частині роботи були проведені дослідження антидетонаційних властивостей (α – гідроксіізопропіл)фероцену – присадки ФК-4 для автомобільних бензинів. У цій частині були вивчені вплив як чистої присадки ФК-4 на антидетонаційні властивості бензинів, так і спільно з аліфатичними спиртами, МТБЕ і ароматичними амінами. В результаті цих досліджень було виявлено, що присадка ФК-4 покращує антидетонаційні властивості бензинів. Спільна дія присадки ФК-4 та аліфатичних спиртів, ще більш краще покращують антидетонаційні властивості бензинів. Що стосується спільної дії присадки ФК-4 і МТБЕ, то ця суміш ефективно підвищує детонаційну стійкість бензинів, ніж у двох попередніх випадках. А спільна дія ФК-4 і ароматичних амінів не дало не якогось позитивного ефекту. Крім цього було встановлено, що максимальний вміст ФК-4, як октанопідвищуючих присадки в складі товарних автомобільних бензинів, не повинно перевищувати 0,02 %, а мінімальний вміст ФК-4, - 0,001 %.

Були проведені дослідження антидетонаційної ефективності метанолу, етанолу, МТБЕ і води до палив на основі парафінових і ароматичних вуглеводнів. В результаті цих досліджень було виявлено, які з цих сумішей мають кращу приємістість до перелічених компонентів. А саме було встановлено, що метанол, етанол і МТБЕ проявляють найбільшу антидетонаційну ефективність при додаванні до палив з досить чітко вираженим двох стадійним запалюванням (тобто до палив на основі парафінових та нафтових вуглеводнів), а вода — при додаванні до палив з підвищеною температурною чутливістю (тобто до палив на основі ароматичних і олефінових вуглеводнів). Зокрема, слід очікувати суттєвого покращення антидетонаційних властивостей низкоокта-нових бензинів при додаванні спиртів і МТБЕ. Вода може бути досить ефективним засобом покращення антидетонаційних властивостей більш високооктанових бензинів, що готуються головним чином з бензинів крекінгу і риформінгу.

У подальшому також було б доцільним провести дослідження впливу цих компонентів на інші властивості бензинів і на експлуатаційні якості автомобілів. Особливо представляє великий інтерес до вивчення спільної дії цих компонентів на властивості бензинів. І на підставі таких досліджень спробувати визначити найбільш оптимальний склад суміші, яка б володіла найкращими показниками.

Проведені дослідження впливу ДЕП на антидетонаційні властивості бензинів, на паливну економічність і токсичність відпрацьованих газів. А саме було досліджено, як впливає процентний вміст ДЕП в бензині на його детонаційну стійкість, витрата палива і токсичність відпрацьованих газів. І було виявлено, що з урахуванням всіх цих показників найбільш оптимальною концентрацією ДЕП у бензині А-92 є 5%. Крім цього був розроблений спосіб отримання бензину А-95 бензину А-92 додаванням 10% ДЕП.

Була проведена економічна оцінка впливу ДЕП на паливну економічність, токсичність відпрацьованих газів, а також проведено порівняльно-вартісна оцінка застосування бензину А-95 і бензину А-92 з додаванням добавки ДЕП. Ця оцінка підтвердила, що найбільш оптимальною концентрацією ДЕП у бензині А-92 є 5%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кужель В.П. Види присадок та варіанти модифікації складу автомобільного палива / В.П. Кужель, В.В. Слободян, Р.Д. Шонік // Матеріали XVIII міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту», 20-22 жовтня 2025 року: збірник наукових праць [Електронний ресурс] / Міністерство освіти і науки України, Вінницький національний технічний університет [та інш.]. – Вінниця: ВНТУ, 2025. – С. 262 – 264 (PDF, 536 с.). ISBN 978-617-8163-71-6 (PDF).
2. Біліченко В.В. Методичні вказівки до виконання магістерських кваліфікаційних робіт для студентів спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» / Уклад. В.В. Біліченко, С.В. Цимбал, В.П. Кужель. – Вінниця : ВНТУ, 2023. – 90 с.
3. Опис та структура підприємства [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://vinrada.gov.ua/upload/files/KomunVI/ogoloshennya/Baza.pdf>
4. Управління спільної комунальної власності територіальних громад Вінницької області. Комунальна установа „Авторемонтна база закладів охорони здоров'я” [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://uskv.vn.ua/okv/okv83/1okv83.html>
5. Волошина М.А. Розробка режимів для технічного обслуговування транспортних машин на основі діагностичної інформації – Дис. к.т.н. – Харків 2001 – 151с.
6. Біліченко В.В. Моделювання технологічних процесів підприємств автомобільного транспорту : Навчальний посібник / В.В. Біліченко, В. П. Кужель. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 162 с.
7. Бідняк М. Н. Виробничі системи на транспорті: теорія і практика. Монографія / М. Н. Бідняк, В. В Біліченко. – Вінниця: УНІВЕРСУМ – Вінниця, 2006 – 176 с.
8. Редзюк А.М. Вдосконалення управління автомобільним транспортом // Автошляховик України / Редзюк А.М. – К., 2005. - №2.- С.3-8.

9. Буренніков Ю.Ю. Економіка транспорту: навчальний посібник / Ю.Ю. Буренніков – Вінниця: ВНТУ, 2019 – 121 с.

10. Воркут А.І. Комплексні транспортні проблеми як поле діяльності відділення «Автомобільний транспорт та інтегровані системи» // / Воркут А.І. Вісник НТУ та Транспортної Академії України.- К., 2002.- Вип. 6. – С. 53-58.

11. Рудзінська О.В. До аналізу застосування статичних методів при визначенні якості послуг в автотранспортній галузі / Рудзінська О.В. // Автошляховик України. – К., 2003.- №5. - С.10-11.

12. Марков О.Д. Шляхи вирішення основних проблем автосервісу в Україні / Марков О.Д., Дубовой В.В. // Автошляховик України. – К., 2005.- №1.- С.19-21.

13. Технологічне проектування підприємств автосервісу: Навчальний посібник / За ред. І. П. Курнжова - К.: Видавництво «Іван Федоров», 2003. – 262с.

14. Березюк О. В. Охорона праці. Підсумкова державна атестація спеціалістів, магістрів в галузях електроніки, радіотехніки, радіоелектронних апаратів та зв'язку : навчальний посібник / О. В. Березюк, М. С. Лемешев. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 104 с.

15. Кашканов А.А. Економіка підприємств автомобільного транспорту. Навчальний посібник / Кашканов А.А., Ребедайло В.М. – Вінниця: ВДТУ, 2004. - 116 с.

16. Кужель В.П. Основи ліцензування та сертифікації на автомобільному транспорті : навчальний посібник / В.П. Кужель, А.А. Кашканов – Вінниця : ВНТУ, 2018 – 121 с.

17. Левковець П.Р. Управління автомобільним транспортом. Навчальний посібник. За редакцією Д.В. Зеркалова / Левковець П.Р., Зеркалов Д.В. Мельниченко О.І., Казаченко О.Г. – К.: Арістей, 2006.– 416 с.

18. Організація виробничих процесів на транспорті в ринкових умовах / Канарчук В. Є., Лудченко О. А., Барилевич Л. П., Бойко Г. Ф. та ін. – К.: Логос, 1996. – 348 с.

19. Кукурудзяк Ю.Ю. Метод автоматизованого діагностування системи запалювання та системи керування автомобільним двигуном. Монографія / Кукурудзяк Ю.Ю., Ребедайло В.М. – Вінниця: ВНТУ, 2010. – 143 с.

20. Правила охороні праці на автомобільному транспорті // Державний комітет України по нагляду за охороною праці; Державний нормативний акт про охорону праці. – Київ, 1997.

21. Форнальчик Є.Ю. Експлуатація і обслуговування машин. Конспект лекцій / Форнальчик Є.Ю. – Львів, 2005. – 145 с.

22. Колісні транспортні засоби. Вимоги безпеки до технічного стану та методи контролю: ДСТУ 3649:2008 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.insat.org.ua/files/project/dstu_3649 (дата звернення 27.11.2024). — Назва з екрана.

23. Біліченко В.В. Основи технічної діагностики колісних транспортних засобів: навчальний посібник / В.В. Біліченко, В.Л. Крещенецький, Ю.Ю. Кукурудзяк, С.В. Цимбал. – Вінниця: ВНТУ – 2010. – 132 с.

24. Троценко О. В. Поліфункціональні присадки до паливно-мастильних матеріалів / О. В. Троценко, А. Б. Григоров, В. М. Назаров [та ін.] // Вуглехімічний журнал = Journal of coal chemistry. – 2021. – № 5. – С. 38-44.

25. Галушак О.О. Покращення показників автобусів комунального підприємства “Вінницька транспортна компанія” використанням суміші палив / Галушак О.О., Галушак Д.О., Кужель В.П., Паулюкас Арвідас // Матеріали XI-ої міжнародної науково-технічної інтернет - конференції «Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту», 13-14 квітня 2023 року: збірник наукових праць [Електронний ресурс] / Міністерство освіти і науки України, Вінницький національний технічний університет [та інш.]. – Вінниця: ВНТУ, 2023. – С. 95 – 97.

26. Грицук І. В. Удосконалення методу визначення витрати палива транспортного засобу, працюючого на альтернативному паливі / І. В. Грицук, В. П. Волков, Д. С. Погорлецький, В. П. Кужель, Т. В. Волкова // Вісник машинобудування та транспорту 1(17) 2023 - С. 30-38. DOI <https://doi.org/10.31649/2413-4503-2023-17-1-30-38>.



Вінницький національний технічний університет
Факультет машинобудування та транспорту

Кафедра АТМ

**«Підвищення експлуатаційної надійності рухомого складу
комунального некомерційного підприємства «Авторемонтна
база закладів охорони здоров'я Вінницької обласної Ради»
шляхом модифікації складу палива»**

Ілюстративна частина до магістерської кваліфікаційної роботи
зі спеціальності 274 – Автомобільний транспорт

Виконав: здобувач 2-го курсу,
групи 1АТ-24м _____ **Руслан ШОНІК**

Керівник: к.т.н., доцент каф. АТМ
_____ **Володимир КУЖЕЛЬ**

Вінниця - 2025

Актуальність теми.

В роботі було проведено поліпшення антидетонаційні властивості бензинів за рахунок застосування різних перспективних присадок. Визначена класифікація присадок за головним призначенням (властивістю): в'язкісні, які покращують індекс в'язкості (модифікатори індексу в'язкості, депресанти); присадки, які покращують мастильні властивості (модифікатори тертя, антифрикційні, фрикційні, протизносні, протизадирні); антиокислювальні; антикорозійні (інгібітори корозії); миючі (детергенти) та антипінні присадки.

Мета роботи: підвищення експлуатаційної надійності рухомого складу комунального некомерційного підприємства «Авторемонтна база закладів охорони здоров'я» Вінницької обласної Ради шляхом модифікації складу палива.

Об'єкт дослідження: процес пошуку оптимального обсягу додавання присадок для модифікації складу палива.

Предметом дослідження є вплив присадок до палива на екологічні та економічні показники автомобілів з бензиновими двигунами

В роботі поставлені наступні завдання:

- виконати науково-технічне обґрунтування необхідності підвищення експлуатаційної надійності рухомого складу комунального некомерційного підприємства «Авторемонтна база закладів охорони здоров'я» Вінницької обласної Ради»;
- проаналізувати властивості бензинів та присадок до них, вплив присадок на склад та якість модифікованих палив;
- провести дослідження впливу присадок на склад, якість бензинів і експлуатаційні якості рухомого складу комунального некомерційного підприємства «Авторемонтна база закладів охорони здоров'я Вінницької обласної Ради»
- визначити ефективність запропонованих рішень.

Новизна одержаних результатів:

Дістали подальшого розвитку методи підвищення експлуатаційної надійності рухомого складу шляхом обґрунтування оптимального обсягу додавання присадок для модифікації складу палива і визначення впливу на паливну економічність, на токсичність відпрацьованих газів і на антидетонаційні властивості бензинів.

Апробація результатів роботи. Проміжні результати досліджень доповідалися й обговорювалися на XVIII міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту», 20-22 жовтня 2025 року. – Вінниця.

на XVIII міжнародну науково-практичну конференцію
«СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ
АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ»

*Присвячено дню працівників автомобільного транспорту
і дорожнього господарства*

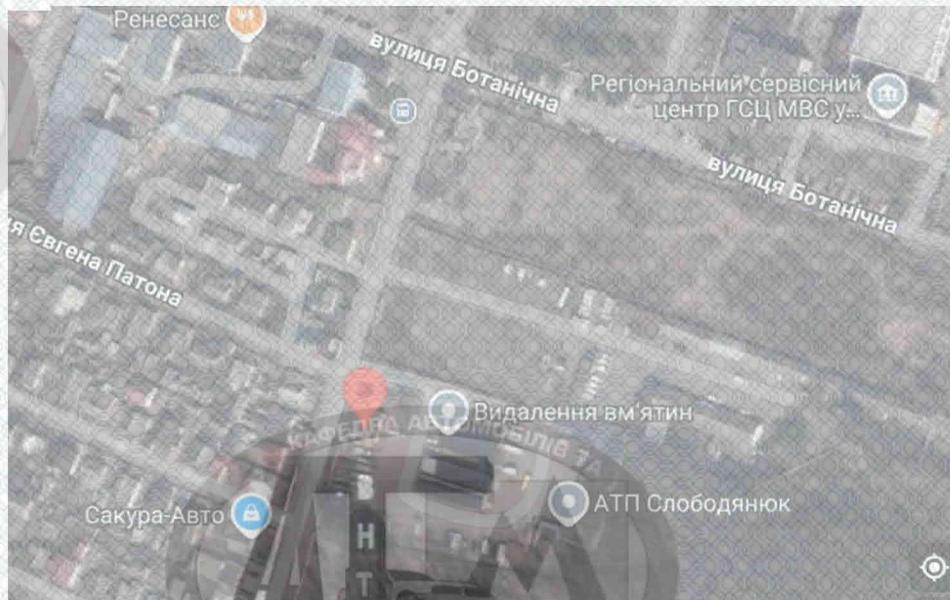


20 – 22 жовтня 2025 р.

69. Кужель В.П., Слободян В.В., Шонік Р.Д. Види присадок та варіанти модифікації складу автомобільного палива. *Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Україна.*
70. Кукурудзяк Ю.Ю., Калашніков В.О., Поліщук А.П. Особливості діагностування автомобільних мехатронних систем. *Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Україна.*
71. Кульова Д.О., Аулін В.В., Рубан О.Є. Інтелектуалізація процесу перевезення небезпечних вантажів автомобільним транспортом на основі абстрактного моделювання транспортних процесів. *Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький, Україна.*

Публікації. Кужель В.П. Види присадок та варіанти модифікації складу автомобільного палива / В.П. Кужель, В.В. Слободян, **Р.Д. Шонік** // Матеріали XVIII міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту», 20-22 жовтня 2025 року: збірник наукових праць [Електронний ресурс] / Міністерство освіти і науки України, Вінницький національний технічний університет [та інш.]. – Вінниця: ВНТУ, 2025. – С. 262 – 264 (PDF, 536 с.). ISBN 978-617-8163-71-6 (PDF)

Місце розташування та відомість комунального некомерційного підприємства



Назва показника	Значення
Форма власності	Комунальна власність
Юридичний статус	Юридична
Форма фінансування	Госпрозрахунок (обласний бюджет)
Право на зовнішньоекономічну діяльність	Не має права
Орган реєстрації	Вінницька обласна Рада
Керівник:	Директор - Юрій Юрійович Коцюбський. Дата призначення: 19 березня 2025 року. тел.: +38 (0432) 562226
Ідентифікаційний код	21724802

Базова матриця SWOT – аналізу діяльності комунального некомерційного підприємства «Авторемонтна база закладів охорони здоров'я Вінницької обласної Ради»

Сильні сторони (S) 1	Слабкі сторони (W) 2
<p>S1. Специфічна діяльність з обслуговування автомобілів закладів охорони здоров'я</p> <p>S2. Повна відсутність конкурентів на ринку</p> <p>S3. Наявність достатньої кількості спеціального рухомого складу для обслуговування</p> <p>S4. Відповідна забезпеченість виробничими площами та обладнанням</p> <p>S5. Наявність власної ремонтної бази, великої майстерні для ремонту автомобілів закладів охорони здоров'я</p> <p>S6. Наявність клієнтів, які користуються послугами лише цього підприємства</p> <p>S7. Досвід роботи на ринку понад 45 років</p> <p>S8. Приріст автомобілів для обслуговування за рахунок оновлення рухомого складу закладами охорони здоров'я</p>	<p>W1. Досить зношене, застаріле обладнання, відсутність ресурсо- та енергозберігаючих технологій</p> <p>W2. Значна частина рухомого складу морально застаріла і фізично зношена або близька до цього</p> <p>W3. Адміністративно - господарське підпорядкування Вінницькій обласній Раді</p> <p>W4. Простір деяких площ виробничо-складських приміщень (до 20%)</p> <p>W5. Недостатня мотивація персоналу (низький рівень заробітної плати та соціального забезпечення)</p> <p>W6. Необхідність вкладання коштів в заміну обладнання</p> <p>W7. Відсутність мотивації в покращенні якості послуг з боку працівників</p>
Можливості (O)	Загрози (T)
<p>O1. Зростання числа клієнтів, за рахунок розвитку і оновлення транспорту лікувальних закладів, створення нових підрозділів (медицина катастроф)</p> <p>O2. Відсутність конкурентів на ринку послуг, що надаються</p> <p>O3. Вихід на новий рівень надання послуг, впровадження нових технологій</p> <p>O4. Розширення переліку послуг</p> <p>O5. Наявність на ринку підприємств які не мають ремонтної бази</p> <p>O6. Наявність попиту на послуги з ремонту спеціального рухомого складу</p> <p>O7. Виділення державних коштів, відновлення довгострокового кредитування</p>	<p>T1. Війна, ріст цін на паливно-мастильні матеріали, енергетичні ресурси</p> <p>T2. Погіршення виробничих потужностей та платоспроможності державних установ</p> <p>T3. Необхідність значних капіталовкладень в реконструкцію обладнання для ТО і Р</p> <p>T4. Неприятлива політика уряду, недостатність фінансування комунальних підприємств</p> <p>T5. Створення більшої кількості приватних медичних закладів з власним транспортом, який обслуговується окремо</p> <p>T6. Підвищення вимог державних установ до послуг, що надаються, якості води</p> <p>T7. Вихід на ринок потужних компаній в галузі охорони здоров'я</p>

Стратегії, розроблені на основі даних SWOT-аналізу

Стратегії виду SO	Стратегії виду WO
<p>1</p> <p>SO1: S1 S2 O1 O2 - Зростання парку автомобілів в закладах охорони здоров'я (Citroen <u>Jumpet</u>, Jaci і нші) при відсутності потужних конкурентів забезпечить подальший розвиток підприємства, завантаженість технологічного обладнання та виробничих площ</p> <p>SO2: S2 S3 S4 O2 O3 O4 - Забезпеченість виробничими площами та обладнанням, відсутність потужних конкурентів, підвищення тарифів дозволить вийти на новий рівень надання послуг, впровадження сучасних технологій.</p> <p>SO3: S5 S6 O5 O6 - Наявність власної ремонтної бази, спеціалістів, дасть змогу задовольнити існуючий попит на послуги з ремонту спеціального рухомого складу</p> <p>S7 S8 O7 O8 - Виділення державних коштів, відновлення довгострокового кредитування на оновлення рухомого складу в закладах охорони здоров'я, змогу забезпечити збільшення автомобілів, що обслуговуються</p>	<p>2</p> <p>WO1: W2 O1 O2 - Відсутність потужних конкурентів, розширення та оновлення парку спеціальних автомобілів клієнтів забезпечать завантаженість технологічного обладнання, ремонтної бази</p> <p>WO2: W1 W5 W6 O4 O7- Підвищення кваліфікації, мотивації персоналу, оновлення, вдосконалення обладнання дасть змогу скористатись збільшенням рухомого складу в закладах охорони здоров'я</p>
<p>Стратегії виду ST</p> <p>ST1: S1 S4 S5 T1 T2 T8 - Специфічна діяльність з обслуговування спеціальних санітарних автомобілів з наявністю всього необхідного устаткування, відсутність конкурентів, наявність довгострокових договорів з державними установами дозволить підприємству працювати при рості цін на паливно-мастильні матеріали, погіршенні платоспроможності клієнтів</p> <p>ST2: S7 S8 T5 T6 T7 - Досвід роботи та репутація на ринку, відсутність конкурентів дозволить мінімізувати небезпеки від виходу на ринок потужних компаній конкурентів в галузі охорони здоров'я з значним власним капіталом</p>	<p>Стратегії виду WT</p> <p>WT1: W1 W2 T2 - Вибір вірного курсу на оновлення обладнання, встановлення обґрунтованого рівня цін дозволять вистояти при погіршенні виробничих потужностей та платоспроможності клієнтів, рості цін на паливно-мастильні матеріали та при можливій появі нових конкурентів</p>

Основні показники якості автомобільних бензинів

Назва показника	Значення для марок				
	A-76	A-80	A-92	A-95	A-98
1 Щільність при температурі 20°C, кг/м ³ , в межах	700-760	700-760	725-780	725-780	725-780
2 Детонаційна стійкість:					
- октанове число за дослідницьким методом, не менше	-	80,0	92,0	95,0	98,0
- октанове число за моторним методом, не менше	76,0	76,0	82,5	85,0	88,0
3 Фракційний склад:					
- температура початку перегонки, °C, не нижче	30	30	30	30	30
- 10% переганяються при температурі, °C, не вище	75	75	75	75	75
- 50% переганяються при температурі, °C, не вище	120	120	120	120	120
- 90% переганяються при температурі, °C, не вище	190	190	190	190	190
- кінець кипіння, °C, не вище	215	215	215	215	215
- залишок у колбі, %, не більше	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
- залишок і втрати, %, не більше	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
4 Тиск насичених парів бензину, кПа, не більше	79,9	79,9	79,9	79,9	79,9
5 Кислотність, мг КОН на 100 см ³ бензину, не більше	3	3	3	3	3
6 Концентрація фактичних смол, мг на 100 см ³ бензину, не більше:					
- на місці виробництва	5	5	5	5	5
- на місці споживання	10	10	10	10	10
7 Індукційний період бензину на місці виробництва, хв., не менше	360	360	360	360	360

Основні показники якості автомобільних бензинів

Назва показника	Значення для марок				
	A-76	A-80	A-92	A-95	A-98
8 Масова частка сірки, %, не більше	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
9 Випробування на мідній пластині	Витримує				
10 Наявність водорозчинних кислот і лугів	відсутні				
11 Наявність механічних домішок і води	відсутні				
12 Колір	Безбарвний або блідо-жовтий				
13 Концентрація свинцю на 1 дм ³ бензину, не більше	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013
14 Сумарний вміст ароматичних вуглеводнів, %, не більше	42	42	45	45	48
15 Масова частка бензолу, %, не більше	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
16 Масова частка кисню, %, не більше	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7
17 Масова частка кисневмісних сполук, %, не більше:					
- метанолу	3	3	3	3	3
- етанолу	5	5	5	5	5
- ізопропілового спирту	10	10	10	10	10
- ізобутилового спирту	10	10	10	10	10
- третбутилового спирту	7	7	7	7	7
- простих ефірів	15	15	15	15	15
- інші кисневмісні сполуки з температурою кипіння не вище 210°C	10	10	10	10	10

**Результати статистичних досліджень якості бензинів,
що пройшли випробування в лабораторії**

Роки	2023	2024	2025
Бензин А-92			
Кількість проведених випробувань	10	22	9
Якісні бензини, %	70	75	80
Неякісні бензини, %	30	25	20
Бензин А-95			
Кількість проведених випробувань	10	54	16
Якісні бензини, %	70	80	81
Неякісні бензини, %	30	20	19
Бензин А-98			
Кількість проведених випробувань	4	8	4
Якісні бензини, %	75	78	80
Неякісні бензини, %	25	22	20

Опис проблеми поліпшення якості бензинів та шляхи її вирішення

Проблема

Поліпшення якості бензинів і експлуатаційних властивостей автомобілів

Шляхи

вирішення

Вдосконалення
конструкції двигунів

Реконструкція діючих
і створення нових
технологічних процесів
в нафтопереробці,
спрямованих на підви-
щення якості бензинів

Застосування різних
добавок і присадок,
дозволяючих покращува-
ти якість бензинів і
експлуатаційні властиво-
сті автомобилей

Ці шляхи вирішення пов'язані з серйозною реконструкцією підприємств машинобудування і нафтопереробних заводів, що вимагає тривалого періоду, залежить від рівня капіталовкладень в зазначеній галузі промисловості. У сформованій в Україні економічній ситуації ці рішення не динамічні.

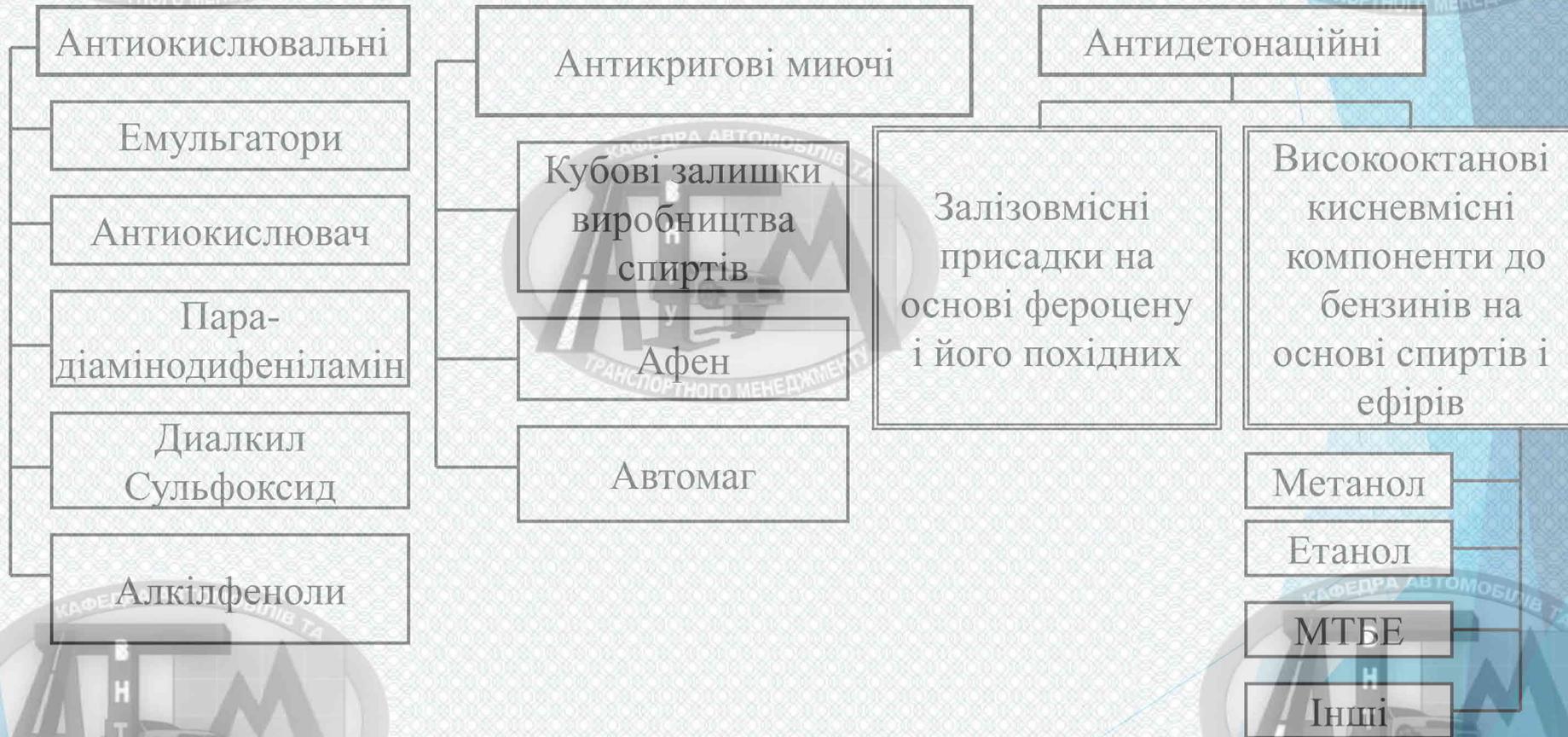
Цей шлях вирішення проблеми не вимагає значних капіталовкладень у якісь галузі промисловості і тривалих для періодів його впровадження. І отже є найбільш динамічним.

Загальні властивості бензинів

Властивості	Показники
Середній елементарний склад, %:	
С	85
Н	15
S	До 0,05
O+N	До 0,02
Середня хімічна формула	C_8H_{18}
Молекулярна маса	100 - 120
Кінематична в'язкість при 20°C, мм ² /с. (сСт)	0,75 - 0,8
Поверхневий натяг на межі бензин-повітря при 760 мм. рт. ст., кН/м, при:	21,5 - 22,5
10°C	
20°C	20,5 - 21,0
30°C	19,7 - 20,2
40°C	19,0 - 19,2
Теплоємність, кДж/кг•град, при:	1,953
0°C	
20°C	2,032
60°C	2,221
100°C	2,338
140°C	2,493
180°C	2,652

Властивості	Показники
Теплопровідність, кДж/м•ч•град, при:	0,434
0°C	
50°C	0,398
Теплота випаровування при температурі кипіння, кДж/кг	293 - 314
Розчинність води в бензинах, %, при:	0,0210
30°C	
20°C	0,0135
10°C	0,0070
0°C	0,0035
-10°C	0,0020
-20°C	0,0010
Температура застигання, °C	Ниже -80
Температура спалаху, °C	-50...-30
Температура самозаймання, °C	255 - 475
Температура кипіння при 760 мм. рт. ст., °C (межі)	35 - 205
Нижча теплота згоряння, кДж/кг	43995 - 44414
Теплота згоряння суміші, кДж/м ³ , при 0°C и 760 мм. рт. ст., при:	3729 - 3771
$\alpha = 1,0$	
$\alpha = 1,1$	3352 - 3436
$\alpha = 1,2$	3080 - 3143

Класифікація присадок для модифікації палив



Властивості високооктанових кисневмісних сполук, в якості присадок до палив

Показники	Ме-танол	Ета-нол	ИПС	ТБС	ВБС	МТБЕ	МТАЕ
Температура кипіння, °С	64,6	78,5	82,4	82,6	99,5	55,4	86,3
Щільність, кг/м ³	790	790	780	780	800	740	770
Молекулярна маса	32,04	46,1	60,09	74,1	74,1 2	88,15	102,18
Масова частина, %	50	34,7	26,6	21,6	21,6	18,2	15,7
Теплота сгорання, кДж/кг.	22707	269 45	3330 0	3559 0	3569 0	38220	39392
Теплота випаровування, кДж/кг.	1104	839	666	536	562	337	326
Температура спалаху, °С	6,5	12	13	11	24	-28	-
Розчинність у воді при 20°С, % (по масі)					36,9	1,3	0,6
Масова частина води в азеотропі, %	-	4,4	12,3	11,8	27,3	3,2	9,0

Показники	Ме-танол	Ета-нол	ИПС	ТБС	ВБС	МТБЕ	МТАЕ
Азеотроп з водою, температура кипіння, °С (при атмосферному тиску)	Отсутствует	78,2	80,5	79,9	87,5	52,2	73,8
Октанове число (дослідницький метод)	122	121	117	106	108	115	108
Октанове число (моторний метод)	93	97	95	94	91	97	96
Октановий індекс змішування	107	109	106	100	99	106	102
Максимально допустима об'ємна частка в автобензині, %	3	5	10	7	10	15	15

Результати дослідження антидетонаційної ефективності товарного бензину А-92 з додаванням добавки ДЕП

Вміст досліджуваних сумішей	Октанове число досліджуваних сумішей	
	за моторним методом	за дослідницьким методом
А-92	82,7	93,9
А-92+5% ДЕП	83,6	94,4
А-92+10% ДЕП	85	95,2

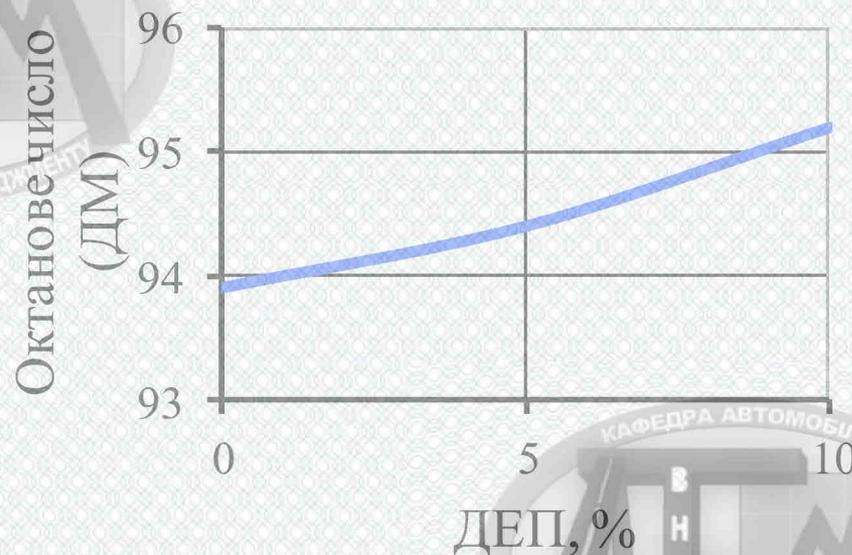
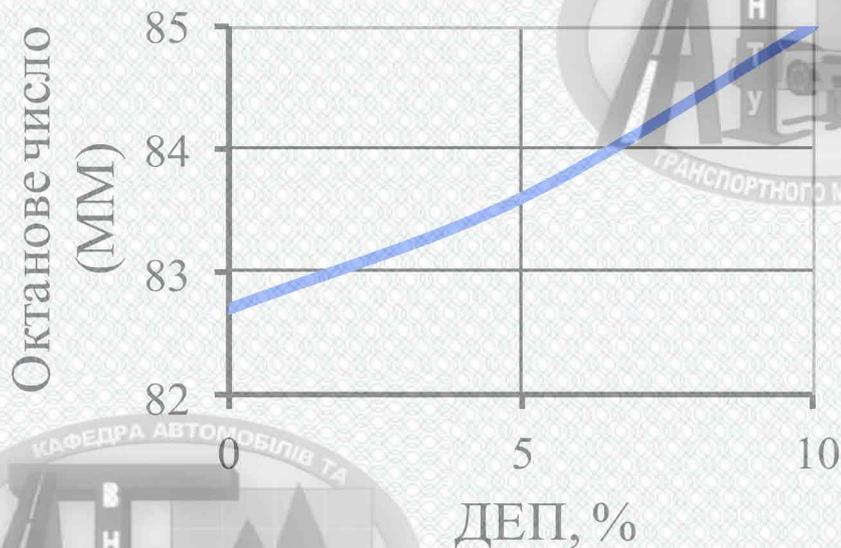
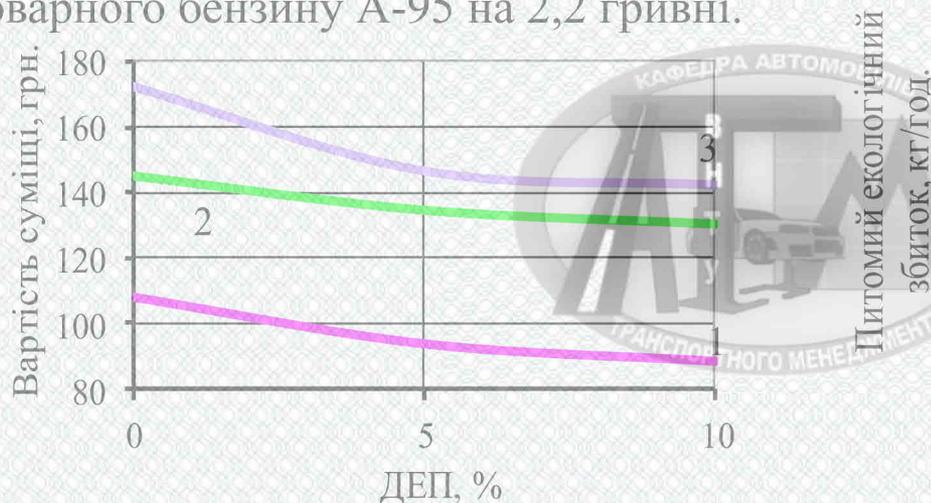


Рисунок 1 - Залежність октанового числа бензину А-92 за моторним і дослідницьким методами від відсоткового вмісту в ньому ДЕП

Економічна оцінка результатів експериментальних досліджень

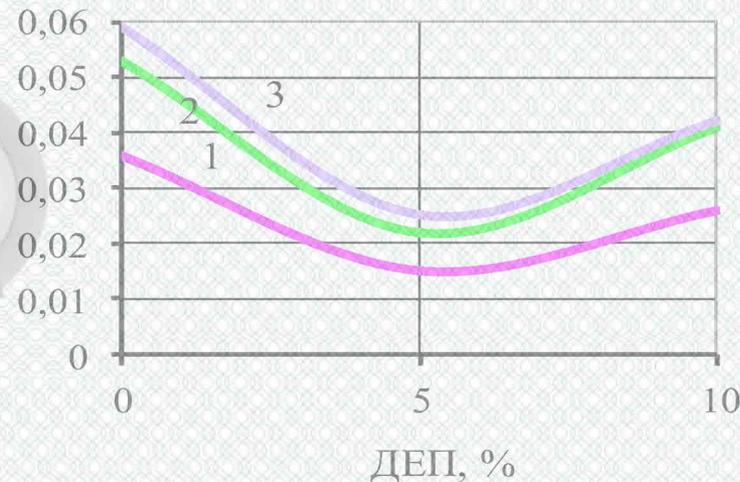
Вартість одного літра товарного бензину А-95 становить 62,2 грн.

Визначимо вартість одного літра суміші, що складається з бензину А-92 і 10% ДЕП визначимо скільки в одному літрі цій суміші міститься бензину А-92 і ДЕП. В одному літрі вихідної суміші міститься відповідно 0,1 літра ДЕП і 0,9 літра бензину А-92, одержимо, що вартість одного літра цієї суміші склала 60 гривень, що менше вартості товарного бензину А-95 на 2,2 гривні.



1 - навантаження на колеса 250 Н; 2 - навантаження на колеса 350 Н; 3 - навантаження на колеса 550 Н

Рисунок 1 - Залежність вартості суміші бензину А-92 з ДЕП, що витрачається автомобілем при пробігу 100 кілометрів, від процентного вмісту ДЕП у бензині при різних навантаженнях на колесах автомобіля



1 - навантаження на колеса 250 Н; 2 - навантаження на колеса 350 Н; 3 - навантаження на колеса 550 Н

Рисунок 2 - Залежність питомого екологічного збитку в гривнях за годину від процентного вмісту ДЕП у бензині при різних навантаженнях на колесах

Рекомендації щодо застосування присадок до бензинів

Практичні рекомендації щодо застосування добавки ФК-4:

- максимальний вміст ФК-4 як октанопідвищуючої присадки в складі товарних автомобільних бензинів не повинен перевищувати 0,02 %;
- мінімальний вміст ФК-4, рівне 0,001 %, виключає утворення вуглецевих нагарів, що мають місце при згорянні бензину, до складу яких входить більше 50 % ароматичних вуглеводнів, або в разі застосування октанопідвищуючих присадок типу N-метиланіліна (АДА) в концентраціях 1,5 - 2 % і більш

Практичні рекомендації щодо застосування метанолу, етанолу, МТБЕ і води до бензинів на основі парафінових і ароматичних вуглеводнів:

- метанол, етанол і МТБЕ проявляють найбільшу антидетонаційну ефективність при додаванні до палив з досить чітко вираженим двостадійним запалюванням (тобто до палив на основі парафінових та нафтонових вуглеводнів), а вода — при додаванні до палив з підвищеною температурною чутливістю (тобто до палив на основі ароматичних і олефінових вуглеводнів). Зокрема, слід очікувати суттєвого покращення антидетонаційних властивостей низькооктанових бензинів при додаванні спиртів і МТБЕ. Вода може бути досить ефективним засобом покращення антидетонаційних властивостей більш високооктанових бензинів, що готуються головним чином з бензинів крекінгу і риформінгу.

Практичні рекомендації по застосуванню ДЕП:

- оптимальною концентрацією ДЕП у бензині, з урахуванням впливу ДЕП на антидетонаційні властивості бензинів, паливну економічність і токсичність відпрацьованих газів, є 5%.

Основні висновки по роботі

- ▶ В експериментальній частині роботи були проведені дослідження антидетонаційних властивостей (α – гідроксіізопропіл) фєроцену – присадки ФК-4 для автомобільних бензинів. У цій частині були вивчені вплив як чистої присадки ФК-4 на антидетонаційні властивості бензинів, так і спільно з аліфатичними спиртами, МТБЕ і ароматичними амінами. В результаті цих досліджень було виявлено, що присадка ФК-4 покращує антидетонаційні властивості бензинів. Спільна дія присадки ФК-4 та аліфатичних спиртів, ще більш краще покращують антидетонаційні властивості бензинів. Що стосується спільної дії присадки ФК-4 і МТБЕ, то ця суміш ефективно підвищує детонаційну стійкість бензинів, ніж у двох попередніх випадках. А спільна дія ФК-4 і ароматичних амінів не дало не якогось позитивного ефекту. Крім цього було встановлено, що максимальний вміст ФК-4, як октанопідвищуючих присадки в складі товарних автомобільних бензинів, не повинно перевищувати 0,02 %, а мінімальний вміст ФК-4, - 0,001 %.
- ▶ Були проведені дослідження антидетонаційній ефективності метанолу, етанолу, МТБЕ і води до палив на основі парафінових і ароматичних вуглеводнів. Проведені дослідження впливу ДЕП на антидетонаційні властивості бензинів, на паливну економічність і токсичність відпрацьованих газів. А саме було досліджено, як впливає процентний вміст ДЕП в бензині на його детонаційну стійкість, витрата палива і токсичність відпрацьованих газів. І було виявлено, що з урахуванням всіх цих показників найбільш оптимальною концентрацією ДЕП у бензині А-92 є 5%. Крім цього був розроблений спосіб отримання бензину А-95 бензину А-92 додаванням 10% ДЕП.
- ▶ Була проведена економічна оцінка впливу ДЕП на паливну економічність, токсичність відпрацьованих газів, а також проведено порівняльно-вартісна оцінка застосування бензину А-95 і бензину А-92 з додаванням добавки ДЕП. Ця оцінка підтвердила, що найбільш оптимальною концентрацією ДЕП у бензині А-92 є 5%.

ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Назва роботи: Підвищення експлуатаційної надійності рухомого складу комунального некомерційного підприємства «Авторемонтна база закладів охорони здоров'я Вінницької обласної Ради» шляхом модифікації складу налива

Тип роботи: магістерська кваліфікаційна робота

Підрозділ кафедра автомобілів та транспортного менеджменту

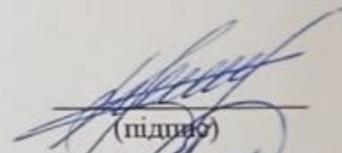
Коефіцієнт подібності текстових запозичень, виявлених у роботі системою StrikePlagiarism (КПІ) 10,5 %

Висновок щодо перевірки кваліфікаційної роботи (відмітити потрібне)

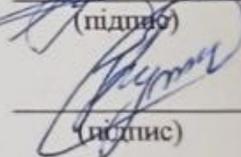
- Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак академічного плагіату, фабрикації, фальсифікації. Роботу прийняти до захисту
- У роботі не виявлено ознак плагіату, фабрикації, фальсифікації, але надмірна кількість текстових запозичень та/або наявність типових розрахунків не дозволяють прийняти рішення про оригінальність та самостійність її виконання. Роботу направити на доопрацювання.
- У роботі виявлено ознаки академічного плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень. Робота до захисту не приймається.

Експертна комісія:

Цимбал С.В., завідувач кафедри АТМ
(прізвище, ініціали, посада)


(підпис)

Кужель В.П., доцент кафедри АТМ
(прізвище, ініціали, посада)


(підпис)

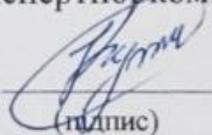
Особа, відповідальна за перевірку


(підпис)

Цимбал О.В.
(прізвище, ініціали)

З висновком експертної комісії ознайомлений(-на)

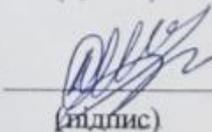
Керівник


(підпис)

Кужель В.П., доцент кафедри АТМ

(прізвище, ініціали, посада)

Здобувач


(підпис)

Шонік Р.Д.

(прізвище, ініціали)