

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет екологічної безпеки, інженерії та технологій
Кафедра хімії і хімічної технології

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач випускової кафедри
_____ А. Кустовська
« ____ » _____ 2022р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)**

ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ «МАГІСТР»

за спеціальністю: 161 «Хімічні технології та інженерія»
освітньо-професійної програми «Хімічні технології палива та вуглецевих
матеріалів»»

**Тема: «Модифікування експлуатаційних та фізико-хімічних властивостей
моторних біопалив»**

Виконавець: Оленич Вікторія Віталіївна група ХП-202М _____
прізвище, ім'я, по-батькові підпис

Керівник: Матвєєва Олена Львівна к.х.н., проф., _____
прізвище, ім'я, по-батькові підпис

Консультант розділу «Охорона праці»: _____ Халмурадов Б.Д.

Консультант розділу «Охорона навколишнього середовища» _____ Падун.А.О.

Нормоконтролер: _____ Максимюк М.Р.

Київ 2022

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет екологічної безпеки, інженерії та технологій
Кафедра хімії і хімічної технології
Спеціальність: 161 «Хімічні технології та інженерія»
ОПП «Хімічні технології палива та вуглецевих матеріалів»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ А.Д. Кустовська

« _____ » _____ 2022р.

ЗАВДАННЯ

на виконання кваліфікаційної роботи

Оленич Вікторії Віталіївни

1. Тема роботи: «Модифікування експлуатаційних та фізико-хімічних властивостей моторних біопалив», затверджена наказом ректора від 22.08.2022 №1103/ст

2. Термін виконання роботи: з 26 вересня 2022 р. по 30 листопада 2022 р.

3. Вихідні дані до роботи: технологічний процес модифікування експлуатаційних та фізико-хімічних властивостей моторних біопалив, зразки етилових естерів фритюрної олії; карбонові нанорозмірні сферичні кластери CNOs.

4. Зміст пояснювальної записки: Вступ.

Розділ 1. Сучасний стан та методи покращення властивостей альтернативних палив.

Розділ 2. Об'єкти та методи дослідження.

Розділ 3. Модифікування експлуатаційних та фізико-хімічних властивостей моторних біопалив.

Розділ 4. Охорона навколишнього середовища.

Розділ 5. Охорона праці.

Висновки. Список бібліографічних посилань використаних джерел.

5. Перелік обов'язкового графічного (ілюстраційного) матеріалу.

Таблиці з переліченими перевагами та недоліками властивостей моторних біопалив, зображення досліджуваних зразків сумішевого палива з різними концентраціями сферичних кластерів CNOs, графічне зображення залежності критичного навантаження до задиру етилофих естреїв фритюрної олії від відсоткового вмісту сферичних кластерів CNOs.

6. Календарний план-графік

№ з/п	Завдання	Термін виконання	Відмітка про виконання
1.	Узгодження змісту дипломної роботи	26.09.2022	
2.	Проведення пошуку та аналізу літературних джерел відповідно до теми дипломної роботи	26.09.2022 – 29.09.2022	
3.	Підготовка Розділу 1 «Сучасний стан та методи покращення властивостей альтернативних палив»	30.09.2022 – 09.10.2022	
4.	Підготовка Розділу 2 «Об'єкти та методи дослідження»	01.10.2022 – 04.10.2022	
5.	Підготовка Розділу 3 «Модифікування експлуатаційних та фізико-хімічних властивостей моторних біопалив»	05.10.2022 – 26.10.2022	
6.	Проведення експериментальних досліджень	05.10.2022 – 26.10.2022	
7.	Опрацювання одержаних експериментальних результатів	27.10.2022 – 01.11.2022	
8.	Формулювання висновків	09.11.2022	
9.	Оформлення дипломної роботи, підготовка доповіді та презентації	09.11.2022	
10.	Попередній захист дипломної роботи	11.11.2022	
11.	Захист дипломної роботи	24.11.2022	

7. Консультанти з окремих розділів.

Розділ	Консультант (посада, П.І.Б.)	Дата, підпис	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Охорона навколишнього середовища	к.б.н., доцент Падун.А.О.		
Охорона праці	к.м.н., професор Халмурадов Б.Д.		

Дата видачі завдання: « 22 » серпня 2022 р.

Керівник дипломної роботи _____ к.х.н., професор. Матвеева О.Л..

Завдання прийняла до виконання _____ Оленич В.В.

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи: «Модифікування експлуатаційних та фізико-хімічних властивостей моторних біопалив» містить 93 с., 13 рис., 16 табл., 82 літературних джерел.

Мета роботи – дослідити зміну фізико-хімічних, експлуатаційних властивостей біодизеля і біобензину при модифікації присадками.

Об'єкт дослідження – процес зміни експлуатаційних та фізико-хімічних властивостей біопалив при взаємодії з модифікаторами.

Предмет дослідження – експлуатаційні, фізико-хімічні властивості моторних палив та присадки.

Методи дослідження: метод дослідження динамічної міцності палив, визначення протизносних і антифрикційних властивостей палив на приладі тертя АСК-01.

В роботі розглянуті наступні питання: аналіз переваг та недоліків фізико-хімічних та експлуатаційних властивостей біопалив, залежність параметру критичного навантаження етилових естерів фритюрної олії від відсоткової концентрації карбонових нанорозмірних сферичних кластерів CNOs. Результати дипломної роботи рекомендується використовувати в технологічних процесах або під час навчального процесу.

АЛЬТЕРНАТИВНЕ ПАЛИВО, БІОПАЛИВО, АВТОМОБІЛЬНЕ ПАЛИВО, БЕНЗИН, ДИЗЕЛЬНЕ ПАЛИВО, БІЕТАНОЛ, БІОДИЗЕЛЬ, ЕТИЛОВІ ЕСТЕРИ ФРИТЮРНОЇ ОЛІЇ, ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ, ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ, ТЕМПЕРАТУРА НАСИЧЕНИХ ПАРІВ, КРИТИЧНЕ НАВАНТАЖЕННЯ, НАНОКЛАСТЕРИ.

ЗМІСТ

ВСТУП	9
РОЗДІЛ 1. СУЧАСНИЙ СТАН ТА МЕТОДИ ПОКРАЩЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ПАЛИВ	13
1.1. Сучасний стан використання біопалив в Україні та світі	13
1.2. Аналіз фізико-хімічних та експлуатаційних властивостей біодизелю та біобензину, що представлені на сучасному ринку в Україні	18
1.2.1. Фізико-хімічні та експлуатаційні властивості біобензинів	18
1.2.2. Фізико-хімічні та експлуатаційні властивості біодизеля	25
1.3. Аналіз сучасних методів модифікації моторних палив щодо усунення недоліків, що виникають у результаті експлуатації біопалив	32
1.3.1. Модифікатори моторних палив та їх характеристика	33
1.3.2. Модифікація властивостей біобензину за допомогою нанокарбонових матеріалів	40
1.3.3. Компаундування палив методом кавітації	46
1.3.4. Модифікація фізико-хімічних та експлуатаційні властивостей традиційних палив силовими полями	49
1.4. Висновки до розділу	51
РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	52
2.1. Об'єкт дослідження	52
2.1.1. Етиливі естери фритюрної олії	52
2.1.2. Нанорозмірні карбонові кластери - оніони (CNOs)	53
2.2. Методики дослідження хімотологічних характеристик сумішевого палива	55
2.2.1. Стандартні методики	55
2.2.2. Метод дослідження динамічної міцності палив	55
2.2.3. Визначення протизносних і антифрикційних властивостей палив на приладі тертя АСК-01	57
РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЇ МОДИФІКАЦІЇ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ТА ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ БІОПАЛИВ	59
3.1. Аналіз переваг та недоліків біодизельного та біоетанльного палива в порівнянні з традиційними представниками	59

3.2. Дослідження модифікації трибологічних властивостей етилових естерів фритюрної олії нанорозмірними карбоновими кластерами - оніонами (CNOs)	62
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	66
4.1. Вплив автомобільного транспорту на навколишнє середовище	66
4.2. Аналіз складу відпрацьованих газів транспортних засобів	68
4.3. Сировина для виробництва альтернативних палив	71
4.3. Висновки до розділу	73
РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ	75
5.1. Вступ	75
5.2. Аналіз умов праці на робочому місці	75
5.2.1. Організація робочого місця	75
5.2.2. Мікроклімат виробничих приміщень	76
5.2.3. Виробничий шум	77
5.2.4. Природне та штучне освітлення	78
5.2.5. Електробезпека	79
5.3. Пожежна безпека	79
5.4. Розробка заходів з охорони праці	81
5.5. Вибір засобів пожежної сигналізації	82
5.6. Висновки до розділу	84
СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	87

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРЕЧЬ, ТЕРМІНІВ

АП – альтернативне паливо;

ДВЗ– двигун внутрішнього згорання;

ДП - дизельне паливо;

БДП –біодизельне паливо;

ТНП – температура насичених парів;

ASTM – American Society for Testing and Materials (Американська спілка випробувань матеріалів);

CO – монооксид вуглецю;

CO₂ – вуглекислий газ;

H₂O – водяна пара;

NO_x – оксиди азоту;

SO_x – оксиди сірки.

ВСТУП

Актуальність роботи. Загальновідомо, що викиди діоксиду вуглецю з кожним роком зростають. Більше трьох років поспіль фіксується збільшення концентрації CO₂. Це безпосередньо впливає на парниковий ефект, зростання кислотності морської води та багато інших. Усі ці явища впливають на глобальне потепління на Землі, що є найгіршим сценарієм для людства.

Однією з головних проблем людства є проблема енергозабезпеченості. Люди задля покращення рівня комфортності свого існування використовують все більше вичерпних джерел енергії (нафта, газ, вугілля), що є скінченними. Наслідком чого стало підвищення попиту однієї людини на дані види енергії у 25 разів протягом останніх 1,5 століття. Крім того, значно зріс попит на перевезення, що безпосередньо викликає збільшення викидів у атмосферне повітря. На сьогодні значення кількості вихлопних газів перетнули позначку 94,1 тис.т. Враховуючи дані обставини зростає необхідність впровадження альтернативних джерел енергії, серед них і більш широке впровадження та застосування альтернативних видів палив.

Протягом останніх років незадовільні фізико-хімічна та експлуатаційні показники моторних палив вдосконалювали шляхом застосування модифікаторів палив або застосуванням цілого пакету присадок. Модифікація палив таким шляхом на сьогодні має обмеження через екологічні вимоги. Дані вимоги потребують видалення з вихлопних газів ненасичених сполук, поліциклічних ароматичних сполук, сплук сірки, фосфору, важких металів, хлору [10, 11]. Проте, саме дані сполуки слугують основою більшої кількості промислових присадок.

Представники компаундованого палива, які включають до свого складу традиційне автомобільне паливо та біокомпоненти у різних відсоткових співвідношеннях, серед яких є етиловий, метиловий, бутиловий спирти, на сьогодні вже присутні на великій кількості АЗС. Дані палива не вимагають конструкційних змін двигунів, що застосовуються.

Біопалива мають низку недоліків, через які обмежене їх широке впровадження та застосування. Тому актуальною є проблема вдосконалення їх фізико-хімічних та експлуатаційних властивостей, серед них забезпечення їх стабільності, покращення трибологічних показників, зменшення їх корозійної активності та інші [12].

На сьогодні відомо ряд методів модифікації властивостей альтернативних палив, що застосовують для усунення недоліків даних палив. Проте пошук нових та модернізація вже відомих методів та технологій не втрачає своєї актуальності. На меті у фахівців є розробка більш ефективних та економічно вигідніших методів модифікації палив.

Для малорозвинених країн збільшення обсягів виробництва та застосування альтернативних видів енергії є стратегічно важливим процесом. Це необхідно для того, щоб позбутися залежності від імпорту вичерпних джерел енергії.

Повномасштабне вторгнення Росії в Україну має вагомий вплив на енергетичний ринок світу та вимагає пришвидшення відмови від використання викопного палива. Застосування біопалив на сьогодні може слугувати вирішенням у разі виникнення жорсткого дефіциту традиційних палив, який може з'явитися через втрату виробничих потужностей нафтової галузі в Україні.

Збільшення виробництва біопалив з сировини найбільш поширених у сільському господарстві рослинних олій, таких як ріпакова та соняшникова, може створити конкуренцію у галузі харчування, що не є доцільним. Використання в якості сировини для виробництва біопалив відпрацьованої фритюрної олії є не тільки економічно вигідним процесом, вона ще й володіє цінними властивостями стійкості. Крім того, ця сировина є доступною навіть в умовах сьогодення. Перелічені фактори вказують на цінність та доцільність використання саме фритюрної олії у якості сировини для виробництва біопалива в Україні.

Мета роботи – дослідити зміну фізико-хімічних, експлуатаційних властивостей біодизеля і біобензину при модифікації присадками.

Завдання:

- проаналізувати сучасний стан використання біопалива в Україні та світі;
- дослідити експлуатаційні та фізико-хімічні властивості біодизелю та біобензину;
- проаналізувати та провести порівняльний аналіз сучасних методів модифікації палив щодо усунення недоліків, що виникають у результаті експлуатації біопалива;
- обґрунтувати методики проведення експериментальних досліджень;
- проаналізувати та провести порівняльний аналіз експлуатаційних властивостей біодизелю та біобензину до і після модифікації палив.

Об'єкт дослідження – процес зміни експлуатаційних та фізико-хімічних властивостей біопалив при взаємодії з модифікаторами.

Предмет дослідження – експлуатаційні, фізико-хімічні властивості моторних палив і присадки.

Методи дослідження:

- динамічну міцність обраних середовищ досліджували на чотирьохкульковій машині тертя за показником критичного навантаження;
- визначення протизносних і антифрикційних властивостей палив на приладі тертя АСК-01.

Наукова новизна отриманих результатів.

1. На основі результатів експериментальних досліджень визначено вплив відсоткового вмісту концентрації карбонових нанорозмірних сферичних кластерів CNOs на показник критичного навантаження до задиру біодизеля на основі етилових естерів фритюрної олії.
2. На основі результатів експериментальних досліджень визначено концентрацію карбонових нанорозмірних сферичних кластерів CNOs при якій

спостерігається максимальний ефект підвищення величини критичного навантаження біодизеля на основі етилових естерів фритюрної олії.

Практичне значення отриманих результатів.

Одержані результати дають можливість модифікувати біопалива за допомогою наноприродки, яку можливо застосовувати у малих концентраціях. Застосування даного модифікатора є не тільки економічно вигідним процесом, а ще й покращить екологічні характеристики шкідливих викидів в атмосферне повітря .

Особистий внесок випускника: Студент самостійно провів аналітичний огляд впливу автомобільної галузі на довкілля та сучасну ситуацію у галузі виробництва та використання біопалив в Україні та в світі та проаналізував експлуатаційні та фізико-хімічні властивості біодизелю та біобензину. Спільно з науковим керівником було опрацьовано об'єкти та методи дослідження.

Дослідження впливу концентрацію карбонових нанорозмірних сферичних кластерів CNOs на значення критичного навантаження біодизеля на основі етилових естерів фритюрної олії було проведено спільно з колективом Інституту біоорганічної хімії та нафтохімії імені В. П. Кухаря НАН України.

Студент самостійно побудував та висвітлив графічні залежності та провів оформлення дипломної роботи.

Обговорення та інтерпретація одержаних результатів проводилася студентом спільно з науковим керівником.

РОЗДІЛ 1. СУЧАСНИЙ СТАН ТА МЕТОДИ ПОКРАЩЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ПАЛИВ

1.1. Сучасний стан використання біопалив в Україні та світі

Сьогодні у світі в промислових масштабах виготовляють два основних рідких біопалива: біодизель (рис.1.1. [1]), з теплотворною здатністю 37,5 МДж/кг, та біоетанол (рис 1.2. [2]) з теплотворною здатністю 26,9 - 27,2 МДж/кг. Біодизель – представляє собою ефір метиловий або етиловий вищих органічних кислот, ліпідів, які отримані з відновлюваної сировини, які використовуються як біопаливо. Біоетанол - зневоднений етанол, який отримали з біомаси або частин відходів, що піддають впливу біологічно розкладних речовин. Біоетанол придатний до застосування як самостійне біопаливо та як добавка до традиційного викопного палива.



Рис.1.2. Біодизель марки В-100 з соєвих бобів [1]



Рис.1.2. Біоетанол марки E-100 з курудзи [2]

Розрізняють біопаливо першого та другого покоління. В основі методів виробництва біопалива першого покоління використовуються спрощені технології, тоді як біопаливо другого покоління продукують більш досконалыми процесами.

Бразилія стала однією з перших країн, які почали використовувати біопаливо. На сьогодні саме Бразилія виробляє близько 45% автомобільного біопалива, що становить майже 10 мільйонів тонн спирту на 1 календарний рік, при цьому використовуючи власну сировину - очерет. Країни Європейського Союзу на сьогодні є найбільшим виробником, імпортером та споживачем біодизеля. Сполучені Штати і Бразилія рахуються провідними світовими виробниками та експортерами біоетанолу у світі. Станом на 2021 рік світове виробництво біодизеля сягнуло 22,5 млрд л, в той час як виробництво паливного етанолу досягло 83,1 млрд л.

Виробництво біопалив у всьому світі зросло на 9%, що становить 127,7 мільярд літрів, за останні роки. Етанол, що використовують як паливо, склав 74% від загальної кількості, а біодизель, в свою чергу, здебільшого з метилових ефірів жирних кислот (FAME), становить 23%, у той час як рослинна гідроочищена олія (HVO), є

обмеженою, але має тенденцію до зростання. Країнами-лідерами у виробництві біопалива є США, Бразилія, Німеччина, Китай та Аргентина.

Загальне виробництво паливного етанолу підвищилося на 7%, що становить біля 94 мільярдів літрів. Здебільшого зростання відбулося за рахунок великих врожаїв кукурудзи та цукрової тростини, та стабільно низьких цін на сиру нафту. Лідером у виробництві етанолу є США (58%), наступною є Бразилія (28%), Китай виробляє близько 3%, Канада (2%) і Таїланд (1%); в свою чергу на країни ЄС припадає 6% світового виробництва паливного етанолу, де лідируючі позиції займають Франція та Німеччина.

Другим за обсягом споживачем енергії у світі є Китай. З цієї причини для Китаю є доцільним використання біопалив для мінімізування залежності від іноземних джерел енергії та споживання викопних джерел енергії. При цьому Китай займає третє місце за об'ємом у світі обсягами виробництва паливного етанолу.

Протягом останніх років Китай збільшив своє виробництво біопалива на 5%, що загалом становить приблизно 3 мільярди л. У даній країні відсотковий вміст етанолу у суміші з традиційним паливом коливаються від 8% до 12%. Таїланд виробляє етанол, що використовують у якості палива від 12% до 40%, тому що він є вигіднішим за інші бензини, тому збільшується кількість АЗС, що продають суміш E20 і E85. Найпоширенішими у Китаї представниками сировини, що використовують у виробництві етанолу є кукурудза, пшениця та маніока. У свою чергу кукурудза та пшениця становлять приблизно 80% від загальної кількості сировини. У той час, коли маніока представляє собою неїстівну сировину і тому її використання є більш доцільним. Крім основних зернових культур ще застосовуються солодка картопля та солодке сорго.

Впровадження альтернативної енергетики є стратегічно важливим процесом для малорозвинених країн з метою набути максимальну незалежність від імпорту вичерпних джерел енергії.

З цієї причини біопаливні заводи, що для виробництва етанолу використовують сільськогосподарські культури, у майбутньому мають використовувати саме ті

культури, які можна вирощувати у менш примхливих умовах. Тому, маніока та інші бульби в найближчому майбутньому будуть набувати все більшої популярності. Найбільш вигідним варіантом у довготривалій перспективі буде саме целюозна сировина.

Виробництво паливного етанолу в США, після двох років зменшення, зростає до 8% - 54 млрд літрів. Близько 100 АЗС у 16 штатах продають компаундоване паливо E15, що містить у своєму складі 15% етанолу і 85% традиційного бензину. Автовиробники, в свою чергу, все частіше і частіше наголошують, що їхні транспортні засоби є сумісними з сумішевими паливами, що містять у своєму складі до 15% етанолу [1].

Внутрішні виробничі потужності Канади не розширюються, проте вона демонструє зростання виробництва, що пов'язано зі зростом ефективності товарообігу.

Сполучені Штати зарекомендували себе як вагомий виробник сільськогосподарської продукції та як світовий лідер у сировині для виробництва біопалив першого та другого поколінь. Значна частина виробництва паливного етанолу у США втілюється з кукурудзи, цю культуру було обрано виключно з огляду на доступність та обсяги. До інших представників сировини у США відносять: сорго, ячмінь, сироватка, відходи картоплі, відходи деревини, відходи пивоваріння та енергетична цукрова тростина.

Світове виробництво біодизеля на сьогодні зросло на 13%, що становить до 30 млрд л. Країнами лідерами з виробництва біодизеля є США, на яку припадає 16% від валового обсягу, Бразилія і Німеччина, на які припадає по 11%, Індонезія, на яку припадає 10% та Аргентина (9,7%). За останній рік на країни Європейського Союзу припадало біля 39% світового виробництва біодизеля.

Україна сьогодні забезпечена своїми енергоресурсами, на жаль, лише на 10%-12%.

Згідно до висновку ННЦ «Інститут економіки сільського господарства», сільське господарство може бути галуззю, яка не тільки забезпечує продукти

харчування, але вагомою мірою може підтримувати енергетичну безпеку по всій Україні, що може створити конкурентне середовище на ринках нафти (біодизель, біоетанол) і природного газу (відходів рослинного та тваринного походження) забезпечити економічні умови з метою впливу на постачальників викопної сировини при встановленні цін.

З економічної точки зору відповідно до розрахунків при використанні відновлюваних видів енергії, економія може становити у найближчому майбутньому біля 93,06 млрд. грн., а в довгостроковій перспективі понад 127,91 млрд грн.

Відповідно до розрахункаів з 1 т ріпаку можна одержати 420 кг біодизеля, 550 кг макухи, 68 кг гліцерину. Вартість перерахованих вище компонентів становить 3840 грн., в той час, коли затрати становлять 1360 грн., й економія 2480 грн. при рівні економії 182,4 %. В умовах врожайності ріпаку 30 ц/га з 1 га, на площі 3,5 млн. га можливо отримати 10,5–11 млн. т. насіння. При 80 % загального збору (8 млн. т.) можливо продукувати 3,3 млн. т біодизеля, що дає можливість заощадити країні, в порівнянні з вартістю дизельного палива, 19,5–20,7 млрд. гривень.

На сьогодні 76 підприємств спиртової галузі створюють балансову потужність, що становить 61 млн. декалітрів на рік.

За використання від 8 до 10 млн. тон кукурудзи у якості сировини для виробництва біоетанола можна одержати від 3,6 до 4,5 млн. т палива і цим забезпечити від 21,4 до 26,7 млрд. грн. економії. З однієї тонни цукрового буряка можливо одержати до 100 л біоетанолу вартістю всього 750 грн. Витрати на вирощування та переробку 1 т сировини є 300 грн. Звідси сліждує, що економія становить приблизно 450 грн. при рівні економії 150 %. Також для продукування біоетанолу можливо використати від 15 до 17 млн. т буряків і в результаті одержати економію в сумі від 6,75 до 7,65 млрд. грн.

Одним з перспективних напрямків є вирощування енергетичних плантацій дерев тополі та верби, котрі можуть давати до 200 – 400 т/га біопалива високої якості, що може знайти своє застосування на теплових електростанціях в опалювальних котельнях.

В Україні сформовані всезагальні вимоги розвитку біопалива, які є закріпленими у ряді нормативно-правових та законодавчих актів. За останніх 10 років в Україні було створено та затверджено перелік програм та стратегій, що регулюють ВДЕ і деяких видів біопалив. Зокрема, «Програма державної підтримки розвитку нетрадиційних та відновлювальних джерел енергії та малої гідро- та теплоенергетики, як складової частини національної енергетичної програми України» (Програма НВДЕ 2005 р.), Програма «Етанол» (2009 р.), Програма розвитку виробництва дизельного біопалива (2012 р.), Енергетична стратегія України на період до 2030 р., що в свою чергу включає розділ з нетрадиційних та ВДЕ (2015 р.). Проте, дані програми не були виконані в повному обсязі по причині нечітко визначених джерел фінансування та недоліки відповідного законодавчого базування. За останні роки в Україні спостерігається приріст активізації процесу законодавчого забезпечення розвитку біоенергетики [2].

1.2. Аналіз фізико-хімічних та експлуатаційних властивостей біодизелю та біобензину, що представлені на сучасному ринку в Україні

За статистикою ринок продажу традиційного викопного палива за останні два роки втратив біля 28%. В свою чергу біопалива набувають своєї популярності серед споживачів. Це спонукає до удосконалення властивостей альтернативних палив. Вимоги що ставляться до біопалив та палив викопного походження відрізняються.

1.2.1. Фізико-хімічні та експлуатаційні властивості біобензину

На сьогодні до товарних оксигенатних додатків до автомобільних бензинів використовують добавки за ДСТУ 8697:2016 «Добавка комплексна оксигенатна (компонент палив для бензинових двигунів) Технічні умови» і ДСТУ EN 15376:2015

(EN 15376:2014, IDT) «Палива автомобільні. Етанол як складник бензину. Вимоги та методи випробувань» [3,4].

Автомобільні бензини традиційного походження в Україні виробляються за ДСТУ 7687:2015 «Бензини автомобільні Євро. Технічні умови», ГСТУ 320.00149943.015-2000 «Бензини моторні сумішеві. Технічні умови» [5,6]. Альтернативні автомобільні бензини в Україні виробляються і застосовуються за ДСТУ 8696:2016 «Паливо альтернативне для бензинових двигунів. Технічні умови» [7].

Якість бензину визначається рядом фізико-хімічних показників. Ключові з них вказуються у стандартах і технічних умовах.

Згідно до ДСТУ 7687:2015 [5] виготовляються бензини автомобільні підвищеної якості, які використовують як паливо для автомобільних і мотоциклетних двигунів та для двигунів іншого призначення.

Відповідно до октанового числа (ОЧ) цей стандарт встановлює вказані марки бензинів:

А-92-Євро – з ОЧ за дослідним методом не менше, ніж 92;

А-95-Євро – з ОЧ за дослідним методом не менше, ніж 95;

А-98-Євро – з ОЧ за дослідним методом не менше, ніж 98.

Об'ємна частка біоетанолу у суміші з традиційним паливом визначає його основні властивості. Види бензинів встановлено за вмістом біоетанолу у спиртовмісному паливі (% об.): Е5 – не більше за 5%; Е7 – більше 5% при цьому до 7%; Е10 – більше 7% та не понад 10%.

У країнах Європейського Союзу автомобільні бензини продукують за відповідним європейським стандартом EN 228:2014 «Automotive fuels. Unleaded petrol. Requirements and test methods» або американським ASTM D4814 «Standard Specification for Automotive Spark-Ignition Engine Fuel» [8,9]. Американський стандарт, у свою чергу, ASTM D 4814 [9] встановлює вимоги до випаровуваності бензинів шляхом обмеження тиску насичених парів, параметрами фракційного

складу - температурами википання 10%, 50%, 90% та кінця кипіння, також індексу парової пробки та співвідношення парової і рідинної фаз.

У всіх країнах Європейського Союзу та у більшості інших країн згідно до вимог стандарту EN 228:2014 [8] було прийнято належні національні стандарти до неетильованих бензинів. У національних стандартах разом з обов'язковими вимогами також регламентуються такі параметри: кількість марок бензину, , вимоги до детонаційної стійкості, допустима кількість кисневмісних сполук, маркування автоцистерн, порядок відбору зразків та сезонні умови застосування бензинів певного класу випаровування.

Біопалива вирізняються високим показником октанового числа. Даний показник октану є одним з найважливіших показником для палив тому, що характеризує стійкість даного палива до детонації – завчасного згоряння бензину у камері згоряння. Детонація є шкідливою для двигуна через декілька причин: збільшеною витратою палива, зменшенням потужності, та через надлишкові навантаження передчасним зносом двигуна.

Загальновідомою є інформація, що ароматичні вуглеводні це саме ті речовини, які мають здатність впливати на швидкість зносу паливної системи, що безпосередньо призводить до передчасного зносу. Також бензол через неповну випаровуваність, негативно діє на масляну плівку змиваючи її в двигуні, і як наслідок підвищується знос циліндрів у двигуні [10]. Ще одним негативним аспектом є небезпечні викиди у атмосферне повітря, через це вміст ароматичних компонентів лімітують у нормативних документах. Проте присутня неможливість синтезувати якісний бензин без ароматичних вуглеводнів, оскільки вони представляють собою продукти побічної переробки нафти, що дають високооктановий компонент. Альтернативні бензини за рахунок вмісту біоетанолу, мають велике октанове число і тому можливе зменшення вмісту ароматичних вуглеводнів.

Біобензини мають низку переваг та у той же час і перелік недоліків, які необхідно усунути для безпечної експлуатації.

До таблиці 1 занесено основні представники біобензинів на ринку України та їх порівняння за експлуатаційними характеристиками [11].

Таблиця 1.1

Порівняльна характеристика основних представників ринку біобензинів [11]

АЗС	Октановое число	Масова частка бензола (%)	Масова частка ароматичних вуглеводнів (%)	Масова частка етанолу (%)	Значення рН
БРСМ-Нафта	97,2	0,4	12	34,7	7,6
КЛЮ	96	0,81	12,3	36,6	7,4
Авиас	95,7	1,2	15,1	37,7	7,2
WOG	96,6	0,4	12	36,7	7,5

Пускові властивості

Для етанольного палива характерними є низький тиск насиченої пари (рис. 1.3.) та висока теплота випаровування, що негативно впливає на запуск двигунів, що працюють на біобензиновому паливі, що містить високий відсоток етанолу в своєму складі, за температури нижче +10 °С [12].

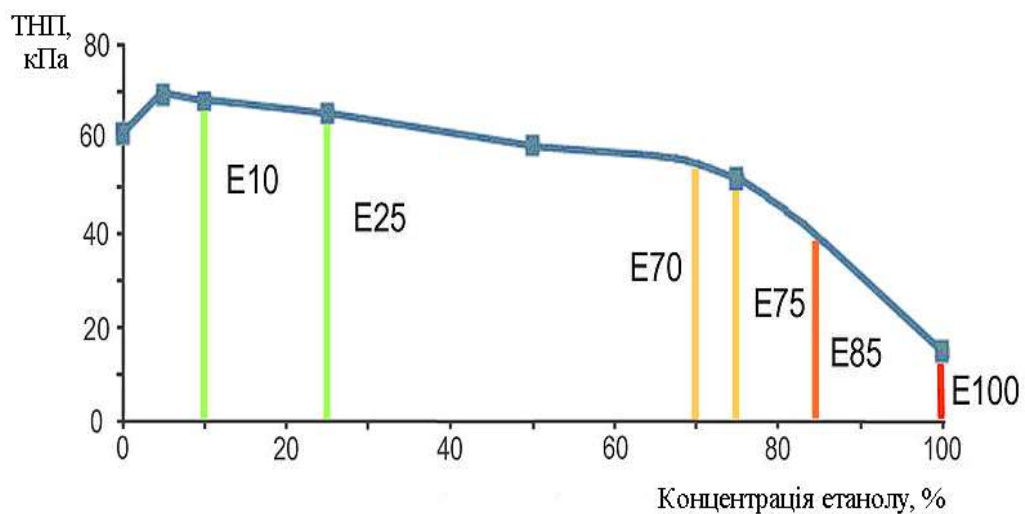


Рис. 1.3 Залежність тиску насичених парів від вмісту етанолу в бензино-спиртовій композиції [12]

З рис. 1.3 ми бачимо, що зі збільшенням вмісту етанолу ТНП палива поволі зменшується і доходить до значення, яке обмежує запуск двигуна при низьких температурах. Згідно з нормативними документами України, ТНП бензину не має перевищувати 79,9 кПа (ДСТУ 4063-2001 [13]) і не досягати значень менших за 40 кПа (ДСТУ 7687:2015 [5]). Етиловий спирт, в свою чергу, за температури 38 °С має значення ТНП всього лише 18 кПа, що робить неможливим запуск двигуна за даних умов неможливий, як і в холодну погоду [14]. Удосконалення холодного запуску можливе шляхом внесення конструкційних змін, або застосуванням палив належної якості та спеціальних пускових речовин [15].

Корозійні властивості

Корозійна агресивність виступає однією з основних експлуатаційних властивостей автомобільних бензинів. Дана властивість бензину і продуктів його згоряння є залежною від компонентного складу, а саме присутності, в першу чергу, сполук сірки, водорозчинних кислот і лугів, меркаптанів, розчиненої води, а також від значення параметра кислотності [16].

Біобензини мають у своєму складі велику кількість кисню, що виступає у якості основного компоненту даного палива, що є негативним аспектом у порівнянні з традиційним паливом. Загальновідомо [17], що кисень має вищу в 7 разів розчинність в етанолі, ніж у воді. У складі сумішевого палива марки Е-85 застосування абсолютованого етанолу спричиняє її обводнення, що забезпечує високу гідрофільність системи. При збільшенні концентрації кисню (деполяризатору) зумовлює збільшення електропровідності рідкої фази, при цьому зумовлюючи підвищення швидкості корозії.

Етанол є сильним розчинником, тому агресивно діє на гумові та пластмасові деталі паливної системи. Для уникнення цього явища необхідно до складу біопалива додавати присадку, яка збільшує значення рН кислотного параметра. У загальному даний показник повинен знаходитись в межах від 6 до 9 одиниць.

Трибологічні властивості

Дія паливних матеріалів та рідких мастильних на знос вузлів, що виконані з матеріалів з високими коефіцієнтами тертя і підвищеною стійкістю проти зношування визначається двома властивостями:

- спроможністю запобігати пошкодженню контактних поверхонь за рахунок здійснення гідродинамічного режиму тертя;
- спроможністю зменшувати пошкодження при максимально допустимому режимі тертя.

Зношування паливної апаратури стає особливо гострим питанням при використанні біобензинів на основі етанолу через низькі мастильні властивості останнього, що видно з даних, наведених на рис. 1.4 [18].

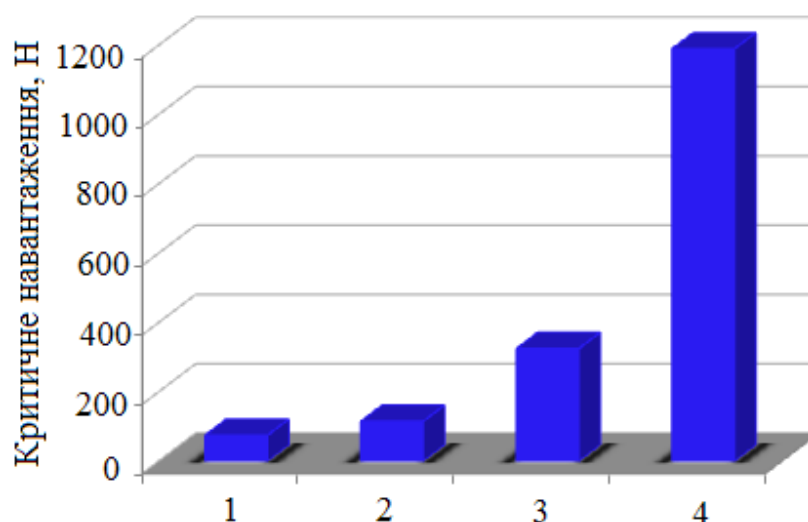


Рис. 1.4. Критичне навантаження паливно-мастильних матеріалів: 1 – етанолу; 2 – етанольного палива E-80; 3 – вуглеводневого бензину A-80; 4 – моторної оливи ELF SAE 5W40 [18]

З представлених даних видно, що у випадку тертя в середовищі етанолу наявне велике ушкодження контактуючих поверхонь (задир) здійснюється при навантаженні, яке в 2 рази нижче, ніж для спиртовмісного палива марки E-80, у 6 разів нижче, ніж для бензину A-80 та в 20 разів нижче, ніж для моторної оливи. Виходячи з цього для мінімізування пошкоджень паливної апаратури необхідно застосувати у складі спиртовмісного палива протизношувальних присадок.

У таблиці 1.2 [19] наведено основні фізико-хімічні показники спиртово-вуглеводневого палива та його компонентів.

Таблиця 1.2

Фізико-хімічні показники спиртово-вуглеводневого палива та його компонентів [19]

Показники	Бензин А-76 (вимоги ДСТУ)	Спиртова основа (СК)	Бензин прямої перегонки	Спиртово- вуглеводневе паливо
Густина, кг/м ³	-	796	723	743
Фракційний склад t початку перегонки, °С, не нижче літнього виду	35	69	54	59
10% переганяється при t, °С, не вище літнього виду	70	73	65	69
50% переганяється при t, °С, не вище	115	83	112	92
90% переганяється при t, °С, не вище	180	109	150	143
кінець кипіння, °С, не вище	195	151	174	167
залишок і втрати, %, не більше	4,0	1,2	3,0	2,0
Детонаційна стійкість, октанове число (ОЧМ / ОЧД)	76/-	89,2/ 105,9	57,5/ 58,3	76,0 /82,2
Теплота згоряння, кДж/кг, (ккал/кг)	-	28673 (6830)	42345 (10087)	39100 (9314)
Тиск насичених парів, кПа (мм.рт.ст.) літнього виду	66,7 (500)	17,2 (129)	61,5 (461)	56,2 (420)
В'язкість кінематична при 20 °С, мм ² /с	-	1,55	0,69	0,9
Показник заломлення, n	-	1,3643	1,4065	-
Кислотність, мг КОН/100мл продукту	3,00	1,30	0	1,1
Випробування на мідній пластинці	витримує			
Вміст води, % мас.	-	2,0	-	2,0
Груповий вуглеводневий склад, % мас.				
алкани	-	-	64,0	-
циклоалкани	-	-	28,8	-
арени	-	-	7,1	-
алкени	-	-	0,1	-

1.2.2. Фізико-хімічні та експлуатаційні властивості біодизеля

Палива дизельні в Україні виробляються згідно ДСТУ 7688:2015 «Паливо дизельне Євро. Технічні умови» [20].

За ДСТУ 7688:2015 [20] паливо дизельне виробляється з продуктів, отриманих в результаті переробки нафти та призначене для використання у газотурбінних двигунах та високооберткових дизельних двигунах наземної та суднової техніки. У основних вимогах, що висуваються до якості дизельного палива за ДСТУ 7688:2015 [20], враховано додавання біокомпонентів – метилових або етилових естерів жирних кислот. Вимогам визначим за ДСТУ 6081 «Паливо моторне. Ефіри метилові жирних кислот олій і жирів для дизельних двигунів. Технічні вимоги» [21] мають відповідати метилові естери жирних кислот. Етилові естери жирних кислот, у свою чергу, мають відповідати вимогам висвітленим у ДСТУ 7178:2010 «Паливо альтернативне. Естери етилові жирних кислот олій і жирів для дизельних двигунів. Технічні вимоги та методи контролювання» [22].

Якість біодизельного палива (БДП) в Україні регламентує ДСТУ 6081:2009 «Паливо моторне. Ефіри метилові жирних кислот олій і жирів для дизельних двигунів. Технічні умови» [23]; ДСТУ 7178:2010 «Паливо альтернативне. Естери етилові жирних кислот олій та жирів для дизельних двигунів. Технічні вимоги та методи контролювання» [21], ДСТУ 7688:2015 «Паливо дизельне Євро. Технічні умови» [20] та ДСТУ 8695:2016 «Паливо альтернативне для дизельних двигунів. Технічні умови» [24]. Відповідно до Технічного регламенту, щодо вимог до автомобільних бензинів, дизельного, суднових і котельних палив та ДСТУ 7688:2015 [20] визначено використання до 7% метилових/етилових естерів жирних кислот.

У країнах Європейського Союзу дизельні палива виробляються за стандартом EN 590:2013 «Automotive fuels. Diesel. Requirements and test methods» [25] або ASTM D 975 «Standard Specification for Diesel Fuel Oils» [26].

Європейський стандарт EN 590:2013 «Автомобільні палива. Дизельне паливо. Вимоги та методи випробувань» [25] формулює вимоги та методи випробувань

дизельних палив, що надходять на ринок і призначені для застосування у дизельних двигунах. Стандарт також встановлює вимоги та методи випробувань товарних дизельних палив для високошвидкісних дизелів.

Вимоги до БДП в ЄС регламентує EN 14214:2003 «Automotive fuels - Fatty acid methyl esters (FAME) for diesel engines - Requirements and test methods» [27], в США – ASTM D6751 «Standard Specification for Biodiesel Fuel Blend Stock (B100) for Middle Distillate Fuels» [28].

За стандартами великої кількості країн світу до біодизельного палива належать ефіри (естери) кислот, які одержують у результаті переробки рослинних олій (ріпакової, ріжівської, соняшникової, соєвої, пальмової, сорго, кукурудзяної, арахісової та ін.) і тваринних жирів (у переважній кількості рідинного за звичайних умов рибацького жиру).

Згідно даних Міжнародної асоціації олійних культур (UFOP), ще у 2013 р. сумарне виробництво альтернативного дизельного палива досягло позначки в 2,1 млн т. Частина даного палива у країнах-членах Європейського Союзу збільшилась з 2 % у 2005 р. до 8 % у 2020 р. Дизельні палива мають задовольняти основні екологічні вимоги, щодо обмежень:

- вмісту ароматичних вуглеводнів, здебільшого токсичних полі-циклічних вуглеводнів (бенз-а-пірен, холантрен дибензантрацен, тощо);
- сірковмісних сполук до тисячних часток відсотка;
- емісії продуктів неповного згорання: вуглеводнів, монооксиду вуглецю, твердих частинок й оксидів азоту.

На сьогодні Україна також орієнтується на ці вимоги. Діють вітчизняні стандарти, що стосуються дизельних палив, які відповідають європейському стандарту EN-590. Україна є членом Женевської угоди з 1999 р. та застосовує правила Європейської економічної комісії ООН щодо обов'язкової сертифікації транспортних засобів із дизельними двигунами.

На сьогодні моноалкілові ефіри довголанцюгових жирних кислот (ЖК) або біодизельне паливо рахується одним з найперспективніших альтернативних видів

палива. Його отримують як з рослинних олій, так і з тваринних жирів або інших ліпідів здебільшого у результаті проведення реакції переетерифікації.

Біодизельне підлягає повному або частковому змішуванню з традиційним дизельним паливом і завдяки його винятковим властивостям, а саме: відсутністю сірки, ароматичних сполучень, меншої токсичності палива, більшого значення цетанового числа та включає до свого складу приблизно від 10% до 12% кисню за масою, може мати вагомий внесок у покращення властивостей дизельного палива нафтового походження. Крім того за допомогою цих характеристик біодизеля можливо не тільки покращити властивості традиційного дизельного палива, а й зменшити шкідливі викиди [29].

Біодизельне паливо (біодизель, МЕРО, РМЕ, RME, FAME, EMAG, та ін.) - це вид палива, що є екологічно чистим, який одержують у результаті пререробки жирів рослинного і тваринного походження та застосовують як альтернативу традиційному дизельному паливу нафтового походження.

Біодизельне паливо є сумішшю метилових або етилових естерів насичених і ненасичених жирних кислот. Під час проведення реакції переетерифікації олій, наявні жири вступають у взаємодію з метиловим (етиловим) спиртом за наявності каталізатора (лугу), в результаті чого утворюються складні ефіри та гліцеролова фаза складу: 56 % - гліцерину, 13 % - жирних кислот, 9 % - неорганічних солей, 10 % - ефірів. 8 % - води, 4 % - метанолу.

Чисте біодизельне паливо включає до свого складу трохи більше 15 ppm сірки та не містить ароматичних сполук. За рахунок природного походження альтернативне дизельне паливо є менш токсичним, за дизельне паливо традиційного нафтового походження, через що у випадку розлиття біодизельне паливо піддається фактично повному біологічному розкладанню тому, що у ґрунті або воді мікроорганізми протягом 28 днів переробляють 99 % біодизеля. Це є однією з переваг біодизельного палива.

Біодизель придатний до застосування як у чистому вигляді (марка У 100) так і у вигляді компаундованого палива з традиційним дизельним паливом. Найбільшого

поширення набув склад B20, який включає в себе 20% біодизельного палива та 80% традиційного дизельного палива. Біодизельне паливо поділяють на групи за кількісним вмістом (% об.) метилових (етилових) естерів жирних кислот (МЕЖК), які позначають символами: **B0** – немає; **B5** – не більше ніж 5%, **B7** – понад 5% та не більше 7% [29].

Біодизельні палива мають відмінні фізико-хімічні характеристики одине від одного. Цей параметр залежать від профілів метилових ефірів жирних кислот (МЖК), якщо іншими словами від довжини вуглецевого ланцюга та кількості ненасичених зв'язків. Дослідження показали, що різні профілі метилового ефіру мають відмінний вплив на параметри роботи двигуна, зокрема, адіабатичну температуру полум'я та викиди забруднювача NO_x. Зріст кількості викидів забруднюючої речовини NO_x при спалюванні біодизеля пояснюється вищою температурою згоряння, затримкою займання, вмістом кисню та радіаційні втрати тепла. Збільшення часу впорскування палива у дизельних двигунах старого зразка, в порівнянні з сучасними дизельними двигунами з електронним керуванням, відбувається через більш високий модуль стискання біодизеля [29].

Одною з переваг біодизельного палива є високе цетанове число, що забезпечує покращене запалювання, особливо під час запуску двигуна та дозволяє застосовуватись без додаткових речовин на дизельних двигунах.

Наявність у біодизельному пальному кисню є його безпосереднім недоліком, по тій причині, що через його присутність даному виду палива властиві гірші енергоємні характеристики у порівнянні з вуглеводневим аналогом. Цей недолік впливає на ефективність використання біодизеля, особливо при понижених температурах.

Ще одним недоліком біодизельного палива є його агресивність щодо гумових та пластикових деталей двигуна. У випадку потрапляння біодизеля на лакофарбове покриття кузова його необхідно якнайшвидше стерти, в іншому випадку можливе швидке роз'їдання його верхнього шару.

Крім фізико-хімічних характеристик біодизель має вплив на експлуатаційні параметри роботи дизельних двигунів. У результаті використання біопалива, в

умовах роботи у повноцінному режимі, потужність двигуна при цьому з знижується від 6% до 8%, що призводить до витрати палива близько на 5-8% більше.

Біодизель відзначається високими мастильними властивостями. Це явище пояснюється особливим хімічним складом та високим вмістом кисню. Цей параметр збільшує міжремонтний термін його експлуатації орієнтовно на 50%. Одним з найбільш цінних переваг даного біопалива є те, що він не потребує додаткових переобладнань дизельних двигунів, що застосовуються на сьогоднішній день [10].

У якості моторного палива біодизель має ряд цінних переваг у порівнянні з дизельним паливом нафтового походження. Біодизельному паливу властива висока температура спалаху (понад 150 °С), що робить його безпечним у порівнянні з традиційним дизельним паливом; збільшена повнота згорання палива, що пояснюється присутністю кисню до 10 %; вагоме збільшення ресурсу двигуна, що становить до 60 %. До Книги рекордів Гіннеса у 2005 р. занесено вантажний автомобіль, який проїхав на БДП В100 без ремонту оригінального двигуна понад 1,25 млн км.

Великою перевагою є його екологічність, при застосуванні біопалива ризик ракових захворювань у населення знижується на 90%. До компонентного складу біодизеля входять 11% кисню, через що знижується кількість вуглекислого газу на 80%, чадного газу — 35%, аерозолів (димових частинок розміром менше 10 мікрон) — 32% та окисів сірки — 100% . Ці вражаючі показники мають безпосередній вплив на поліпшення екологічного стану довкілля [11].

Більш широке застосування біодизеля обмежує неможливість його транспортування трубопроводом, через що дану сировину можна перевозити до точки реалізації за допомогою вантажних автомобілів або залізничних вагонів. Цей фактор неминуче впливає на вартість даного виду палива та загальний попит на транспортну систему.

Кінематична в'язкість

Показник, який відображає змогу палива проходити крізь систему паливоподачі і розпилюватися у циліндрі двигуна називається в'язкістю [30]. Велике

значення показника в'язкості, особливо за умов низьких температур, створює жорсткіші робочі умови паливного насоса високого тиску, що призводить до підвищеного знос у його деталей, наслідком чого є погіршення показників впорскування палива [31].

Кінематична в'язкість (визначена за 40 °С) рослинних олій переважно перебуває в межах від 30 до 50 мм²/с. Естери жирних кислот, що були одержані з олій, характеризуються набагато нижчими значеннями кінематичної в'язкості. Для індивідуальних естерів жирних кислот в'язкість зростає зі збільшенням вуглеводневого ланцюга кислотного залишку і зі зменшенням ненасиченості молекул [32]. Етиловим естерам жирних кислот (ЕЕЖК) зазвичай відповідають значення в'язкості менші за 5,55 мм²/с.

Густина

Високе значення густини палива спричиняє підвищення тиску впорскування, що призводить до зменшення ресурсу паливної апаратури [31]. Також, продуктивність двигуна та викиди в атмосферне повітря значною мірою залежать від значень показника густини палива. З підвищенням значень даного показника зростає і вміст NO_x у вихлопних газах [33]. Густина біодизельного палива зростає при зменшенні довжини ланцюга жирних кислот і при збільшенні кількості подвійних зв'язків, також даний показник зменшується за умов наявності домішок спирту [33, 34]. Зазвичай показник густини для ЕЕЖК знаходяться у межах 0,86–0,90 г/см³ (визначена за 15 °С), що задовольняє вимоги стандартів [35,36].

Низькотемпературні властивості

Низькотемпературні властивості і традиційного дизельного палива, так і альтернативного палива мають пряму залежність від їх хімічного складу. В умовах холодного клімату для можливості застосування обох видів дизельного палива необхідна внесення депресорних присадок або модифікація їх складу.

Застигання традиційного дизельного палива спричиняє незворотне висаджування парафінів, що блокують лінії подачі палива чим примушують проведення очистки паливної системи. Біодизельне паливо, свою чергу, при умовах

низьких температур спочатку мутніють, після чого відбувається застигання. Проте цей процес є зворотнім і з підвищенням температури не вимагає спеціальної очистки системи подачі палива. Але біодизель, зазвичай, не рекомендується до використання за від'ємних температур.

Температура застигання

Зазвичай з подовженням ланцюга жирних кислот зростає і різко спадає зі збільшенням ненасиченості естерів жирних кислот показник температури застигання [37].

Насичені метилові, етилові та бутилові естери мають температури застигання в межах від -18°C до -20°C , у той час як поява хоча б одного ненасиченого зв'язку спричиняє зменшення температури застигання від -43 до -53°C при переході від метилових естерів жирних кислот (МЕЖК) до етилових естерів жирних кислот (ЕЕЖК) і у випадку бутилових естерів (БЕЖК) жирних кислот до -58°C . Для зразків альтернативного дизельного палива, одержаних на основі однієї олії, показник температури застигання зменшується у ряду МЕЖК>ЕЕЖК>БЕЖК [38].

Температура помутніння

Температура помутніння знижується при умові збільшення довжини вуглеводневого ланцюга для естерів олій і знижується в ряду МЕЖК> ЕЕЖК > БЕЖК [36].

Гранична температура фільтрованості

Гранична температура фільтрованості знижується при умові збільшення довжини вуглеводневого ланцюга і знижується в ряду природних олій: МЕЖК> ЕЕЖК > БЕЖК [39].

З викладеної вище інформації ми можемо бачити, що покращенню низькотемпературних властивостей біодизельних палив сприяє обмеження вмісту естерів насичених жирних кислот з довгими ланцюгами.

Цетанове число

Цетанове число (ЦЧ) є мірою займистості палива для дизельних двигунів, яке для сучасних дизельних палив традиційного викопного походження знаходить в

межах від 50 до 52 одиниць та коректується найчастіше додатками до палив. До свого складу біодизельне паливо включає такі компоненти, які є подібними до цетану, а тому для нього ЦЧ зазвичай перевершує значення 50 без додавання модифікаторів [36,40].

Питома теплота згорання

Питома теплота згорання естерів жирних кислот має прямо пропорційну залежність від довжини ланцюга жирних кислот [40] та відповідно зростає разом зі збільшенням вуглеводневого ланцюга спиртової групи [31,37] за рахунок більшого вмісту у молекулах естерів вуглецю. Також питома теплота згорання зменшується при збільшенні ненасиченості [31,37] за рахунок меншого вмісту водню. У загальному питома теплота згорання біодизельних палив є нижчою, через наявність в складі від 10% до 12 % кисню, у порівнянні з дизельним паливом [38].

1.3. Аналіз сучасних методів модифікації моторних палив щодо усунення недоліків, що виникають у результаті експлуатації біопалив

Зміна експлуатаційної якості альтернативних палив може бути спричинена зовнішніми умовами, складом палива та конструкційними особливостями. У результаті даних явищ відбуваються фізичні процеси такі як: розшарування, забруднення ТДФ, випаровування, обводнення, біологічні процеси (забруднення мікроорганізмами) та звичайно хімічні процеси такі як: окиснення, корозія, полімеризація, конденсація, коагуляція утворення асоціатів та утворення осадів.

З метою удосконалення фізико-хімічного складу альтернативних та традиційних палив для поліпшення заданих їх властивостей використовують модифікацію палив.

Модифікацію палив реалізують шляхом введення добавок чи присадок (в тому числі нанокластери CNOs), обробки силовими полями або зміни відсоткового складу палива [41]. Залежно від роду проблеми підбирається найбільш доцільний метод модифікації.

1.3.1. Модифікатори моторних палив та їх характеристика

Модифікатори (присадки) являють собою синтетичні компоненти, створені для покращення роботи двигуна, збільшення потужності, скорочення витрат палива, зниження кількості шкідливих речовин у вихлопних газах та вирішення інших проблем [41].

Вуглеводнева паливна присадка – добавка в паливо, яка використовуються з метою покращення процесу згорання палив, збільшення октанового або цетанового числа вуглеводневого палива, для більш високого стиснення палива, або виступають як інгібітори корозії чи окислення мастильних матеріалів.

Асортимент присадок дуже широкий і включає до свого переліку понад 40 представників, які застосовуються за різним призначенням і налічують десятки тисяч товарних марок.

Антидетонаційні – попереджують детонаційному горінню бензинів. Представниками даних модифікаторів є: тетраетилсвинець $Pb(CH_3CH_2)_4$, метилтретинний бутиловий етер (МТБЕ) $CH_3OC_4H_9$.

Цетанопідвищуючі – присадки, які підвищують значення цетанового числа у дизельному паливі. Представниками даного виду модифікаторів є розчини трет-бутилгідропероксиду $C_4H_{10}O_2$ та дитрет-бутилпероксид $C_8H_{18}O_2$.

Антиоксидантні – сприяють збільшенню окисної стабільності палива, з метою запобігання смолоутворення та утворення осадів. Представниками є: 2,6-дітретбутил-4-метілфенол діалкілдитіофосфату цинку $CH_3 NHCH_2C_6H_3OHR S - Zn -S$ (де, R – ізобутіл).

Антидимні – сприяють зменшенню концентрації диму в газах дизельних двигунів. Антидимні присадки, на жаль, мають малий вплив на викиди токсичних речовин в атмосферне повітря. Принцип дії цих модифікаторів полягає у згорянні сажі до того моменту, коли згорання загальної маси палива та початку стадії розширення робочої суміші не дійшло до кінця. Механізм дії антидимних присадок

має дві гіпотези [42]. Згідно до фізичної гіпотези модифікатори антикоагулюють або диспергують частки сажі, у результаті чого вони швидше згоряють. Хімічна гіпотеза говорить про ймовірні варіанти хімічного впливу антидимної присадки на горіння сажі, серед яких каталітична дія, газифікація гідроксильних радикалами тощо.

Антинагарні – присадки, які мінімізують нагароутворення в камері згорання, на клапанах і розпилювачах форсунок, зменшують температуру згорання сажі на поверхні фільтрів. Даний вид модифікаторів майже не застосовується, про те вони є перспективними тому, що утворення нагару у бензинових двигунах викликає ускладнення відведення тепла від стінок камери згорання, внаслідок чого відбувається розвиток детонації. Рекомендовані концентрації модифікаторів даного типу при постійному застосуванні знаходяться в межах від 0,005% до 0,02%. При більших концентраціях (0,05-0,1%) дані присадки можуть проявляти нагароочистні властивості, які мають здатність видаляти раніше створений нагар. У такому випадку можливо спостерігати тимчасове збільшення димності та токсичності вихлопних газів. Це викликано тим, що частина нагару не встигає вигорати і тому виділяється в атмосферне повітря. Принцип дії даної присадки: модифікація структури нагару, виділення каталітичної дії на його вигорання та змивання часток нагару разом з продуктами його перетворення [43]. Представниками даних модифікаторів є солі лужноземельних металів з довгими аліфатичними ланцюжками, що містять кислі полярні групи.

Антистатичні – присадки, які покращують процес запалення дизельних палив та сприяють запобіганню накопичення зарядів статичної електрики.

Депресори – модифікатори, призначені для регулювання низькотемпературних властивостей дизельних палив. Дизельне зимове паливо представляє собою літнє дизельне паливо, до вмісту якого додають депресор. Ефективність даних модифікаторів залежить від природи палива. Призначення депресорних присадок полягає в зниженні температур для дизельних палив таких як: застигання палива (t_z) та граничної температури фільтрування (ГТФ). Проте, на температуру помутніння

палив (п t) депресори не впливають. Вони в свою чергу перешкоджають лише збільшенню кількості кристалів парафінів, але запобігати їх утворенню. У процесі тривалого зберігання палив дрібні кристали, які були утворені, осідають, що призводить до утворення двох шарів: верхнього (світлого) та нижнього (мутного), збагаченого парафінами. На жаль, депресори не запобігають і розшаруванню дизельних палив. Принцип дії даних модифікаторів: присадки взаємодіють із утворюваними кристалами на поверхні та перешкоджають збільшенню їх кількості та асоціації. Ці кристали є n-парафінами, вони входять до складу палива, які при від'ємних температурах, мають здатність легко кристалізуватися. Даний процес супроводжується в помутнінням палива. Після чого кристали ростуть та через деякий час утворюють просторову структуру (грати). Через даний процес текучість палива зменшується в результаті чого воно має погану прокачуємість через системи трубопроводів і фільтрів. Представниками даних модифікаторів є: RO - Ca - ORO - Ba - O (де, R - ізобутил).

Диспергатори парафінів – модифікатори палив, що призначені для зменшення граничної температури фільтрованості. Сутність застосування полягає у продукуванні кристалів парафінів малого розміру і з великою седиментаційною стійкістю. Головним завданням диспергируючих присадок є перешкодження розшарування палив з депресорними присадками в умовах холодного зберігання [44]. У якості диспергаторів парафінів застосовуються високомолекулярні аміді і іміди, 40 четвертинні амонієві солі і аміни типу поліалкіленполіамін [45]. Здебільшого молекула диспергатора парафінів містить довгий вуглеводневий радикал та гідрофільну функціональну групу.

Протизносні – призначені для застосування малосірчистого дизельного палива. Принцип дії даних модифікаторів полягає у синтезуванні міцної трибохімічної плівки на поверхні, яка захищає. Дана плівка включає до свого складу продукти механо-хімічних перетворень модифікатора на поверхні металу. Від режиму тертя залежить її спосіб формування залежить. В умовах рідкого режиму достатньо ефективності процесу адсорбції (фізична адсорбція, хемосорбція), модифікатор покращує

трибологічні властивості палива. В умовах граничного тертя шар рідини, що змащує, постійно порушується і створюється загроза зчеплення поверхонь, що труться. У результаті даних мікросхоплювання оголюється тонка поверхня, яка володіє високою каталітичною активністю. Змащувальний матеріал, що знаходиться на цій поверхні, піддається змінам хімічного характеру, в результаті чого створюється шар нової сполуки, яка включає до свого складу продукти перетворення палива, модифікатора та металу пари, який треться. Вона має високе значення механічної стійкості та постійно відновлюється. При таких умовах найбільш ефективно застосовувати модифікатори, які містять активні полярні групи. Представниками даного виду присадок є: $C_4H_9 - O - C C - O - C_4H_9$ дібутилксантогенат етилену (присадка ЛЗ - 6/9).

Миючі присадки – присадки, що сприяють зменшенню відкладень на деталях двигуна, також проявляють противольодові та антикорозійні властивості. Основною метою роботи даних модифікаторів є розпушування нагару і лакових відкладень. Найдрібніші частинки виносяться разом з потоком паливно-повітряної суміші в циліндр, де відбувається їх згорання. Миючі присадки, здебільшого, представлені пакетом присадок, які включають до свого складу: термостійке ПАР, антиоксидант, інгібітор корозії, деемульгатор, антипінну добавку. Коефіцієнт закоксованості паливних форсунок є головним показником ефективності, за яким можливо оцінити роботу даних модифікаторів у дизельному двигуні. Принцип дії миючих присадок, полягає в процесі сорбції молекул гідрофільною частиною на забрудненій поверхні, у той час як в паливо «звернені» полярні частини молекули [46]. Представниками миючих присадок є: солі ароматичних сульфокислот - сульфонати, здебільшого солі барію або кальцію, наприклад, сульфонат барію $(ArSO_2O)_2Ba$, та іншими присадки цього типу є кальцієві або барієві солі діалкілнафталінсульфокислоти $(R_2C_{10}H_5SO_2)_2Me$ (де, R - ізобутіл).

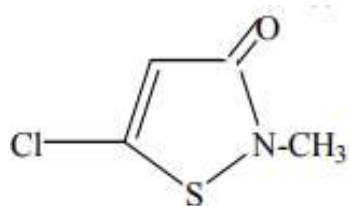
Детонаційна стійкість - параметр, який характеризує спроможність палива стримуватись від самозаймання при стисканні. Вона рахується найважливішою кількісною характеристикою моторного палива. За детонаційною стійкістю

визначається сортність та використання в автомобільних двигунах. Для безпечної та довготривалої роботи двигуна важливою умовою є висока детонаційна стійкість палива, котра визначається значенням - октанового числа та забезпечує якісний процес згоряння на всіх режимах експлуатації двигуна. Процес стискання робочої суміші підвищує такі показники як температура і тиск, підвищення яких спричиняє окислення вуглеводнів, воно після займання суміші інтенсифікується. У випадку, коли незгоріла частина вуглеводнів, що входять до складу палива має недостатню стійкість до окислення, починається інтенсивне накопичення сполук пероксидів, після чого відбувається їх вибуховий розпад, що спричиняє самозаймання палива. Детонація є наслідком цієї взаємодії, яка в свою чергу спричиняє перегрів та підвищення зносу двигуна, зменшення потужності двигуна, та приріст кількості вибухливих газів до атмосферного повітря. Для уникнення негативного явища детонації використовують *антидетонаційні присадки*.

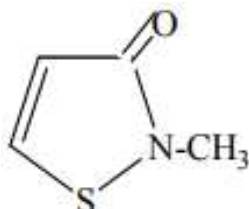
Біоциди – попереджують псування палива внаслідок дії мікроорганізмів. Одним з найдієвіших способів захисту палив від забруднення мікроорганізмами є застосування біоцидних присадок [47]. Їх застосування мінімізує життєву діяльність мікроорганізмів у середовищі палив та попереджає біологічну корозію паливних баків. Продукти згорання даних модифікаторів не повинні спричиняти негавну дію на навколишнє середовище [47]. Очевидно, що розвиток у водно-паливних системах мікроорганізмів сприяє погіршенню фізико-хімічних та експлуатаційних властивостей палив. В результаті зміни вуглеводневого складу палив, відбувається накопичення мікробного осаду та продукування стійких емульсій.

Біоцидні присадки також набули широкого застосування при дезінфекції великих резервуарів. Вони додаються до наповнення резервуара нафтопродуктом. Провідним біоцидом у світі, що застосовують для різних видів палива, є Katon FP 1.5 компанії ROHM AND HAAS (США). За номенклатурою Міжнародної спілки теоретичної та прикладної хімії активні компоненти Katon FP 1.5 визначають як

5-хлоро2-метил-4-ізотиазолін-3-один



і 2-метил-4-ізотиазолін-3-один



У таблиці 1.3 [47] висвітлено асортимент біоцидних присадок.

Таблиця 1.3

Асортимент біоцидних присадок [47]

Присадка	Концентрація, %
Етиленгліколь монометил ефір FS2	0,1–0,15
Біофор F	0,1–0,15
Диметилдиалкіламонійхлорид	0,05
Диметилалкілбензиламонійхлорид	0,05
PFA-55 MB	0,05–0,15
8-оксихінолін	0,2
Дисаліцилденпропандіамін	0,1
1,2-діамінопропан (гексаметилдіамін)	0,04
Етилендіамін, гідроксиламін солянокислого або метиламін виннокислий	0,12
Триметиламін	0,16

Солі цинку синтетичних жирних кислот, змішані солі цинку і ртуті оцтової та олеїнової кислот	0,05–0,1
Н-бутиламін	0,08
Бактеріофунгіцидна присадка	0,1
BIOCONTROL MAR-71	0,3
Wynn`s Fuel Biocide	0,1
Katon FP 1.5	0,015–0,03
Alprocid-BDL	0,1
Alprocid-BDZ	0,1

В Україні серед біоцидних присадок в різних галузях промисловості застосовують такі сполуки диметилдіалкіламонійхлорид ($[(R_2(CH_3)_2N]Cl)$ і диметилалкілбензиламонійхлорид ($[R(CH_3)_2NC_6H_5-CH_2]Cl)$ [47]. Також їх застосовують і для моторних палив.

Наноприсадки покращують низку властивостей моторного палива, серед яких: підвищення екологічності палива, збільшення вихідної потужності, збільшення строку служби двигунів, мінімізація вібрації двигуна, мінімізують питомі витрати палива, мають низьку токсичність, покращують якість палива для двигунів внутрішнього згорання [19].

Застосування присадок 6-го покоління, ефективних багатофункціональних наноприсадок, до вуглецевого палива є універсальним методом модифікації екологічних та експлуатаційних властивостей палив.

Відомими є модифікатори палив, створені на основі ароматичних амінів, вони збільшують показник октанового числа автомобільних бензинів. Проте, дані присадки мають схильність до продукування смол, органічних осадів та відкладень у системі, що подає паливо, також має фазову нестабільність і погіршення корозійної стійкості. Для усунення наведених вище недоліків даних модифікаторів, до складу палива додають миючі присадки та інгібітори корозії.

Багатофункціональні наноприсадки до моторних палив, що включають до свого складу компоненти, які підвищують значення октанового числа, та до того ж мають відповідні експлуатаційні, антикорозійні властивості дають можливість примножити випуск неетильованих високооктанових автомобільних бензинів. Використання наноприсадок даного типу до палива забезпечують двигуну ряд переваг: зменшує викиди вуглеводнів на 55% та оксиду вуглецю 62%, підвищує продуктивність двигуна, мінімізує витрати палива на 5% та мінімізує рівень викидів вихлопних газів в атмосферу [19].

Моторні палива, до складу яких входять наноприсадки вирізняються своєю малою токсичністю відпрацьованих газів у результаті експлуатації. Відомі цетано підвищуючі наноприсадки, за допомогою дії яких можливо підвищити значення на 10 одиниць при дозуванні в 5%, та присадки за допомогою яких можливо регулювати в'язкість та збільшувати повноту згоряння палива.

Різні наноприсадки придатні до застосування підбираючи їх за властивостями. Необхідно ретельно аналізувати рекомендації щодо різних представників наноприсадок до палива, що з'являються в науковій літературі.

Отже, практичне застосування властивостей наноприсадок до моторного палива викличе технічний прогрес сучасної автотранспортної галузі, проте, не треба забувати про екологічні аспекти і тому актуальною ще є розробка відповідних стандартів безпеки [19].

1.3.2. Модифікація властивостей біобензину за допомогою нанокарбонових матеріалів

Для скорочення споживання палив нафтового походження є доцільним застосування компаундованого палива, що включає до свого складу паливний етанол [48]. Проте, етанольне паливо має низку недоліків при його експлуатації, через які неможливе його широке впровадження у немодифікованому вигляді. Мова йде про

такі недоліки етанольного палива як: незадовільні трибологічні властивості і знижена теплотворна здатність.

У світі найбільшого застосування для покращення змащувальних властивостей біобензинів використовують металокомплексні сполуки, а саме ДФ-11 (діалкілдитіофосфат цинку).

Дані модифікатори етанольних палив включають до свого складу агресивні елементи такі як: сірку, атоми важких металів, фосфор. Проте застосування металокомплексних сполук у складу моторних палив збільшує значення параметра токсичності відпрацьованих газів.

Також відомими у застосуванні, для покращення трибологічних властивостей, є дисперсії функціональних нанорозмірних частинок багатоманітного походження (дисульфід та трисульфід молібдену і вольфраму, наночастинки міді). Проте дані присадки через наявність у їх складі важких металів, сприяють утворенню відкладень у двигуні, що також підвищує концентрацію токсичності викидів відпрацьованих газів.

В Інституті біоорганічної хімії та нафтохімії НАН України було синтезовано та досліджено багатофункціональну присадку - нанорозмірні карбонові кластери – оніони (CNOs). Також було досліджено їх вплив на сумішеві палива, що включають до свого складу етанол.

Науковцями [49] було проведено ряд досліджень властивостей, які мають етанольні палива з додаванням присадки CNOs. У результаті досліджень було виявлено поліфункціональні властивості даної присадки. Немало важливим є факт того, що для покращення властивостей компаундованого сумішевого палива необхідна концентрація у межах від 0,01 до 0,001 %, мас., що становить на 2–3 порядки менше, в порівнянні з присадками, що набули найбільшого поширення у промисловості.

В Інституті біоорганічної хімії та нафтохімії НАН України провели порівняння властивостей біопалива Е-85, що включає до свого складу високий вміст

етанолу (85 %, об.) та нанорозмірну карбонову присадку CNOs, (концентрації 0,01 %, мас.), з традиційними моторними паливами.

Для проведення випробувань науковцями було створено дві рецептури сумішевого палива (таблиця 1.4) перша - сумішеве паливо E-85 та друга - з додаванням присадки CNOs (сумішеве паливо E-85*) [49].

Таблиця 1.4

Рецептури сумішевого палива [49]

№ п/п	Компонент компаундованого палива	Вміст компоненту (% , об.)	
		Сумішеве паливо E-85	Сумішеве паливо E-85*
1	Етанол (КМПА)	85,0	85,0
2	Автомобільний бензин А-80	8,0	8,0
3	Бензин газовий стабільний	7,0	7,0
4	CNOs	0	0,0001 – 0,1*

Компаундовані палива, що включають до свого складу етанол, мають високу теплоту випаровування палива, наслідком чого виникають складнощі зі запуском двигуна. Нижня межа випаровуваності етанольного палива становить -15 °С [50]. При нижчих температурах щільність парів даного палива є нижчою за межу ланцюгового горіння, тому для утворення суміші їх недостатньо.

Поліпшення холодного пуску можливо досягнути шляхом додавання в паливо легколетких компонентів, таких як: ізопентану, бутану, газового бензину [50]. Тиск насичених парів легколетких компонентів бензинів наведено в табл. 1.5 [51].

Таблиця 1.5

Значення тиску насичених парів (ТНП) автомобільних палив та їх компонентів [51]

Назва	ТНП, кПа (38 °С)
Етанол*	18

Вуглеводневе паливо (автомобільний бензин)*	56,32
Е-85	26,4*
Пропан	900 (15°C)
Бутан	350
Діетиловий етер	123,4
Метил-трет-бутиловий етер	61,2
Ізопентан	125

Авторами роботи [49] дослідження температури насичених парів проводили використовуючи абсолютований етанол та паливо марки Е-85 на його основі. Дане паливо насичували пропан-бутановою сумішшю, яка має стабільний склад та продукується промисловістю. Процес насичення етанольного палива та чистого етанолу проводили барботуванням суміші вуглеводнями C_3-C_4 тривалістю 5 хвилин. Отримані результати наведено в таблиці 1.6 [49].

Таблиця 1.6

Вплив способу обробки палива вуглеводнями на значення тиску насичених парів (ТНП) [49]

Проба палива	Спосіб обробки вихідного палива	ТНП, кПа (t= 38 °C)
Етанол абс.	Без обробки	14,5
Етанол абс.	Барботування суміші C_3-C_4	80,64
Паливо Е-85	Без обробки	26,4
Паливо Е-85	Барботування суміші C_3-C_4	110,68

З даних цієї таблиці ми можемо бачити, що пропускання пропан-бутанової суміші крізь компаундоване паливо дало позитивний результат, оскільки спостерігається значення зростання значень температури насичених парів палива

(ТНП). Процес насичення можливо регулювати для отримання конкретного значення параметра ТНП, проте це викликає ускладнення при приготування компаундованих палив.

Дослідження впливу унікальних наночастинок [105], на значення температури насичених парів сумішевого етанольного палива було досліджено авторами роботи [49]. Серед нанорозмірних матеріалів було обрано синтезовані ними нанорозмірні кластери $CNOs_n Br$ (у якості модифікатора).

Як ми можемо бачити з рисунка 1.5 [49] значення параметра ТНП, через деякий проміжок часу, знано зростають при додаванні нанорозмірних кластерів $CNOs_n Br$ (у порівнянні з вихідною сумішшю. До того ж автори стверджують, що сумішеве етанольне паливо з даним модифікатором зберігає свої властивості до 6 місяців.

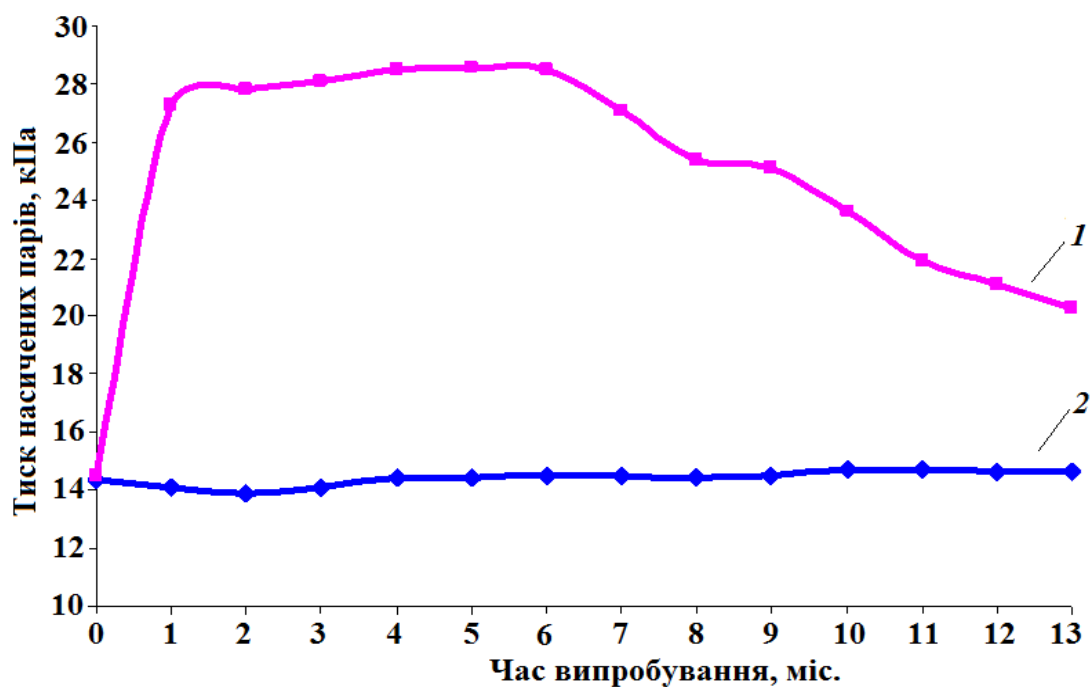


Рис. 1.5. Зміна значення тиску насичених парів сумішевого етанольного палива у часі: 1 – паливо E-85* (E-85 + $CNOs_n Br$ (0,01 %, мас.); 2 – базове паливо E-85 [49]

Дослідження параметра корозійної активності сумішевого етанольного палива після додавання нанорозмірних кластерів $CNOs_n Br$ було досліджено [49] методом дії даного палива на мідну пластинку. Ці дослідження показали, що даний модифікатор

знижує показники корозійності біобензинового палива марки Е-85 на 1. Подібні показники доліджено [49] для інших представників сумішевого палива у таблиці 1.7.

Таблиця 1.7

Корозійні властивості паливних композицій [49]

№	Склад паливної композиції	Ступінь корозії
1	КМПА	2а
2	КМПА + CNO _{s_n}	1а
3	Аи-80	1б
4	Аи-80 + CNO _{s_n}	1а
5	Е-85	2а
6	Е-85 + CNO _{s_n}	1а
7	Е-85 + Ацетилацетон	2а
8	Е-85 + Ацетилацетон + CNO _{s_n}	1б
9	Е-85 + Саліциловий альдегід	1б
10	Е-85 + Саліциловий альдегід + CNO _{s_n}	1а
11	Е-85 + ТЕПА	1б
12	Е-85 + ТЕПА + CNO _{s_n}	1б
13	Е-85 + ТЕТА	1а
14	Е-85 + ТЕТА + CNO _{s_n}	1а
15	Е-85 + Родео	1б
16	Е-85 + Родео + CNO _{s_n}	1а
17	Е-85 + моноетаноламін	1б
18	Е-85 + моноетаноламін + CNO _{s_n}	1а
19	Е-85 + діетаноламін	1б
20	Е-85 + діетаноламін + CNO _{s_n}	1б
21	Е-85 + триетаноламін	2б
22	Е-85 + триетаноламін + CNO _{s_n}	1б
23	Е-85 + триетиламін	1а
24	Е-85 + триетиламін + CNO _{s_n}	1а

Присутність модифікатора CNO_{s_n} у складі сумішевих альтернативних палив, покращує показники антикорозійну стійкість палива. Навіть за присутності інгібіторів корозії дана присадка покращує показники.

Нанорозмірні кластери $CNO_{s_n}Br$ впливають також на трибологічні показники етанольних палив. Випробування [52] показали, що даний модифікатор позитивно діє на трибологічні характеристики палив, це можливо бачити на рисунку 1.6 [49].

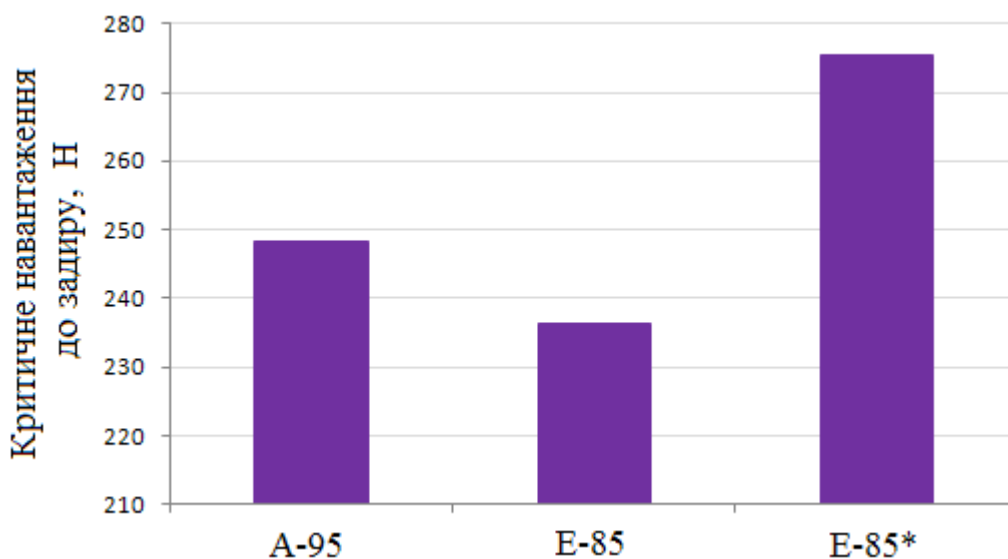


Рис.1.6. Значення критичного навантаження до задиру дослідних зразків палив[49]

1.3.3. Компаундування палив методом кавітації

На сьогодні відомо багато технологій компаундування палив, вони відрізняються між собою впливом на навколишнє середовище, енергозатратністю та виробничою ефективністю. Найперспективнішою вважається технологія кавітації палива. Даний метод сприяє підвищенню значення октанового числа, забезпечує гомогенність суміші [53,54]. Кафедрою екології Національного авіаційного університету [55] було здійснено випробування ефективних показників компаундованого палива, що включає до свого складу бензинове паливо марки А-92 та етиловий спирт у різних кількостях : 5%, 10%, 20%.

Для проведення даного дослідження авторами [55] було обрано бензин марки А-92 та етиловий спирт, з яких були створені зразки сумішевого палива механічним

способом з різним відсотковим вмістом етанолу. Після відстоювання даних зразків визначили їх показники октанового числа (RON, MON, AKI) на октанометрі SX-300. Результати випробувань наведені у таблиці 1.7 [55].

З даних видно, що значення октанового числа при механічному способі компаундування палив збільшилось для проби, що містить 5% етанолу в своєму складі: RON зросло на 5,8 од., MON та AKI на 5,5 од. Проби палив з вмістом етанолу 10% та 20% показали на октанометрі SX-300 значення “0,00” (нулі), що говорить про те, що позначки сягали значень вищих за 125 од. Дана інформація вказана у poradнику до даного пристрою [пункт 3.5.6, ст. 15 «Руководство пользователя»].

Наступні зразки компаундованих палив, з дотриманням тих самих пропорцій, були компаундовані кавітаційним способом. Так само, для них визначали [55] значення октанового числа на пристрої SX-300. Результати отримані авторами праці [55] наведені у таблиці 1.8.

Кавітаційний спосіб забезпечує взаємодію етилового спирту з бензином марки А-95 на молекулярному рівні. В результаті даної взаємодії октанове число проб сумішевого палива перевищило позначку в 125 од., що висвітлено у таблиці 1.8. Також авторами даної праці [55] було виявлено, що кількості прозорого осаду було більше на відміну від проб палива, що було компаундовані механічним способом.

Таблиця 1.7

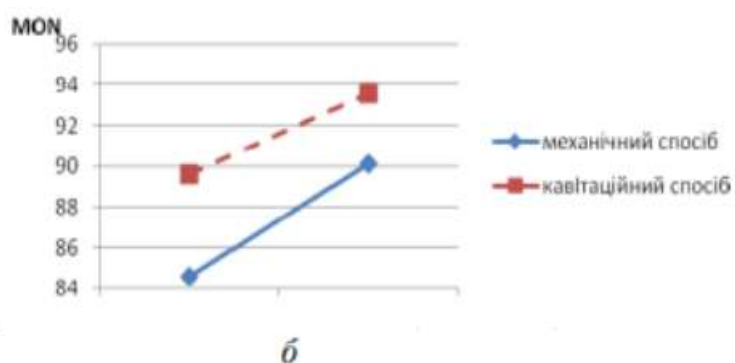
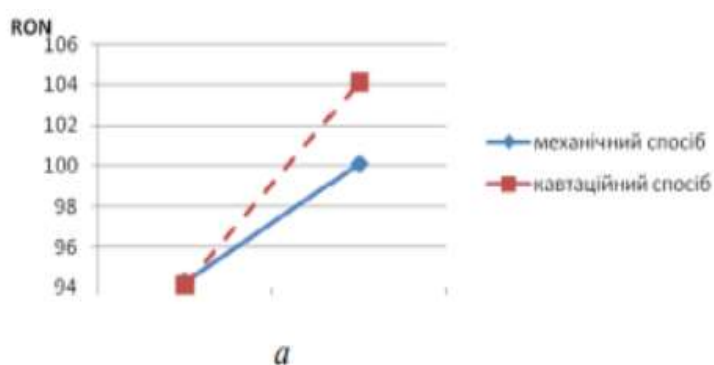
Механічне компаундування бензину А-92 з етиловим спиртом [55]

Параметр	Вихідні характеристики	Вміст етилового спирту у суміші з бензином марки А-92, %		
		5	10	20
RON, од.	94,3	100,1	>125	>125
MON, од.	84,6	90,1	>125	>125
AKI, од.	89,6	95,1	>125	>125

Кавітаційне компаундування бензину А-92 з етиловим спиртом [55]

Параметр	Вихідні характеристики	Вміст етилового спирту у суміші з бензином марки А-92, %		
		5	10	20
RON, од.	94,3	>125	>125	>125
MON, од.	84,6	>125	>125	>125
АКІ, од.	89,6	>125	>125	>125

З рисунку 1.7. ми можемо бачити, що зростання октанового числа прямо пропорційно зростанню відсоткового вмісту етилового спирту в компаундованому паливі як при механічному способі так і при способі кавітації. Проте кавітаційним способом утворюється суміш, що є більш гомогенною та октанове число має більшої значення. Автори праці [55] зробили висновок, що здатність компонентів компаундованого палива до розшарування значно менша.



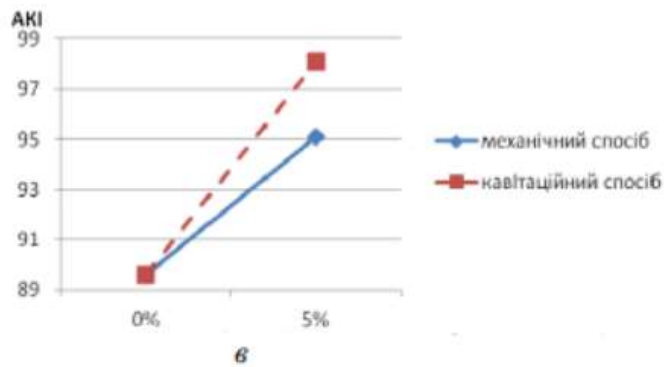


Рис. 1.7. Залежність величини октанового числа суміші бензину А-92 від способу компаундування: *a* — октанове число визначене дослідним методом; *б* — октанове число визначене моторним методом; *в* — антидетонаційний коефіцієнт [55]

1.3.4. Модифікація фізико-хімічних та експлуатаційні властивостей традиційних палив силовими полями

Автомобільна галузь все більше спрямує свою увагу на пошук нових методик, що дадуть змогу зменшити негативний вплив на навколишнє середовище та підвищити економію палива. Застосування магнітного поля до паливопроводу дає змогу досягти перерахованих даних цілей.

Процес горіння відбувається внаслідок контакту палива з киснем. Через недосконалість даного процесу утворюються шкідливі забруднювачі (СО, NO_x та багато інших компонентів) які потрапляють в атмосферне повітря. На сьогодні існує багато методів [56], які довершують дане горіння, такі як каталітичні процеси, MPFI, EGR, PCV.

Для того щоб провести іонізацію палива використовують постійні магніти, які виготовляють зі сплаву неодиму чи заліза і бору за температури 3500 °С. Даний процес відбувається при взаємодії молекули вуглеводню з молекулою кисню, під дією магнітного ефекту. Відбувається поляризація вуглеводневого палива. Викиди забруднювачів атмосферного повітря зменшуються [57]. Покращується повнота згоряння палива, подовжується термін служби двигуна, що мінімізує витрати на обслуговування транспортного засобу.

Дія магнітного поля позитивно впливає на в'язкість вуглеводнів, які входять до складу палива, зменшуючи значення даного показника. Під дією силового поля відбувається стоншення палива, що покращує розпилення палива і таким чином призводить до повного згоряння палива у камері двигуна.

Під дією магнітного ефекту спостерігається зменшення витрат палива при експлуатації. Економія палива під дією силового поля зростає до 9,36%.

Застосування магнітної дії різної сили дає відмінні результати. В результаті впливу сильних магнітів молекули палива здатні модифікувати свої фізико-хімічні та експлуатаційні властивості. Частина з них розділяється та піддається іонізації, при цьому рухаючись у протилежному до напрямку силового поля. Про зміну на молекулярному рівні палива під дією силового поля свідчать результати: температури спалаху, фракційного складу палива, хроматографічного аналізу, кислотності октанового числа, йодного числа та фактичних смол [58].

Було досліджено [58,59], що магнітне поле при взаємодії з вуглеводневим паливом змінює його структуру та властивості, такі як:

- зниження сили поверхневого натягу;
- підвищення розчинності кисню в паливі;
- підвищення ядерної поляризації;
- збільшення швидкості горіння палива;
- пускові властивості покращуються;
- зменшення вмісту фактичних смол;
- зростання показника температури спалаху в закритому тиглі;
- покращення екологічних властивостей;
- збільшення повноти згоряння палива.

Важливо зауважити на тому, що універсального виду магнітного модифікатора для всіх видів палив немає. Магнітне поле з різними заданими параметрами діє по різному на різні види палив.

1.4. Висновки до розділу

Проаналізовано сучасний стан використання біопалива в Україні та світі. Біодизель є перспективним видом альтернативного паливом [60]. Він має подібні властивості до свого традиційного аналога, при тому може мінімізувати вуглецевий слід та викиди парникових газів.

Досліджено фізико-хімічні та експлуатаційні властивості біодизелів та біобензинів.

Проаналізовано сучасні методи модифікації палив щодо усунення недоліків, що виникають у результаті експлуатації біопалива.

РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Об'єкт дослідження

В якості об'єкта дослідження обрано процес зміни експлуатаційних та фізико-хімічних властивостей біопалив при взаємодії з модифікаторами. У розділі 1 було наведено класифікацію модифікаторів моторних палив та їх коротку характеристику.

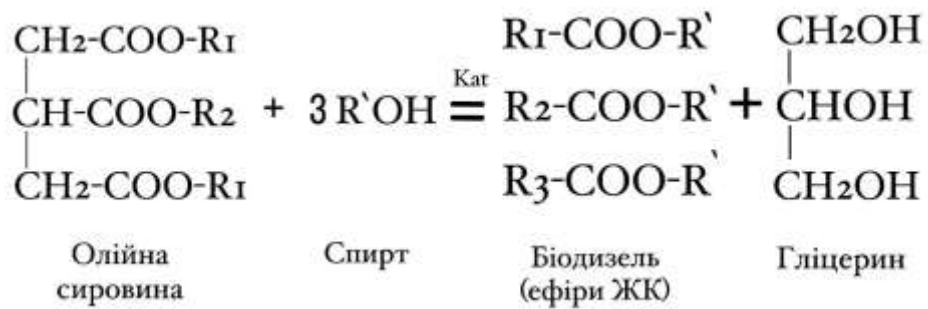
Під час проведення дослідження даної роботи було використано такі предмети дослідження, а саме:

- Етилові естери фритюрної олії.
- Нанорозмірні карбонові кластери – оніони (CNOs).

Паливо біодизельне та нанорозмірні карбонові кластери – оніони (CNOs), які були синтезовані та взяті в Інституті біоорганічної хімії та нафтохімії імені В. П. Кухаря НАН України.

2.1.1. Етилові естери фритюрної олії

З точки зору хімії біодизельне паливо представляє собою суміш етилових естерів насичених і ненасичених жирних кислот. Під час реакції (пере)естерифікації естери очищеної фритюрної олії вступають в реакцію з етиловим спиртом у присутності каталізаторів (зазвичай, лужних – NaOH, NaOCH₃ або KOH). Після процесу відстоювання та охолодження суміш розділяється на дві фракції – легку та важку. У якості легкої фракції виступає етиловий ефір (рис.2.1.), та важкої – гліцерин. Загальна реакція продукування біодизельного палива наведена нижче:



де R1,R2,R3 – залишки ненасичених або насичених кислот.



Рис. 2.1. Етилові естери фритюрної олії

2.1.2. Нанорозмірні карбонові кластери - оніони (CNOs)

На сьогодні наноматеріали унікальні властивості, які можливо застосовувати в енергетиці, біології, медицині, тощо [61,62].

Карбонові матеріали представляють інтерес для більшого поглиблення у дослідження та можливості застосування. Преставниками карбонових матеріалів є: фулерени, наноалмази, аморфний вуглець, вуглецеві нанотрубки і волокна, та інші [63]. Протягом останніх років на основі фулеренових похідних одержано велику кількість перспективних матеріалів, таких як: молекулярні феромагнетики, надтверді композити, рідкі кристали, анізотропні провідники та напівпровідники та інші.

Нова алотропна форма карбону, яка вперше була синтезована Д. Угарте в 1992 році, займає особливе місце серед нових карбонових наноструктур. Саме вона модифікація є перспективною не тільки як об'єкт наукових досліджень, а і в якості матеріалу для практичного застосування [64]. Дані багатосферичні структури представляють собою нанометрові полішаруваті концентричні графеноподібні оболонки, які містять не тільки шестичленних циклів а і п'яти- та семичленні карбонові цикли, через що ці нанооб'єкти мають сферичну форму [65,66].

В ідеалізованому варіанті дані наночастинки складаються з кількох десятків концентричних карбонових оболонок, відстань між якими становить біля 0,34 нм, які розташовуються навколо внутрішнього ядра фулерену C_{60} (рис.2.2) [67].

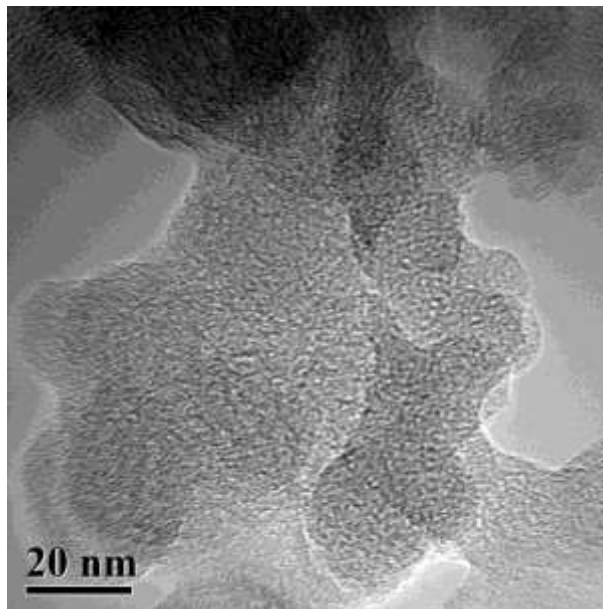


Рис. 2.2. Нанорозмірні карбонові кластери – оніони (CNOs) під мікроскопом [67]

Дані матеріали ще до сьогодні не отримали єдиної назви. Найрозповсюдженішими є такі назви: оніони (*CNOs – carbon nanoions*), карбонові кульки (*carbon balls*), карбон цибулевої структури (*углерод луковичной структуы - УЛС*), карбонові наносфери, багатокулькові фулереноподібні наноструктури (*OLF – onion-like fullerenes*), карбонові мікрокульки, мезопористі мікросфери та інші [68-70].

2.2. Методики дослідження хімотологічних характеристик сумішевого палива

2.2.1. Стандартні методики

Перерахування стандартних методів, за якими проводиться оцінка показників якості сумішевих моторних палив та їх компонентів, наведені в табл. 2.1 [49].

Таблиця 2.1

Показники та методи випробувань сумішевих палив та їх компонентів [49]

Найменування показників	Метод випробування
Октанове число:	
- моторний метод	ГОСТ 511-82
- дослідницький метод	ГОСТ 8226-82
Густина при 20 °С, кг/м ³	ГОСТ 3900-85
Тиск насичених парів, кПа	ГОСТ 1756-00
Фракційний склад, °С	ГОСТ 2177-99
Випробування на мідній пластинці	ГОСТ 6321-92
Фазова стабільність, °С	ГОСТ 5066-91

2.2.2. Метод дослідження динамічної міцності палив

Динамічну міцність (несучу здатність) обраних середовищ досліджували на чотирьохкульковій машині тертя (рис.2.3) за показником критичного навантаження за методикою ГОСТ 9490-75 “Матеріали мастильні рідкі та пластичні. Метод визначення трибологічних характеристик на чотирикульковій машині.” [71]. Даний показник виражає собою максимальну величину навантаження, за якого ще відсутній металевий контакт (задир) при терті у досліджуваному середовищі (біодизелі) стандартизованих металевих кульок, що

були виготовлені зі сталі ШХ15 (мікротвердість 64-66 HRC, параметр шорсткості $R_a < 0,25$ мкм).

Дослідження проводились при температурі 20 °С. За діаметром плям зношування сталених кульок визначали ефективність протизношувальної дії присадок.



Рис.2.3. Чотирьохкулькова машина тертя

Експериментальні умови: частота обертання верхньої навантаженої кульки відносно трьох нерушливих нижніх кульок – 1500 хв^{-1} , температура розчину – 20 °С, час випробувань при кожному навантаженні – 10 с.

Дослідження трибологічних властивостей присадок проводились у наступних середовищах:

- компонент моторного палива альтернативний,
- дизельне паливо (ГОСТ 9490-75),
- композиції сумішевого палива з різними концентраціями присадки *CNOs*.

2.2.3. Визначення протизносних і антифрикційних властивостей палив на приладі тертя АСК-01

Порівняльні випробування палив проводять за методикою НАУ: «Визначення протизносних і антифрикційних властивостей на приладі тертя АСК-01» (Затверджено УкрНДНЦ хімотології та сертифікації ПММ і ТР, діє з 01.12.2011г.) [72,73].

Сутність даної методики полягає в оцінюванні якості дослідних зразків паливно-мастильних матеріалів за їх протизносними і антифрикційними властивостями на інформаційно-вимірювальному комплексі НАУ-01 в умовах тертя, які є максимально наближеними до реальних умов експлуатації механізму та конкретного трибовузла.

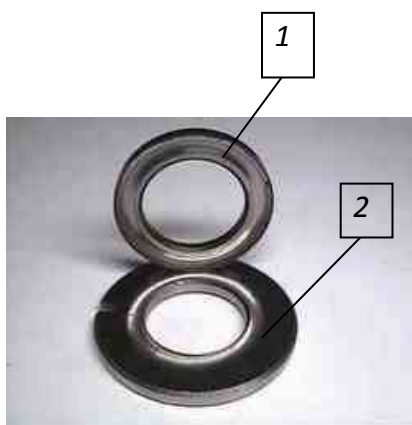


Рис. 2.4 Випробувальний вузол для моделювання тертя ковзання: 1 – контр зразок; 2 – нерухомий плоский зразок [49]

Випробування проводять на машині тертя АСК-01 за умов постійних контактних напружень (автоналаштування 3D). Осьове навантаження становить 80 Н. Температура навколишнього середовища 18 °С, номінальна частота обертання контрзразка $\omega = 300$ об/хв.

2.3. Висновки до розділу

В результаті роботи над розділом було розглянуто основні методитки дослідження хімотологічних характеристик сумішевого палива, а саме метод дослідження динамічної міцності палив та метод визначення протизносних і антифрикційних властивостей палив на приладі тертя АСК-01.

Також було описано предмети дослідження даної роботи, серед яких етиліві естери фритюрної олії та нанорозмірні карбонові кластери – оніони (CNOs).

РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЇ МОДИФІКАЦІЇ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ТА ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ БІОПАЛИВ

З метою визначення напрямків модифікації експлуатаційних та фізико-хімічних властивостей біопалив в даній роботі було проведено аналіз переваг та недоліків біодизельного та біоетанольного моторних палив в порівнянні з їх традиційними аналогами. Це дозволить конкретизувати задачу щодо модифікацій властивостей біопалив.

3.1. Аналіз переваг та недоліків біодизельного та біоетанольного палива в порівнянні з традиційними представниками

У цьому пункті було наведено виокремлені переваги та недоліки представників альтернативних палив, а саме біоетанолу та біодизелю, та запропоновано методи модифікацій їх експлуатаційних та фізико-хімічних властивостей з метою усунення їх основних недоліків.

3.1.1. Аналіз переваг та недоліків біоетанольного палива

Якщо підсумувати викладену вище інформацію у розділі 1 (п.1.2.1.), то ми можемо отримати таблицю 3.1, де наведено переваги та недоліки біобензинового палива у порівнянні з традиційним бензином.

Таблиця 3.1.

Переваги та недоліки біобензинового палива з традиційним бензином

Переваги	Недоліки
<ul style="list-style-type: none">– містить меншу кількість сірки, бензолу та інших шкідливих для двигуна речовин;– підвищується детонаційна стійкість палива на 2 – 6 одиниць.	<ul style="list-style-type: none">– більша витрата палива до 3%;– можливе розшарування палива в баку;– агресивна дія на гумові та полімерні покриття;– корозійна активність;– ускладнення пуску двигуна за температури нижче -10°C;– незадовільні трибологічні характеристики етанольних моторних палив;– термін зберігання до трьох місяців.

Більшість недоліків біоетанольного палива придані до усунення шляхом засосування модифікаторів палив.

Більша витрата етанольного палива у процесі експлуатації викликана меншою теплою згорання у порівнянні з його традиційним аналогом. Дане явище пояснюється тим, що етанол має на 30 % меншу за значенням теплоту згорання, ніж традиційний бензин. Цей недолік можливо усунути шляхом обробки даного палива силовими полями у результаті чого зростає повнота згорання палива. Також, на практиці доведено, що при застосуванні сумішевого палива, яке містить до 10% етанолу, витрат палива зростає на прилизно 3%.

Біоетанольні палива мають здатність розшаруватись у баці двигуна, через фазову нестабільність палива за потрапляння вологи. Підвищити стабільність палива можливо за допомогою використання диспергируючих присадок, головне завдання яких перешкоджання розшаруванню палив.

Біобензинове паливо містить у своєму складі гідроксильну групу, це робить даний вид палива більш хімічноактивним, в результаті чого виникає корозія металів. Корозію металів можливо усунути шляхом застосування застосуванням миючих присадок, що представляють собою пакет присадок, який включає до свого складу термостійке ПАР, антиоксидант, демульгатор, антипінну добавка та безпосередньо інгібітор корозії.

Етанольне паливо має теплоту випаровування у 8-9 разів більшу, ніж його традиційний аналог. Цей параметр створює ускладнення запуску двигуна за від'ємних температур. За допомогою застосування Багатофункціонального, зимового удосконаленого пакету додатків RACHEM-BZ можливо розширити застосування біопалив і в холодний період року.

Незадовільні трибологічні характеристики біоетанольного палива можливо покращити за допомогою застосування присадки CNOs. Критичне навантаження до задиру етанольного палива з даною присадкою становить 275 Н, у той час як традиційного бензину 248 Н. Крім того, досліджено, що дана присадка є

поліфункціональною для етанольного палива та застосовується у концентраціях, що в 2-3 рази менші (0,01-0,001 %) за концентрації промислових присадок.

Агресивна дія на гумові та полімерні покриття викликана відмінними розчинними властивостями етанолу. Багатофункціональної добавка для бензину PACHEM-B200E була створена для усунення проблем що виникають при експлуатації двигуна на етаноловому паливі. PACHEM-B200E розміщує в своє складі інгібітор корозії та в той же час зміцнює дію стабілізатора рН у етанольному паливі.

3.1.2. Аналіз переваг та недоліків біодизельного палива

Якщо підсумувати викладену вище інформацію у розділі 1 (п.1.2.2.), то ми можемо отримати таблицю 3.2. де наведено переваги та недоліки біодизельного палива.

Таблиця 3.2

Переваги та недоліки біодизельного палива в порівнянні з традиційним дизельним паливом

Переваги	Недоліки
<ul style="list-style-type: none"> - вище цетанове число, що покращує якість згорання палива (щонайменше 51); - висока температура спалаху (понад 150 °C); - повнота згорання палива; - кращі екологічні властивості: зниження вмісту сірки, емісії оксиду й діоксиду вуглецю; - гарні показники біодеструкції при потраплянні у навколишнє середовище (3-4 тижні); - кращі трибологічні властивості; - знижений рівень токсичності (не містить канцерогенних речовин). 	<ul style="list-style-type: none"> - менша енергоємність, через знижену теплоту згорання, що впливає на економічність двигуна; - корозійна активність, що викликана гігроскопічністю палива; - висока температура помутніння палива; - агресивність до гумових покриттів; - термін зберігання до 3 місяців.

Більшість недоліків біодизельного палива підлягають усуненню шляхом засосування модифікаторів палив.

Через меншу теплоту згоряння біодельного палива, у порівнні з традиційним дизельним паливом, знижується і потужність двигуна та зростає витрата палива. За допомогою дії на паливо силовими полями можливо покращити згоряння палива і таким чином усунути даний недолік.

Біодизельне паливо є корозійно активним паливом. Ця властивість викликає низку негативних наслідків при експлуатації, а саме: зменшується стійкість сальників та прокладок, у форсунках утворюються тверді відкладення, відбувається забиття фільтрів, можлива відмова насосів високого тиску. Дана властивість викликана вмістом сірки у складі палива. Усунути корозійну активність палив можливо застосуванням Rachen-Anticor, інгібітора корозії до дизельних палив, пічних палив, а також інших легких і середніх дистилатів. Даний додаток до альтернативних палив має сильні протикорозійні властивості.

Високу температуру помутніння біодизельного палива можливо покращити застосуванням депресатора до біоефірів RACHEM-BioCFI- 15. Він поліпшує низькотемпературні властивості біоефірів (температура помутніння, температура плинності) та дозволяє застосовувати даний вид палива при температурах до - 15 °С.

Агресивність до гумових покриттів викликана гігроскопічністю даного палива. За допомогою використання присадки Alprosid-BDL, багатофункціонального літнього пакета добавок до біоефірів, можливо виправити багато фізико-хімічних властивостей біопалив. Вона має високу стійкість до окислення, запобігає утворенню осаду в камері двигуна та захищає біологічні ефіри при тривалому зберіганні та не проявляє корозійних властивостей.

3.2. Дослідження модифікації трибологічних властивостей етилових естерів фритюрної олії нанорозмірними карбоновими кластерами - оніонами (CNOs)

Що стосується рекомендованої олійної сировини, то слід використовувати найбільш поширені в сільському господарстві України рослинні олії. Це насамперед

ріпакова та соняшникова олії. Відпрацьована олія для смаження, яка використовується для приготування їжі, є цінною сировиною як з точки зору критеріїв стійкості, так і через свою меншу вартість. Для дослідження можливості модифікації експлуатаційних та фізико-хімічних властивостей біодизельного палива в якості об'єкта дослідження нами були обрані етилові естери фритюрної олії.

Дослідження даної олії проводили за показником критичного навантаження до задиру (методика п. 2.2.2). В якості присадки – модифікатора біодизельного палива було обрано етанольний розчин карбонових нанорозмірних сферичних кластерів CNOs, який додавали до базового палива в різних концентраціях від 0,0001% до 0,5% мас (рис. 3.1):

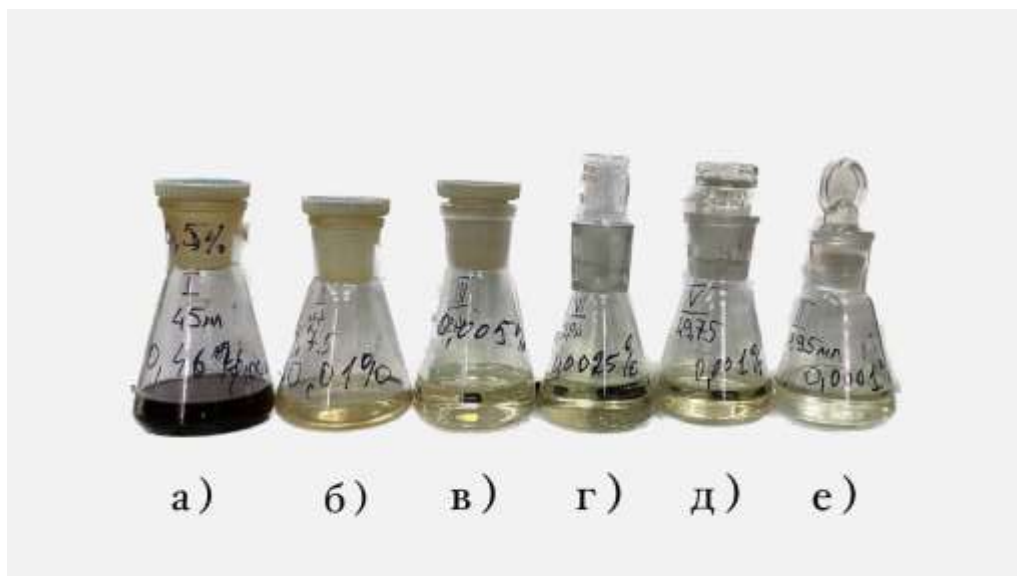


Рис. 3.1. Досліджувані зразки сумішевого палива з різними концентраціями сферичних кластерів CNOs: а) 0,46% мас б) 0,01% мас в) 0,005% мас г) 0,0025% мас д) 0,001 % мас е) 0,0001% мас

Результати досліджень етилових естерів фритюрної олії за показником критичного навантаження до задиру наведено на рис. 3.2.

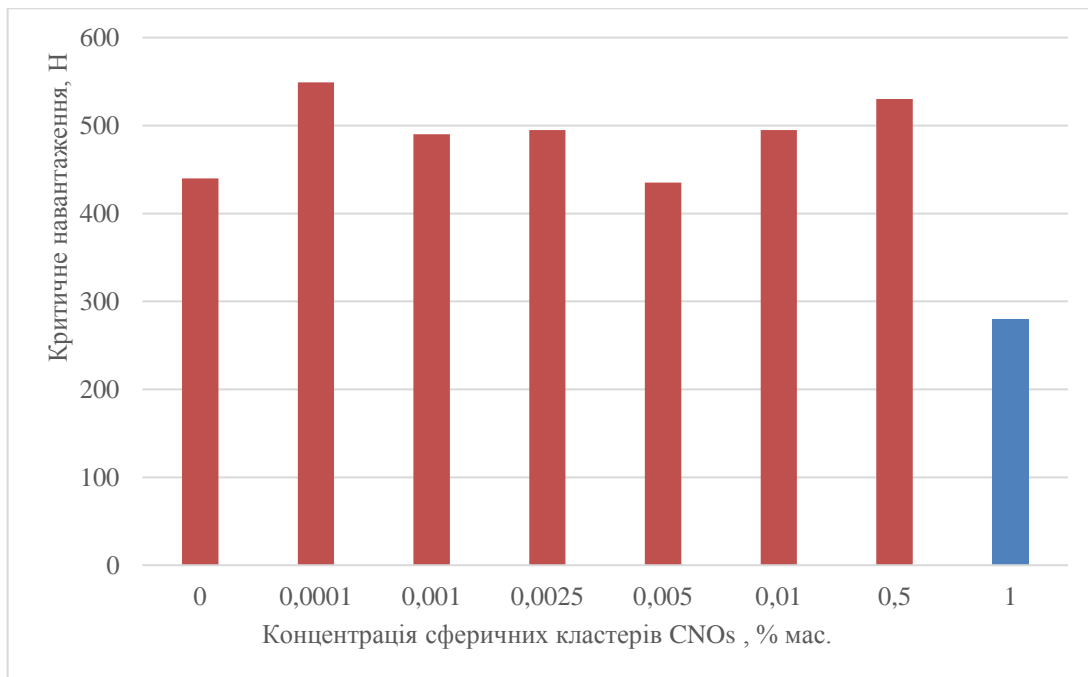


Рис. 3.2. Критичне навантаження до задиру етилофих естреїв фритюрної олії

Показовим стало те, що максимальний ефект (підвищення величини критичного навантаження на 24 %) спостерігається при мінімальних (10^{-4} % мас.) концентраціях присадки CNOs в біодизелі на основі етилових естерів фритюрної олії.

Для порівняння одержаних результатів з дизельним паливом нафтового походження, нами було проведено експериментальне визначення критичного навантаження до задиру базового ДП. Його значення становило лише 280 Н (Рис. 3.1. «1»), що є набагато нижчим за значення критичного навантаження до задиру біодизельного палива, і ще раз підтверджує актуальність теми впровадження і застосування саме біодизеля.

3.3. Висновки до розділу

В результаті проведення аналізу фізико-хімічних та експлуатаційних властивостей біодизельного та біоетального палив було визначено їх переваги та недоліки у порівнянні з їх традиційним аналогами. Також було запропоновано ряд модифікаторів палив для усунення виокремлених неліків.

У результаті проведення дослідження критичного навантаження до задиру етилових естерів фритюрної олії було виявлено, що максимального ефекту можливо вже у дуже малих концентраціях 0,0001 – 0,001% мас. наноприсадки CNOs, що робить її дуже перспективною для застосування.

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Забруднення вихлопними газами є глобальною проблемою на сьогодні. У геометричній прогресії зростає кількість автомобілів у всьому світі із кожним днем. Усе більше людей мають та експлуатують власні машини. Це має безпосередній вплив на якість повітря, особливо в густозаселених мегаполісах, де приміські зони набагато менші за скупчення автомобілів. Цей фактор має негативний вплив на організм людини.

Головна причина забруднення атмосферного повітря полягає у частковому та нерівномірному згорянні палива у двигуні. На рух автомобіля витрачається тільки 1,5 % палива, а інші 85 % - це викиди в атмосферне повітря. Найвагоміші фактори негативного впливу автотранспорту на організм людини та навколишнє середовище:

- забруднення повітря;
- забрудненню навколишнього середовища:
- вібрація;
- шум;
- виділення тепла (розсіювання енергії).

Річна сума вихлопних газів в результаті експлуатації одного автомобіля становить близько 800 кг небезпечного оксиду вуглецю, понад 40 кг оксидів азоту і більше 200 кг різноманітних вуглеводнів. Допустима концентрація оксиду вуглецю, через високу токсичність, в повітрі не повинна перевищувати значення у 1 мг/м³.

4.1. Вплив автомобільного транспорту на навколишнє середовище

Найбільшими центрами накопичення шкідливих речовин вихлопних автомобільних газів слугують міста та густонаселені райони з великими автопарками. Над великими містами атмосферний шар містить у 10 разів більше аерозолів і у 25 разів більше шкідливих газів. Вагома частка забруднення газами, що становить 60-70 % від загальної кількості, припадає на автотранспорт. Більш активна конденсація

вологи має вплив на збільшення опадів у 5-10 %. При цьому, самоочищенню атмосфери заважає зменшення сонячної радіації та швидкості вітру на 10 - 20 %.

За умови малої рухливості атмосферного повітря теплові аномалії над містами охоплюють шари атмосфери у 250-400 м, при цьому температурні контрасти можуть досягати 5-6 °С. З цим явищем пов'язані температурні інверсії, які викликають підвищене забруднення, загазованості та тумани.

Осередками забруднення атмосферного повітря під час експлуатації автотранспорту слугують двигуни внутрішнього згорання, саме вони продукують відпрацьовані гази та паливні випаровування в атмосферу. У вихлопних газах демасковано біля 280 компонентів продуктів як повного так і неповного згорання палив нафтового походження, а також неорганічні сполуки речовин, які є наявними в даному паливі. Через неповноту згорання палива причинами забруднення повітря від автотранспорту є:

- поганий стан технічного обслуговування автомобілів;
- низька якість застосовуваного палива;
- наявність свинцевих домішок у бензині;
- нерозвиненість системи управління транспортними потоками;
- низький відсоток використання екологічно чистих видів транспорт.

Вуглеводні є продуктами неповного згорання палива. Близько 39 % викидів вуглеводнів у індустріально розвинених країнах припадає на автотранспорт. В свою чергу на бензинові двигуни припадає більша частка вуглеводнів, що входять до складу відпрацьованих газів, ніж на аналогічні дизельні двигуни.

Бензопірен є одним, з найбільш небезпечних вуглеводнів, він входить до компонентного складу сирової нафти. Високі концентрації даного компоненту найбільш поширені на міських магістралях, а також поблизу автозаправних станцій.

Автотранспорт слугує головним джерелом чадного газу СО. Останній є найбільш токсичною сполукою, що спричиняє негативний вплив на здоров'я людства. Крім того, в атмосферне повітря виділяються оксиди азоту такі як NO і N₂O. В свою чергу двоокис азоту має негативний вплив не тільки на людину, а на рослини [74].

Також негативний вплив на здоров'я людини та стан природних екосистем мають сполуки сірки SO, SO₂. Вони спричиняють окиснення вод та ґрунтів.

Автотранспортна галузь викидає також важкі метали, такі як нікель, ртуть, , кадмій, цинк, залізо, хром, миш'як, марганець, берилій. Деякі представники даного переліку (миш'як, ртуть, кадмій, свинець) проявляють високотоксичні властивості в дуже дрібних концентраціях. Акумуляування важких металів у ґрунтах має вплив на їх хімічні та біологічні властивості. Дані метали накопичуються в живих організмах і потрапляють до харчових ланцюгів. Важкі метали можуть залишатися, в повітрі протягом 10 днів і мігрувати на відстані до 2000 км.

4.2. Аналіз складу відпрацьованих газів транспортних засобів

Склад відпрацьованих газів безпосередньо залежить по-перше від виду застосованого палива, якості даного палива, наявності присадок/добавок та мастил, режимів функціонування двигуна, технічного стану двигуна, умов експлуатації автомобіля та багатьох інших факторів.

З табл.4.1 ми можемо бачити, що викиди основних забруднюючих компонентів вихлопних газів від дизельних двигунів значною мірою менші у порівнянні з бензиновими двигунами. У карбюраторних двигунів токсичність відпрацьованих газів пояснюється передусім вмістом оксиду вуглецю та оксидів азоту, а в свою чергу у дизельних двигунах – наявністю оксидів азоту та сажі [75].

Таблиця 4.1

Склад відпрацьованих газів бензинових та дизельних двигунів [75]

Складові відпрацьованих газів	Концентрація, %	
	Бензиновий двигун	Дизельний двигун
Азот	74-77	74-78
Кисень	0,3-8,0	2,0-1,8
Водяна пара	2,0-5,5	0,5-9,0
Оксиди вуглецю	0,5-12	0,005-0,4
Оксиди-азоту	0,01-0,8	0,004-0,6

Діоксид сірки	-	0,002-0,02
Вуглеводні	0,2-3,0	0,01-0,3
Альдегіди	0-0,2	0,001-0,009
Сажа, г/м ³	0-0,04	0,01-1,1 та більше

Оксид карбону (II) CO, або чадний газ – безбарвний, не має запаху і слугує одним з найвагоміших забруднювачів атмосферного повітря. Продукується у результаті неповного згоряння палива. При концентраціях, які перевищують 1 % у повітрі – має негативний вплив на флору та фауну, у концентраціях, які перевищують 4 % – призводить до загибелі організмів. Токсичність чадного газу пояснюється його здатністю перешкоджати еритроцитам затримувати кисень, що в наслідку спричиняє кисневе голодування організму, яке може викликати смерть.

Оксиди азоту (N₂O, NO, NO₂, N₂O₃, N₂O₅) небезпечніші для організму людини за оксиди карбону у 10 разів. Вони продукуються у результаті недосконалого згорання палива у камері двугуна. Надлишок оксидів азоту спричиняє появу кислотних дощів. У результаті взаємодії з водою у дихальних шляхах людини, дані оксиди утворюють азотну кислоту, яка викликає сильні подразнення слизових оболонок, що призводять до тяжких захворювань. Листя рослин може поглинати оксиди азоту та після цього перші втрачають кормові якості та хворіють.

Сірчисті ангідриди SO₂, SO₃ зазвичай є продуктами згорання дизельного палива. При наявності їх у високих концентраціях у рослинах зникає хлорофіл, через що клітини гинуть та відбувається відмирання тканин. Майже повний некроз гілок у хвойних дерев та їх повне опадання може бути спричинене інтенсивним впливом сірчистих ангідридів. Оксиди сірки є подразниками слизових оболонок очей і дихальних шляхів. Дія даного газу призводить до виникнення хронічних гастритів, бронхітів, гупатопатії, ларингітів та безлічі інших хвороб. Крім того існує прямопропорційний зв'язок між вмістом сірчистих сполук в атмосферному повітрі та рівнем смертності від раку легенів.

Альдегіди - група речовин, що продукуються у вихлопних газах автотранспорту в результаті недосконалого згоряння палива. Дані сполуки мають їдкий запах.

Альдегіди мають негативний вплив на здоров'я людини. Формальдегід спричиняє роздратування очей та носоглотки, кашель, нежить та утруднення дихання.

Сажа - це у більшості випадків малі частинки вугілля, що абсорбують потенційно шкідливі речовини, як-от полі-ароматичні вуглеводи, які викликають утворення ракових клітин. Крім того, дані частинки вугілля доволі малі та проникають глибоко в легені людини під час дихання.

Шумове забруднення. Під шумовим забрудненням розуміють всі неприємні чи небажані звуки або їх сукупність, котрі заважають працювати, відпочивати тощо та викликають різноманітні порушення екосистем. Шум негативно впливає на здоров'я людей, там самим знижуючи їх працездатність, а також призводять до хвороби нервової та ендокринної систем, серцево-судинної системи та органів слуху. Джерелами шуму здебільшого слугують саме транспортні засоби: літаки, потяги, автомобілі тощо. З метою мінімізування негативно діючого шуму на здоров'я людей необхідно створювати шумовловлювальні екрани та посадки зелених рослин. Одним із варіантів мінімізування шумового забруднення є застосування безшумних механізмів.

Вібрації є наслідком діяльності залізничного, автомобільного, та авіаційного транспорту тощо. Довготривалі вібрації продукують сильну втому та порушують функціональність організму, через що призводять до струсу мозку, деформації м'язів, порушення діяльності нервової і серцево-судинної систем, кровообігу тощо.

Таблиця 4.2

Вплив режимів руху автомобіля на концентрацію токсичних речовин у відпрацьованих газах [76]

Режим роботи двигуна	Оксид вуглецю, %	Вуглеводні, мг/л	Оксиди азоту, мг/л
Холостий хід	4-12	2-6	-
Примусовий холостий хід	2-4	8-12	-
Повне навантаження	2	0,7-0,8	4-8

Кількість шкідливих речовин, що надходять у повітря в районі розташування АЗС та АЗК з пропускною здатністю близько 250 автомобілів, наведено у табл.4.2 [75]. З даних цієї таблиці, АЗС являють собою потенційно небезпечні об'єкти для житлових масивів. Для підприємств-забруднювачів такого класу небезпеки санітарно-захисна зона має становити 50-100 м, але в індустріальних містах з високою щільністю населенні ці вимоги порушуються (табл. 4.3) [76].

Таблиця 4.3

Середні питомі викиди (коефіцієнти викидів) автотранспорту [76]

Вид забруднюючої речовини	Середній викид (середня швидкість транспорту 31,7 км/год)	
	За годину	На кілометр
Оксид вуглецю, г	752	23,7
Неспалені вуглеводні, г	29,4	0,93
Оксиди азоту, г	33,2	0,05
Свинець, г	1,11	0,035
Сумарна кількість газів (температура 0 °С), м ³	28,95	0,914
Середня витрата палива, кг	2,75	0,087

4.3. Сировина для виробництва альтернативних палив

На сьогодні одними з найбільш перспективних альтернативних палив для автомобільного трастпорту є: біоетанол, біодизель та стиснений пригородний газ (СПГ).

Сировина для виготовлення біопалив може бути різноманітною. Рослинні олії набули найбільшого поширення через наявність в їхньому складі жирних кислот. Дані компоненти включають до складу кисень, який, в свою чергу, має вуглеводневу основу.

Найбільшого поширення для виготовлення біопалив серед сільськогосподарської продукції набули: соняшник, ріпак, соя, кукурудза, льон,

цукрова тростина, пальмова тростина, мікрородості та ін. Дана продукція може вирощуватися спеціально для продукування біопалив та навіть придатна для синтезування у вигляді відходів сільськогосподарської газулі. Навмисне вирощування вищенаведених культур не є раціональним, через додаткове виснаження земель та підвищення попиту у харчовій промисловості. Проаналізувавши загальновідомі показники ми можемо бачити, що на 1 гектар землі, на якому було вирощено олійну сировину, дотримуючись спеціальних вимог, припадає близько 1 т біодизельного палива (таблиця 4.4) [77].

Таблиця 4.4

Виробництво олії із різної сировини з 1 гектару за 1 рік [77]

Сировина	Маса, кг олії/га	Об'єм, л олії/га	Сировина	Маса, кг олії/га	Об'єм, л олії/га
Кукурудза	145	172	Какао	863	1026
Кеш'ю	148	176	Арахіс	890	1059
Овес	183	217	Мак	978	1163
Люпин	195	232	Ріпак	1000	1190
Календула	256	305	Олива	1019	1212
Бавовна	273	325	Кастор	1188	1413
Коноплі	305	363	Пекан	1505	1791
Соя	375	446	Жолоба	1528	1818
Кава	386	459	Ястрофа	1590	1892
Льон	402	478	Горіх макадамі	1887	2246
Лісний горіх	405	482	Бразильський горіх	2010	2392
Насіння гарбуза	449	534	Авокадо	2217	2638
Коріандр	450	536	Кокос	2260	2689
Насіння гірчиці	481	572	Пальмова олія	5000	5950
Рижик	490	583	Рис	696	828
Кунжут	585	696	Водорості	-	9500
Сафдор красильний	655	779			
Соняшник	800	952			

Враховуючи викладену вище інформацію є більш доцільно використовувати відпрацьовані продукти сільськогосподарської галузі, лісового господарства, та, безпосередньо побутових відхів. Для прикладу: фритюровані олії, стічні води, добриво (перегній), солома, залишки продуктів харчування, лушпиння, жири тварин, лісоматеріал,. Анаеробне травлення дозволяє використовувати цю сировину для синтезу біогазу.

Декілька років тому ріпак був найпопулярнішою сировиною для синтезу біопалив, але наслідком його вагомого вирощування стало швидке виснаження родючих земель. Крім того даний представник олійних культур є примхливою до кліматичних умов рослиною. Враховуючи вищезазначену інформацію застосування ріпаку як олійної сировини не є раціональним.

Однією з перспективних представників олійної сировини для продування біопалив є рижій. Процес його вирощування набагато простіший за процес вирощування ріпаку, через те, що не вимагає особливих кліматичних умов. Наявність у його складі ненасичених жирних кислот, з присутніми подвійними зв'язками, у характеризуються порівняно низькою температурою застигання (-18 °C) з іншими олійними культурами [77].

4.3. Висновки до розділу

Вплив палив традиційного нафтового походження на навколишнє середовище викликає: забруднення атмосферного повітря, через недосконалий процес згорання палива у камері двигуна; забруднення вод та ґрунтів, через розлиття; виділення великої кількості вуглекислого газу та метану, що мають безпосередній вплив на підвищення парникового ефекту на планеті.

Проаналізовано склад відпрацьованих газів які виділяються у результаті неповного згорання палива у камері двигуна внутрішнього згорання, серед яких такі гази як: чадний газ, оксиди азоту та ангідриди сірки. На сьогодні застосування палив з поновлюваної сировини слугує одним з перспективних методів зменшення кількості

вихлопних газів в атмосферне повітря. У процесі порівняння традиційних видів палив з паливами альтернативного походження, останні є безпечнішими з екологічної точки зору.

Для України дуже перспективним є продукування та застосування біопалив виготовлених саме з рослинної сировини.

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1. Вступ

У хімічних лабораторіях, які проводять контроль якості нафтопродуктів, присутня велика кількість факторів, що мають негативний вплив на здоров'я та організм працівників, викликаючи ряд небезпечних та хронічних захворювань.

Затверджені норми з охорони праці перелічують та контролюють перелік небезпечних для працівника факторів. Головною задачею охорони праці - створення безпечних умов праці, шляхом мінімізування впливу усіх небезпечних факторів на здоров'я працівника та одночасно створення умов праці для максимальної ефективності роботи.

Заходи з охорони праці були розроблені для працівника лабораторії з контролю якості нафтопродуктів.

Аналіз умов праці проведено для приміщення навчально-наукової лабораторії альтернативних моторних палив на базі Факультету екологічної безпеки, інженерії та технологій Національного авіаційного університету.

5.2. Аналіз умов праці на робочому місці

5.2.1. Організація робочого місця

Робочим місцем називають територію, де постійно або тимчасово перебуває людина у процесі праці.

Параметри навчально-наукової лабораторії: площа стін - $85,12 \text{ м}^2$; площа вікон - $9,74 \text{ м}^2$; висота - $3,05 \text{ м}$; площа приміщення - $51,36 \text{ м}^2$; об'єм приміщення - $286,05 \text{ м}^3$.

За нормативним регламентом на одного працівника такі мінімальні параметри: об'єм приміщення - 15 м^3 ; площа - $4,5 \text{ м}^2$; висота - $3,2 \text{ м}$.

В приміщенні працювало 3 особи. На кожну особу припадало по 17,12 м² підлоги, що задовольняє санітарні норми СН 245-71.

Для виконання експериментальної частини роботи видно, що для проведення дослідження були застосовані хімічні реагенти та матеріали, лабораторний посуд, електрична енергія.

Для виконавця експериментального дослідження небезпечним та шкідливими виробничими чинниками були:

- виробничий шум;
- ураження електричним струмом;
- параметри повітря у робочій зоні;
- виробниче освітлення;
- пожежна небезпека.

5.2.2. Мікроклімат виробничих приміщень

Мікрокліматом виробничих приміщень прийнято вважати умови внутрішнього середовища даних приміщень, які мають вплив на обмін теплом працюючого з навколишнім середовищем за допомогою кондукції, конвекції, випаровування вологи та теплові випромінювання. Умови внутрішнього середовища визначаються комплексом температури, швидкості руху повітря, інтенсивності інфрачервоного (теплого) випромінювання, відносної вологості повітря, температури поверхонь, які оточують людину.

Порушення параметрів мікроклімату мають негативний вплив на терморегуляцію організму людини, наслідком чого є загальна слабкість, порушення системи кровообігу та ін.

Нормативні і фактичні значення параметрів мікрокліматичних умов відповідно ДСН 3.3.6.042-99 [78] для лабораторії наведені в таблиці 5.1.

**Санітарні норми параметрів мікроклімату в альтернативних моторних палив на базі
Факультету екологічної безпеки, інженерії та технологій Національного авіаційного
університету [78]**

Період року	Категорія робіт	Температура повітря, °С	Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с
Холодний	Середньої важкості 2А	18	57	0,21

Оптимальними мікрокліматичними умовами вважаються такі параметри, які при довготривалому та систематичному впливі на організм людини не викликають порушень терморегуляції і забезпечують нормальний тепловий стан організму.

Мікроклімат в лабораторії задовольняє норми ДСН 3.3.6.042 – 99 [78].

5.2.3. Виробничий шум

Витяжна шафа створює виробничий шум у лабораторії. Вона створює рівень звукового тиску 80 дБА.

Рівень допустимого звукового тиску на робочих місцях, що знаходяться в лабораторіях, згідно до ДСН.3.3.6.037-99 [79] (висококваліфікована робота, що вимагає зосередження: робочі місця в лабораторіях) становить 60 дБа.

Зниження рівня виробничого шуму можливо досягти шляхом застосування таких заходів:

- зниження рівня шуму в джерелі його створення;
- раціоналізація режимів праці та відпочинку працівників лабораторії;
- раціоналізація роботи працівників лабораторії;
- застосування персональних методів захисту (наушники).

Рівні звукового тиску та рівні звуку на робочих місцях в навчально-науковій лабораторії відповідає вимогам ДСН.3.3.6.037-99 [79].

5.2.4. Природне та штучне освітлення

Недостатнє та нераціональне освітлення викликає такі негативні наслідки для організму працівника: втомлення очей, зниженню розумової та фізичної працездатності, розлади центральної нервової системи. Крім того, можливе виникнення випадків травматизму (біля 5 % травм припадає на частку нераціонального та недостатнього освітлення).

У навчально-науковій лабораторії використовується природне та штучне освітлення. Природне освітлення надходить з боку. Штучне освітлення – є загальним, рівномірним, люмінесцентне.

Проведені дослідження за характером зорової роботи належать до робіт високої точності з об'єктами розрізнення 0,3-0,5 мм, розряд зорової роботи III, підрозряд зорової роботи «г». КПО при верхньому та комбінованому освітленні 3,0 %, при бічному – 1,2 %.

Штучне освітлення при зорових роботах з високою точністю (найменший розмір об'єкта розрізнення – 0,3-0,5 мм; контраст об'єкта з фоном – великий; характеристика фону – середній) освітленість при системі комбінованого освітлення становить 400 лк, а при системі загального освітлення становить 200 лк.

У лабораторії встановлено 1 вікно, площа якого складає – 9,74 м², воно забезпечує одностороннє бокове освітлення. Коефіцієнт світлового клімату становить $m=0,85$. Для компенсації недостатності природного освітлення у лабораторії встановлене штучне освітлення.

Для штучного освітлення застосовано люмінесцентні лампи АД-1,5, які мають напругу мережі 220 В, світловий потік 11000 лм, вони вмонтовані в пилогазоохоронні світильники типу ПВМ-1-2x40. Загальна кількість ламп – 12. Освітлення в зоні витяжної шафи реалізується за допомогою світильника НОБ-300. Значення освітлення в лабораторії за нормами 300 лк.

Кольорове оформлення лабораторії і обладнання відповідає нормам стандарту СН 18140. Стеля та стіни мають світле забарвлення.

Умови освітлення приміщення, де було проведено дослідження задовольняють вимогам ДБН В.2.5-28-2006 [80].

5.2.5. Електробезпека

У лабораторії, де проводились дослідження встановлені електроприлади, що підключені до електромережі. Серед них такі прилади: ваги, нагрівач для води, мішалки, нагрівальні елементи (електричні бані), апарат для визначення температури спалаху тощо. Дана лабораторія відноситься до приміщень без підвищеної небезпеки. Електробезпека у лабораторії забезпечується конструкцією електроприладів, організаційними та технічними заходами, технічними засобами та засобами захисту. Гранично допустимий рівень напруги діючого електричного поля встановлено рівним і становить 25кВ/м. Перебування у зоні електричного поля з напругою, яка перевищує дане значення без застосування засобів захисту не є допустимим.

Електробезпекою є комплекс організаційних засобів та заходів, метою якого є захист людей від шкідливої та небезпечної дії електричного струму, електричного поля, електричної дуги та статичної електрики.

В умовах підприємства наказом, з числа інженерно-технічних працівників, має бути призначена людина, яка відповідає за справний стан і організацію безпечного виконання робіт з експлуатації та монтажу електрообладнання.

Наказ про призначення даної особи на посаду, видається після перевірки знань правил та інструкцій, присвоєння IV групи з електробезпеки в електроустановках з робочою напругою до 1000 В або V групи з електробезпеки в електроустановках з робочою напругою понад 1000 В.

5.3. Пожежна безпека

Усі види палив, паливно мастильних матеріалів та спеціальних рідин є токсичними (отруйними), вогненебезпечними (пожежонебезпечними) та

вибухонебезпечними речовинами. Звідси слідує необхідність знання основних екологічних властивостей матеріалів, які контактують з людиною та навколишнім середовищем. Найважливішими з них є пожежонебезпечність, вибухонебезпечність, токсичність та здатність до електризування.

В умовах критичних концентрацій, пара нафтопродуктів у поєднанні з повітрям утворює пожежонебезпечні суміші. Рідкі представники палив горять та вибухають при відносно малих концентраціях пари у повітрі. Для бензинових та дизельних палив пожежонебезпечними стають суміші, коли вміст пари у повітрі за об'ємом знаходиться у межах від 1,1% до 6%.

Палива, які були досліджені у рамках кваліфікаційної роботи, є займистими і пожежонебезпечними рідинами. Вони мають схильність до загорання від стороннього джерела (полум'я, іскра, нагріте тіло) та утворюють при контакті з повітрям суміші, які можуть вибухати.

Пожежонебезпечність та вибухонебезпечність паливно-мастильних матеріалів характеризуються такими показниками:

- температурою спалаху;
- самозапаленням рідини;
- температурою самозаймання парів речовин з повітрям;
- нижньою і верхньою концентраційними межами вибуху (займання) парів речовин в повітрі;
- схильністю рідини до статичної електростанції.

Температура спалаху є основним показником пожежонебезпечності як традиційних, так і альтернативних моторних палив. В залежності від значення показника температури спалаху, нафтопродукти поділяють на легкозаймисті (температура спалаху нижче 40°C) та горючі (температура спалаху вище 40°C). Бензинове паливо належить до класу легкозаймистих рідин, а дизельне паливо, в свою чергу, до горючих рідин.

При виконанні дипломної роботи в лабораторії використовувались горючі матеріали – дизельне паливо – тому приміщення відноситься до категорії «В» (НАПБ

Б.07.005-86. [81]), а робоча зона в свою чергу до класу П-Па (ПУЕ) - зони приміщень, в котрих є тверді або волокнисті горючі речовини, горючий пил і волокна не виділяються. Робоча зона за вибухонебезпекою належить до класу 0 – простір, у якому вибухонебезпечне середовище є постійно або протягом тривалого часу, відповідно до ДНАОП 0.00-1-32-01 «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок» [82].

Будівля, в якій розміщено лабораторію, виконана з негорючого матеріалу, II ступеню вогнестійкості.

Приміщення лабораторії забезпечено:

1. З метою усунення виникаючих осередків пожеж у лабораторії передбачений ящик з піском за об'ємом 0,5 м³, лопата, вуглекислотні вогнегасники марок ВВК-3,5 та ВП-5, захисна маска, пожежне покривало розміром 2*2 м. Для відводу статичних зарядів всі металічні та електропровідні неметалічні частини обладнання заземлені. Для попередження генерації і накопичення зарядів статичної електрики в лабораторії не використовується синтетичний одяг.

2. У випадку виникнення пожежі, евакуація із лабораторії здійснюється відповідно до плану.

5.4. Розробка заходів з охорони праці

Оптимальні метеорологічні умови у виробничих приміщення можливо забезпечити наступними заходами та засобами:

- модернізація технологічних процесів та устаткування лабораторії;
- раціональне розміщення технологічного устаткування лабораторії.

Основні джерела теплового випромінювання необхідно розташувати так, щоб потоки тепла від них не перетинались у зоні робочих місць.

Оптимальний мікроклімат в лабораторії, де проводились дослідження, підтримується за допомогою систем вентиляції та опалення. Для підтримання оптимального значення температури у холодний період року у хімічній лабораторії

передбачена центральна система опалення. В приміщенні лабораторії для підтримання рівня чистоти повітря передбачено проточну та витяжну системи вентиляції. Дані системи дозволяють видаляти перегріте повітря з усього об'єму приміщення. Чисте повітря, надходить через кватирки. Також в хімічній лабораторії встановлено витяжну шафу, що призначена для роботи зі шкідливими речовинами.

У вентиляційній системі рух повітря відбувається по схемі: зверху-вниз, повітряний баланс є негативним. Швидкість руху повітря становить 0,2 м/с.

Для нормалізації повітря робочої зони передбачено спеціальні прилади та методи, заходи та засоби, серед яких:

- усі операції зі шкідливими рідинами проводяться при увімкнених системах загальної та локальної вентиляції;
- згідно до методики виконання кваліфікаційної роботи передбачено вентилювати стерильним повітрям приміщення та обладнання протягом, не менше ніж 30 хвилин.

Температуру повітря в лабораторії вимірюють за допомогою ртутного термометра, а відносну вологість в свою чергу визначають за допомогою стаціонарного психрометра.

5.5. Вибір засобів пожежної сигналізації

Першочергові засоби пожежогасіння застосовуються для ліквідації невеликих осередків пожеж, та для гасіння пожеж на початковій стадії їхнього розвитку силами персоналу лабораторії до прибуття підрозділів пожежної охорони.

Первинні засоби пожежогасіння включають: вогнегасники, пожежний інвентар (бочки з водою, пожежні відра, ящики з піском, совкові лопати, протипожежні покривала) та пожежний інструмент (ломи, сокири тощо).

Потрібна кількість вогнегасників та їх тип визначаються в залежності від їх вогнегасної спроможності, площі приміщення, категорії приміщень за

Вибір вогнегасників для оснащення виробничого приміщення

1.	Види вогнегасників	Переносний вуглекислотний		Порошковий
		ВВК-3,5	ВВК-5	ВП-5
2.	Типи вогнегасників	ВВК-3,5	ВВК-5	ВП-5
3.	Їх кількість для площі 51,36 м ²	9	9	3
4.	Загальна кількість вогнегасників для нашого приміщення площею 51,36 м ²	9	9	3
5.	Коефіцієнт ефективності вогнегасника для пожежі класу В	3	3	8
6.	Сумарний коефіцієнт ефективності для всіх вогнегасників	9*3=27	9*3=27	3*8=24
7.	Прийнятий тип вогнегасників			+

*Застереження: порошкові вогнегасники слід застосовувати після евакуації людей з приміщення.

Зважаючи на зручність застосування вогнегасників та облаштування місць для їх розташування, майже рівноцінними є вогнегасники ВВК-3,5 та ВВК-5. По сумарному коефіцієнту ефективності вогнегасників їх необхідна кількість становить 9 шт, що є забагато для такої площі приміщення, в той час як необхідна кількість вогнегасників ВП-5 менша і становить 3 шт. Отже, вибір робимо, з усіх можливих варіантів для оснащення лабораторії вогнегасниками, на користь типу ВП-5 в кількості 3 шт.

5.6. Висновки до розділу

Під час проведення досліджень було проаналізовано умови праці у приміщенні навчально-наукової лабораторії альтернативних моторних палив на базі Факультету екологічної безпеки, інженерії та технологій Національного авіаційного університету. Було досліджено фактори, що впливають на організм людини серед яких: шкідливий вплив мікроклімату, вплив шуму, освітлення, ураження електричним струмом. Проведено організацію робочого місця та розробку заходів з охорони праці, а саме

захист від шкідливого впливу умов мікроклімату приміщення. Проаналізовано пожежну безпеку та план евакуації у разі виникнення пожежі, а також розраховано необхідну кількість вогнегасників у лабораторії з заданим класом небезпеки, площею та класом пожежі.

Враховуючи усі дані, можемо зробити висновок, що для комфортного та безпечного проведення робіт у лабораторії необхідно замінити вогнегасники ВВК-3,5 на вогнегасники ВП-5 у кількості 3 шт. Необхідно пам'ятати, що порошкові вогнегасники слід застосовувати після евакуації людей з приміщення.

ВИСНОВКИ

Проаналізовано сучасний стан використання біопалива в Україні та світі та досліджено експлуатаційні та фізико-хімічні властивості біодизельного та біобензинового палив. Проаналізовано переваги та недоліки альтернативних палив та запропоновано шляхи та методи усунення недоліків, що сприятиме більш активному їх поширенню в транспортній галузі.

Проаналізовано та проведено порівняльний аналіз сучасних методів можливої модифікації палив щодо усунення їх недоліків, що виникають у результаті експлуатації біопалива.

Проаналізовано та проведено порівняльний аналіз трибологічних властивостей біодизелю до і після модифікації присадками.

Проведено дослідження критичного навантаження до задиру етилових естерів фритюрної олії з різною концентрацією наноприсадки CNOs. Показано, що максимальний ефект покращення протизносних властивостей досягається при внесенні наноприсадки CNOs за малих концентрацій 0,0001 – 0,001% мас., що робить її дуже перспективною для застосування.

Показана можливість застосування етилових естерів фритюрної олії в якості біокомпонента до дизельного палива, що дозволяє розширити асортимент альтернативних джерел енергоресурсів та знизити антропогенне навантаження на оточуюче навколишнє середовище.

СПИСОК БІБЛЮГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ

ДЖЕРЕЛ

1. Черненко, К.І. Використання рослинних олив і палив на їх основі у якості палива для дизелів авіаційної наземної техніки: магістерська робота, 272 Авіаційний транспорт / Черненко Катерина Ігорівна. – Київ: НАУ, 2020. – 106 с.
2. Державна статистична служба [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua>
3. ДСТУ 8697:2016 «Добавка комплексна оксигенатна (компонент палив для бензинових двигунів) Технічні умови»
4. ДСТУ EN 15376:2015 (EN 15376:2014, IDT) «Палива автомобільні. Етанол як складник бензину. Вимоги та методи випробувань»
5. ДСТУ 7687:2015 «Бензини автомобільні Євро. Технічні умови», ГСТУ 320.00149943.015-2000 «Бензини моторні сумішеві. Технічні умови».
6. ГСТУ 320.00149943.015-2000 «Бензини моторні сумішеві. Технічні умови».
7. ДСТУ 8696:2016 «Паливо альтернативне для бензинових двигунів. Технічні умови».
8. EN 228:2014 «Automotive fuels. Unleaded petrol. Requirements and test methods»
9. ASTM D4814 «Standard Specification for Automotive Spark-Ignition Engine Fuel»
10. Войтов В. Техніко–експлуатаційні та екологічні показники дизельних двигунів з використанням біодизеля / В.Войтов, М.Карнаух, М. Даценко // Техніка і технології АПК. – 2009. – № 1 – С. 13–17
11. Самойленко А. Г. Перспективи виробництва біодизеля в Україні / А. Г. Самойленко // Економіка АПК. – 2008. – № 4. – С. 72–78.
12. Thangavelu SK, Ahmed AS, Ani FN. Review on bioethanol as alternative fuel for spark ignition engines. Renew Sustain Energy Rev 2016;56:820–35.
13. ДСТУ 4063-2001 «Бензини автомобільні. Технічні умови»
14. S.C. Burke, M. Ratcliff, R. McCormick, et al. Measured and predicted vapor liquid equilibrium of ethanol-gasoline fuels: the influence of azeotrope interactions on

- aromatic species enrichment and particulate matter formation in spark ignition engines, SAE Tech. Pap. Ser. (2018), <https://doi.org/10.4271/2018-01-0361>
15. Andersen V.F., Anderson J.E., Wallington T.J., Nielsen O.J. Vapor pressures of alcohol–gasoline blends. *Energy & Fuels* 2010;24(6):3647–3654.
16. Палива. Мастильні матеріали. Технічні рідини. Довідник/За ред. В.М. Школьнікова. М., Техінформ, 1999. - 596с.
17. Rettenbacher A.S., Elliott B., Hudson J.S. et al. Preparation and functionalization of multilayer fullerenes (carbon nano-onions) // *Chemistry*. – 2005. – V. 12, N 2. – P. 376–387
18. Surfaces and interfacial water: evidence that hydrophilic surfaces have long-range impact/ Zheng J.M., Chin W.C., Khijniak E.Jr, Pollack G.H. // *Adv. Colloid. Interface. Sci.* – 2006. – Vol.127, №1. – P.19-21
19. Шевченко О. Б. Розробка комбінованої протикорозійної присадки для спиртово-вуглеводневих палив : автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук : 05.17.07 – хімічна технологія палива і паливно-мастильних матеріалів / Олена Борисівна Шевченко ; Національний університет "Львівська політехніка". – Львів, 2009. – 21 с. – Бібліографія: с. 18–21.
20. ДСТУ 7688:2015 «Паливо дизельне Євро. Технічні умови»/
21. ДСТУ 6081 «Паливо моторне. Ефіри метилові жирних кислот олій і жирів для дизельних двигунів. Технічні вимоги»/
22. ДСТУ 7178:2010 «Паливо альтернативне. Естери етилові жирних кислот олій і жирів для дизельних двигунів. Технічні вимоги та методи контролювання».
23. ДСТУ 6081:2009 «Паливо моторне. Ефіри метилові жирних кислот олій і жирів для дизельних двигунів. Технічні умови»
24. ДСТУ 8695:2016 «Паливо альтернативне для дизельних двигунів. Технічні умови»/
25. EN 590:2013 «Automotive fuels. Diesel. Requirements and test methods»
26. ASTM D 975 «Standard Specification for Diesel Fuel Oils»

27. EN 14214:2003 «Automotive fuels - Fatty acid methyl esters (FAME) for diesel engines - Requirements and test methods»
28. ASTM D6751 «Standard Specification for Biodiesel Fuel Blend Stock (B100) for Middle Distillate Fuels».
29. Khalife, Esmail, et al. Impacts of additives on performance and emission characteristics of diesel engines during steady state operation. *Progress in Energy and Combustion Science*, 2017, 59: 32-78.
30. Зубенко, С. О., Л. К. Патриляк, and С. В. Коновалов. "Порівняння фізико-хімічних та експлуатаційних властивостей біодизельного палива на основі метанолу та тіоспиртів." *Каталіз та нафтохімія* 27 (2018): 1-18
31. Luque R., Melero A., *Advances in biodiesel production: Process and technologies*, Oxford-CambridgePhiladelphia-New Delhi, Woodhead Publishing, 2012, 69– 90/
32. Tyson K.S. *Biodiesel Handling and Use Guidelines.*— 3 ed. —2009.— DIANE Publishing.— 61 p/
33. McCormick R.L., Graboski M.S., Alleman T.L., Herring A.M., Tyson K.Sh., *Environ. Sci. Technol.*, 2001, 35 (9), 1742–1747.
34. Achten W.M.J., Verchot L., Franken Y.J., Mathijs E., Singh V.P., Aerts R., Muys B., *Biomass & Bioenergy*, 2008, 32, 1063–1084.
35. Saravanan N., Puhan S., Nagarajan G., Vedaraman N., *Biomass & Bioenergy*, 2010, 34, 999–1005.
36. Lang X., Dalai A.K., Bakhshi N.N., Reaney M.J., Hertz P.B., *Bioresour. Technol.*, 2001, 80, 53–62/
37. Dunn RO. Cold weather properties and performance of biodiesel. In: G Knothe, JH Van Gerpen and J Krahl (eds) *The biodiesel handbook*. Urbana, Illinois: AOCS Press, 2005, pp. 83–121.
38. Issariyakul T., Kulkarni M.G., Dalai A.K., Bakhshi N.N., *Fuel Process. Technol.*, 2007, 88, 429–436.
39. Lima J.R.O., Silva R.B., Moura E.M., Moura C.V.R., *Fuel*, 2008, 87, 1718–1723.

40. Linxing Y., Dis. Synthesis of fatty acid derivatives as potential biolubricants and their physical properties and boundary lubrication performances Doc.Ph., Ames, 2009
41. Матвєєва О.Л., Федорчак Т.О. Відмінності в процесах електромагнітної переробки вуглеводнів біопалива // Екологічна безпека як основа сталого розвитку суспільства. Європейський досвід і перспективи (4-6 листопада 2015 р.): Матер. II Міжнар. наук.-практ. конф. – Львів: ЛДУБЖ, 2015.-С. 294-296. Кулієв
42. Вишнякова Т. П., Суворов М. Ю., Юречко В. В. Антидимні присадки до дизельних палив. М.: ЦНПТЕНафтохім, 1990. 56 с.
43. Шабаліна Л. П., Спиридонова В. С. Мідь та її сполуки: Научні обзори радянської літератури по токсичності та небезпечності хімічних сполук. Вип. 120. М.: Центр міжнародних проектів ГКНТ, 1989. 226 с.
44. Данилов, А.М. Застосування присадок у паливах: Довідник/А.М. Данилов. - СПб.: ХІМІЗДАТ, 2010. - 368 с.
45. Патент US 4919683A Containing as storage stabilizer a copolymer grafted with an aromatic polyamine succinimide Т.Е. Налесник, С. Гербстман. Опубл. 24.04.1990.
46. Жегалін О.І., Пономарьов Є.Г., Журавльов В.М. Альтернативні палива та перспективи їх застосування в тракторних дизелях. Огляд. - М.: ЦНДІТЕІтракторосільгоспмаш, 98. - 40с.
47. Бойченко, С. В., and Н. М. Кучма. "Забезпечення біологічної стабільності вуглеводневих палив." *Вісник Національного Авіаційного Університету* 22.4 (2004): 161-164.
48. Капустін, В. М. Оксигенати в автомобільних бензинах / В. М. Капустін, С. А. Карпов, А. В. Царев. - М.: Колос, 2011. - 336 с.
49. Гайдай, О. О. (2018). Експлуатаційні властивості етанольних бензинів з нанорозмірними сфероїдальними карбоновими кластерами.
50. Zh. Gong, Ch. Bai, L. Qiang, et al. Onion-like carbon films endow macro-scale superlubricity. *Diamond & Related Materials*, 87 (2018) 172-176, <https://doi.org/10.1016/j.diamond.2018.06.004>

51. B. Abdollahipoor, S.A. Shirazi, K.F. Reardon, et al. Near-azeotropic volatility behavior of hydrous and anhydrous ethanol gasoline mixtures and impact on droplet evaporation dynamics. *Fuel Processing Technology* 181 (2018) 166-174, <https://doi.org/10.1016/j.fuproc.2018.09.019/>
52. O. Haidai, V. Pilyavskiy, Ye. Shelud'ko, Ye. Polunkin. Improvement of performance characteristics of ethanol motor fuels through use of additives based on nanoscale carbon clusters / *EUREKA: Physics and Engineering*, 2016. – N.6. – P. 3-10, doi: <http://dx.doi.org/10.21303/2461-4262.2016.00213>.
53. Етиловий спирт у моторному паливі; під ред. В. В. Макарова. - М.: ТОВ «РАУ-Університет», 2005. - 184 с.
54. Кавітація у рідинних системах повітряних суден / М. М. Глазков, В. Г. Ланецький, Н. Г. Макаренко, І.П. Челюканів. - К.: КІПА, 1987. - 64 с.
55. Бойченко, С. В., et al. "Компаундування бензину А-92 з етиловим спиртом кавітаційним методом." *Наукоємні технології* 4 (2016): 420-424.
56. Tuwar, Satyajeet, et al. Effect of Permanent Magnet on Fuel Burning in SI Engine.
57. Tipole, Pralhad, et al. Examining the impact of magnetic field on fuel economy and emission reduction in IC engines. *International Journal of Ambient Energy*, 2022, 43.1: 678-684..
58. Зінченко, Р. О. “Зміна екологічних та фізико-хімічних властивостей вуглеводневих палив під дією магнітного поля”.
59. Зінченко, Р. О.; Матвєєва, О. Л. Покращення екологічних властивостей світлих нафтопродуктів методами магнітної обробки. *Екологічна Безпека Держави: Тезиси Доповідей Хiii*, 2020.
60. ABDULOV, B. G.; HASANOV, A. A. Study dearomatization of diesel fuel under the influence of magnetic field by IR spectroscopy. *International Journal of Modern Physics B*, 2021, 35.08: 2150122.
61. O. Mykhailiv, H. Zubyk, M.E. Plonska-Brzezinska. Carbon nano-onions: Unique carbon nanostructures with fascinating properties and their potential applications / *Inorganica Chimica Acta*, 468 (2017), 49–66. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ica.2017.07.021>

62. Авдєєва Л.Ю. Оптимізація тепломасообмінних процесів одержання наноструктур // Наука та інновації, 2010. – Т.6. - №4. – с. 13-17
63. Eliassi F., Eikani M.H and Mansoori G.A. Production of Single-Walled Carbon Nanotubes // In: Proceed. 1 st Conf. Nanotechnology – The Next Industrial Revolution // 2002. V.2. P. 160
64. Ugarte D. Curling and closure of graphitic networks under electron- beam irradiation // Nature, 1992. — V. 359. — P. 707–709
65. Kuznetsov V., Moseenkov S., Ischenko A. at al. Controllable electromagnetic response of onion-like carbon based materials // Phys. Stat. Sol. – 2008. – V. 245. – P. 2051–2055;
66. McDonough J.K., Gogotsi Yu. Carbon onions: synthesis and electrochemical applications // Interface. – 2013. – V. 2, N 3 – P. 61–67;
67. Wepasnick K.A., Smith B.A., Bitter J.L. at al. Chemical and structural characterization of carbon nanotube surfaces // Anal. Bioanal. Chem. – 2010. – V. 396. – P. 1003–1014
68. Danilenko V.V. On the history of the discovery of nanodiamond synthesis // Phys Solid State. – 2004. – V. 46, N 4. – P. 595–599;
69. Hirata A., Igarashi M., Kaito T. Study on solid lubricant properties of carbon onions produced by heat treatment of diamond clusters or particles // Tribol Int. – 2004. – V. 37, N 11–12. – P. 899–905;
70. Zhang Ch., Li J., Liu E. at al. Synthesis of hollow carbon nano-onions and their use for electrochemical hydrogen storage // Carbon. – 2012. – V. 50, N 10. – P. 3513–3521/
71. ГОСТ 9490-75 “Матеріали мастильні рідкі та пластичні. Метод визначення трибологічних характеристик на чотирикульковій машині.”
72. Стельмах О.У. Адгезійно-деформаційні та динамічні процеси у граничних шарах. Повідомлення І. Закономірності процесу зношування при терті в умовах граничного мастила / Проблеми трибології. – Хмельницький: ХНУ. - 2012. - №1. – С. 106–112;

73. Стельмах О.У. Спосіб визначення протизносних та (або) антифрикційних властивостей трибосистеми з одним лінійним контактом постійної протяжності та пристрій для його здійснення / Кияшко С.М., Стельмах А.У., Костюник Р.Є. та ін // Патент РФ на винахід № 2279660. – 2006.
74. Архіпова Г.І., Ткачук І. С., Є. І. Глушков. "Аналіз впливу відпрацьованих автомобільних газів на стан атмосферного повітря в густонаселених районах." (2011).
75. Левицька, О. Г., & Січевий, О. В. (2019). Порівняльний аналіз викидів шкідливих речовин при застосуванні альтернативних природному газу біопалив. Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності, (20), 90. DOI: 10.32447/20784643.20.2019.13.
76. Екологія автомобільного транспорту: Навч. посіб. / Ю.Ф. Гутаревич, Д.В. Зеркалов, А.Г. Говорун та ін. -К.: Основа, 2002.-312
77. Звіт про стратегічну екологічну оцінку проекту Транспортної стратегії України на період до 2030 року [Електронний ресурс] - Режим доступу: https://mtu.gov.ua › files › Dok_PROEKT
78. ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень»
79. ДСН 3.3.6.037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвучу та інфразвучу»
80. ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення»
81. НАПБ Б.07.005-86 (ОНТП 24-86) «Визначення категорії приміщень і будівель по вибухопожежній і пожежній небезпеці (загальносоюзні норми технологічного проектування)»
82. ДНАОП 0.00-1-32-01 «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок».