

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного
Навчально-науковий інститут загальноуніверситетської підготовки

ЗАТВЕРДЖУЮ
Зав. каф. “Машиновикористання в землеробстві”
доц. _____ Володимир КУВАЧОВ
“ _____ ” _____ 20__ р.

Пояснювальна записка

до дипломної роботи здобувача СВО Магістр
(ступінь вищої освіти)

на тему: «Обґрунтування впливу різних видів палива на екологічні показники роботи МТА в умовах півдня України»

32МЗД.105.000000ПЗ

Виконав: здобувач ВО 2 курсу, групи 21МБ АІ 3
спеціальності 208 Агроінженерія
за ОПП Агроінженерія
(шифр і назва спеціальності та ОПП)

_____ Максим САПА
(підпис)

Мелітополь - 2021 рік

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного

Інститут, факультет ННІ ЗУП Кафедра машиновикористання в землеробстві
Ступінь вищої освіти Магістр
Спеціальність 208 Агроінженерія
(шифр і назва)
ОПП Агроінженерія
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри МВЗ
доц. Володимир КУВАЧОВ
“ ” _____ 2021 р.

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) ЗДОБУВАЧУ ВО

Сапа Максим Віталійович

1. Тема проекту (роботи): Обґрунтування впливу різних видів палива на екологічні показники роботи МТА в умовах півдня України

керівник проекту (роботи) Мітков В.Б., к.т.н., доцент,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджена наказом університету від “08” жовтня 2020 року № 1406-3

2. Строк подання здобувачем ВО проекту (роботи) 25 січня 2021 року.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) аналіз літературних джерел по темі дипломної роботи.

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

1. Аналіз видів палива для ДВЗ

2. Обґрунтування впливу різних видів палива на екологічні показники роботи МТА

3. Методика комплексної оцінки впливу альтернативних палив на екологічні показники роботи МТА

4. Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях

5. Економічні та експлуатаційні показники ефективності використання трактора з газодизельним двигуном

Висновки

Перелік посилань

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

1. Класифікація видів палив
2. Схема отримання біопалив
3. Схеми отримання та переробки палив з газу
4. Порівняльний аналіз різних видів палив
5. Комплексні критерії оцінки палива
7. Показники економічної ефективності використання газодизеля

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Розділ 4	проф. Рогач Ю.П.		

7. Дата видачі завдання 10.10.2020 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
Аналіз видів палива для ДВЗ	До 20.10.2020.	
Обґрунтування впливу різних видів палива на екологічні показники роботи МТА	До 01.11.2020.	
Методика комплексної оцінки впливу альтернативних палив на екологічні показники роботи МТА	До 20.11.2020.	
Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	До 10.12.2020.	
Економічні та експлуатаційні показники ефективності використання трактора з газодизельним двигуном	До 25.12.2020.	
Закінчення роботи та представлення її на кафедрі	До 15.01.2021.	

Здобувач ВО

_____ (підпис)

Максим САПА

(власне ім'я та прізвище)

Керівник проекту (роботи)

_____ (підпис)

Василь МІТКОВ

(власне ім'я та прізвище)

№ рядка	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Номер листа	Примітка
1	A4	32МЗД.105.00000ПЗ	Пояснювальна записка	97		
2	A1	32МЗД.105.10100	Класифікація видів палив	1		
3	A1	32МЗД.105.20100	Схема отримання біопалив	1		
4	A1	32МЗД.105.20200	Схеми отримання та переробки палива з газу	1		
5	A1	32МЗД.105.20100	Порівняльний аналіз різних видів палив	1		
6	A1	32МЗД.105.302000	Комплексні критерії оцінки палив	1		
7	A1	32МЗД.105.50100	Показники економічної ефективності використання газодизеля	1		
32МЗД.105.000000 ВДР						
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		
Розробив		Сапа М.В.			Літ.	Маса
Перевірив		Мітков В.Б.			i	Масштаб
Т.контр					ТДАТУ, 2021	
Н.контр		Чорна Т.С.				
Затвердив		Кувачов В.П.				
					Дипломна робота	

РЕФЕРАТ

Дипломна робота складається із вступу, п'яти розділів, загальних висновків, опису використаної літератури. Робота викладена на 97 сторінках машинописного тексту, містить 14 рисунків, 14 таблиць. Список використаних літературних джерел включає 33 найменування.

Графічна частина роботи - 6 аркушів формату А1

Метою роботи є визначення впливу існуючих видів палив для ДВЗ на екологічні безпеку під час виконання техніко-технологічних процесів в сільськогосподарському виробництві.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі **задачі**:

- проаналізувати стан виробництва альтернативних палив в Україні;
- порівняти характеристики існуючих альтернативних палив;
- розглянути проблеми пов'язані із застосуванням альтернативних палив у ДВЗ;
- проаналізувати та оцінити паливно-економічні та екологічні показники двигунів, що працюють на альтернативних паливах.

Об'єкт досліджень. Вплив різних видів палива на екологічні показники роботи двигуна.

Ключові слова: АЛЬТЕРНАТИВНІ ПАЛИВА, ЕКОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ, ГАЗ, МЕТОДИКА КОМПЛЕКСНОЇ ОЦІНКИ, АНАЛІЗ

ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
1 АНАЛІЗ ВИДІВ ПАЛИВА ДЛЯ ДВЗ.....	11
1.1 Негативний вплив автомобільного транспорту на людину і навколишнє середовище	11
1.2 Палива нафтового походження.....	15
1.3.Альтернативні види палива.....	27
1.4 Постановка задач дослідження.....	35
РОЗДІЛ 2. ОБГРУНТУВАННЯ ВПЛИВУ РІЗНИХ ВИДІВ ПАЛИВА НА ЕКОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ РОБОТИ МТА.....	40
2.1 Стан розвитку виробництва біопалива в Україні	40
2.2 Порівняльний аналіз альтернативних палив.....	45
3 МЕТОДИКА КОМПЛЕКСНОЇ ОЦІНКИ ВПЛИВУ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ПАЛИВ НА ЕКОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ РОБОТИ МТА	54
3.1 Палива газоподібного походження.....	54
3.2. Палива спиртового походження	57
3.3 Методика комплексної оцінки ефективності застосування в дизелях різних нетрадиційних палив.....	59
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	77
4.1 Нормативні посилання.....	77
4.2 Газобалонне обладнання (спеціальне обладнання систем живлення газовим паливом.....	79
4.3 Вимоги безпеки до технічного стану газобалонних КТЗ.....	80
4.4 Технічні вимоги до розміщення комплекту ГБО на КТЗ.....	81
4.5 Вимоги до балонів та їх розміщення.....	82

4.6	Вимоги до елементів захисту та запобіжних пристроїв.....	85
4.7	Вимоги до системи вентиляції арматури балонів.....	86
4.8	Вимоги до розміщення заправного блоку або вузла.....	87
4.9	Вимоги до жорстких та гнучких газопроводів.....	89
4.10	Вимоги до електробезпеки газової апаратури КТЗ.....	90
4.11	Вимоги щодо викидів шкідливих речовин із відпрацьованими газами КТЗ.....	90
4.12	Додаткові вимоги до КТЗ, які направляються на переобладнання для встановлення ГБО.....	92
5	ЕКОНОМІЧНІ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ПОКАЗНИКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТРАКТОРА З ГАЗОДИЗЕЛЬНИМ ДВИГУНОМ.....	93
5.1	Практичні випробування газодизеля.....	93
5.2	Економічна ефективність.....	96
	ВИСНОВКИ.....	100
	СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	102

ВСТУП

Двигуни внутрішнього згоряння (ДВЗ) в даний час, і в перспективі є і залишаться основним джерелом енергії для забезпечення потреби людства. ДВЗ домінують на транспорті в сільському господарстві, будівництві, військовій техніці, тобто у визначальних галузях будь-якої країни.

За останні 30 років число ДВЗ зросло в три рази. Найбільшу їх кількість встановлено на автотранспорті і самохідних сільськогосподарських машинах. Приміром, в Україні в автотранспорті зосереджено 60% і агропромислового комплексу 25 % сумарної потужності всіх ДВЗ.

Зростаючі потреби людства у виробництві енергії зумовлюють збільшення витрат природних ресурсів і забруднення навколишнього середовища. Природно, що ДВЗ споживають найбільш значну частку нафтопродуктів і одночасно є активним, постійно діючим фактором хімічного, механічного, теплового та інших видів шкідливого впливу на навколишнє середовище. Максимальний шкоди докільню заподіюється хімічним фактором, пов'язаним із забрудненням атмосфери токсичними речовинами, що знаходяться у відпрацьованих газах (ВГ).

Можна стверджувати, що в даний час підвищення технічного рівня ДВЗ в першу чергу пов'язане з їх екологізацією, тобто розробкою і реалізацією рішень, що дозволяють надавати позитивний вплив на збереження природних ресурсів і навколишнього середовища за рахунок зниження витрати палива і мінімізації викидів токсичних речовин в атмосферу з ВГ при експлуатації двигунів.

Відомо, що у світі виробляються та починають активно впроваджуватися альтернативні види палива.

Властивості застосовуваного палива роблять значний вплив на екологічні якості дизеля. При цьому використання альтернативних палив в дизелях може супроводжуватися як поліпшенням показників ВГ, так і погіршенням цих показників.

Тому, аналіз переваг і недоліків альтернативних палив, а також особливості їх застосування обумовлене фізико-хімічними властивостями є актуальними.

У зв'язку з цим необхідно сформулювати проблеми екологізації ДВЗ і розглянути шляхи їх вирішення.

1 АНАЛІЗ ВИДІВ ПАЛИВА ДЛЯ ДВЗ

1.1 Негативний вплив автомобільного транспорту на людину і навколишнє середовище

В даний час зменшення забруднення атмосферного повітря токсичними речовинами, які виділяються промисловими підприємствами та автомобільним транспортом, є однією з найважливіших проблем, що стоять перед людством.

За останні десятиліття людство остаточно переконалося, що першим винуватцем забруднення атмосферного повітря - одного з основних джерел життя на нашій планеті, є дітище науково-технічного прогресу - автомобіль. Автомобіль, поглинаючи такий необхідний для протікання життя кисень, разом з тим інтенсивно забруднює повітряне середовище токсичними компонентами, що завдають відчутної шкоди всьому живому і неживому. Внесок у забруднення навколишнього середовища, в основному атмосфери складає - 60 - 90 %.

Таблиця 1.1 - Світові викиди шкідливих речовин в атмосферу двигунами внутрішнього згорання

Мільйон тонн/рік

Викиди	CO	CH	SO ₂	NO _x	Всього
Природні	0,021	300,0	-	-	2000,21
Антропогенні	200,0	50,0	146,0	53,0	469,0

Найбільш значущі фактори негативного впливу автомобільного транспорту на людину і навколишнє середовище наступні:

- Забруднення повітря;
- Забруднення навколишнього середовища;
- Шум, вібрація;
- Виділення тепла (розсіювання енергії).

Двигуни внутрішнього згорання генерують 85% від загальної кількості теплової та електричної енергії на землі, причому основну частку ДВЗ становлять поршневі двигуни, тому достатньо зосереджена увага на проблемі зменшення шкідливих викидів в атмосферу дозволить поліпшити екологічну ситуацію та підвищити коефіцієнт корисної дії таких двигунів. Аналізуючи роботи, можна подати динаміку шкідливих викидів в атмосферу двигунами внутрішнього згорання в Україні, які встановлені стаціонарно в приміщеннях теплових та електричних електростанцій або входять до складу автотранспортних засобів.

Таблиця 1.2 - Динаміка викидів шкідливих речовин в атмосферу двигунами внутрішнього згорання в Україні

Мільйон тонн/рік

Джерело	Рік				
	2015	2016	2017	2018	2019
Стаціонарне	31,8	28,2	24,8	21,9	19,1
Транспорт	17,1	22,0	19,0	13,5	10,9
Сумарні викиди	49,1	50,2	43,8	35,1	29,0

В даний час йде боротьба з автомобільною небезпекою. Конструюються фільтри, розробляються нові види пального, що містять менше свинцю. Скороченням добавок і перехід до безсвинцевого бензину породить ряд технічних проблем. Отже, в перспективі можна усунути розсіювання свинцю ДВЗ. Але залишаться інші шкідливі компоненти - чадний газ, оксиди азоту, канцерогенний бензапірен і т.п.

Основна причина забруднення повітря полягає в неповному і нерівномірному згорянні палива. Всього 15 % його витрачається на рух автомобіля, а 85% «летить на вітер». До того ж камери згорання автомобільного двигуна - це своєрідний хімічний реактор, що синтезує отруйні речовини і викидає їх в атмосферу. Навіть невинний азот з атмосфери, потрапляючи в камеру згорання, перетворюється на отруйні

окисли азоту.

У відпрацьованих газах двигуна внутрішнього згорання (ДВЗ) міститься понад 170 шкідливих компонентів, з них близько 160 - похідні вуглеводнів, прямо зобов'язані своєю появою неповного згорання палива в двигуні. Наявність у відпрацьованих газах шкідливих речовин зумовлена в кінцевому підсумку виглядом і умовами згорання палива.

Відпрацьовані гази, продукти зносу механічних частин і покриттів автомобіля, а також дорожнього покриття складають близько половини атмосферних викидів антропогенного походження. Найбільш дослідженими є викиди двигуна і картера автомобіля. До складу цих викидів, крім азоту, кисню, вуглекислого газу і води, входять такі шкідливі компоненти, як окис вуглецю, вуглеводні, оксиди азоту та сірки, тверді частинки.

Склад відпрацьованих газів залежить від роду застосовуваного палива, присадок і масел, режимів роботи двигуна, його технічного стану, умов руху автомобіля та ін. Токсичність відпрацьованих газів карбюраторних двигунів обумовлюється головним чином вмістом окису вуглецю та окислів азоту, а дизельних двигунів - окислів азоту і сажі.

До шкідливих компонентів відносяться і тверді викиди, що містять свинець і сажу, на поверхні якої абсорбуються циклічні вуглеводні (деякі з них мають канцерогенні властивості). Закономірності поширення у навколишньому середовищі твердих викидів відрізняються від закономірностей, характерних для газоподібних продуктів. Великі фракції (діаметром більше 1 мм), осідаючи поблизу від центру емісії на поверхні ґрунту і рослин, в кінцевому рахунку, накопичуються у верхньому шарі ґрунту. Дрібні фракції (діаметром менше 1 мм) утворюють аерозолі і поширюються з повітряними масами на великі відстані.

У таблиці основних забруднювачів повітряного середовища, складеної Організацією Об'єднаних Націй, окис вуглецю, позначена силуетом автомобіля, стоїть на другому місці.

Рухаючись зі швидкістю 80-90 км/год в середньому, автомобіль

перетворює на вуглекислоту стільки ж кисню, скільки 300-350 чоловік. Але справа не тільки у вуглекислоті. Річний вихлоп одного автомобіля - це 800 кг окису вуглецю, 40 кг окислів азоту та більш 200 кг різних вуглеводнів. У цьому наборі дуже підступний окис вуглецю. Через високу токсичність його допустима концентрація в атмосферному повітрі не повинна перевищувати 1 мг/м³. Відомі випадки трагічної загибелі людей, що запускали двигуни автомобілів при закритих воротах гаража. В одномісному гаражі смертельна концентрація окису вуглецю виникає вже через 2-3 хвилини після включення стартера. У холодну пору року, зупинившись для ночівлі на узбіччі дороги, недосвідчені водії іноді включають двигун для обігріву машини. Через проникнення окису вуглецю в кабінку такий нічліг може виявитися останнім.

Оксиди азоту токсичні для людини і, крім того, мають дратівливу дію. Особливо небезпечною складовою відпрацьованих газів є канцерогенні вуглеводні, які виявляються, перш за все, на перехрестях у світлофорів (до 6,4 мкг/100 м³, що в 3 рази більше, ніж у середині кварталу).

При використанні етилованого бензину автомобільний двигун викидає сполуки свинцю. Свинець небезпечний тим, що здатний накопичуватися, як у зовнішньому середовищі, так і в організмі людини.

Рівень загазованості магістралей і приміагістральної території залежить від інтенсивності руху автомобілів, ширини і рельєфу вулиці, швидкості вітру, частки вантажного транспорту і автобусів в загальному потоці та інших факторів. При інтенсивності руху 500 транспортних одиниць на годину концентрація окису вуглецю на відкритій території на відстані 30-40 м від автомагістралі знижується в 3 рази і досягає норми. Ускладнено розсіювання викидів автомобілів на тісних вулицях. У результаті практично всі жителі міста відчувають на собі шкідливий вплив забрудненого повітря.

Зі сполук металів, що входять до складу твердих викидів автомобілів, найбільш вивченими є сполуки свинцю. Це обумовлено тим, що сполуки свинцю, надходячи в організм людини і теплокровних тварин з водою, повітрям і їжею, чинять на нього найбільш шкідливу дію. До 50 % денного

надходження свинцю в організм припадає на повітря, в якому значну частку становлять відпрацьовані гази автомобілів.

Відпрацьовані гази – це гетерогенна суміш різноманітних газоподібних речовин із різноманітними хімічними та фізичними властивостями, що складаються з продуктів повного та неповного згорання палива, повітря, аерозолів та різноманітних мікрочастинок (газоподібних, твердих та рідких), які надходять із циліндрів двигуна в його випускну систему.

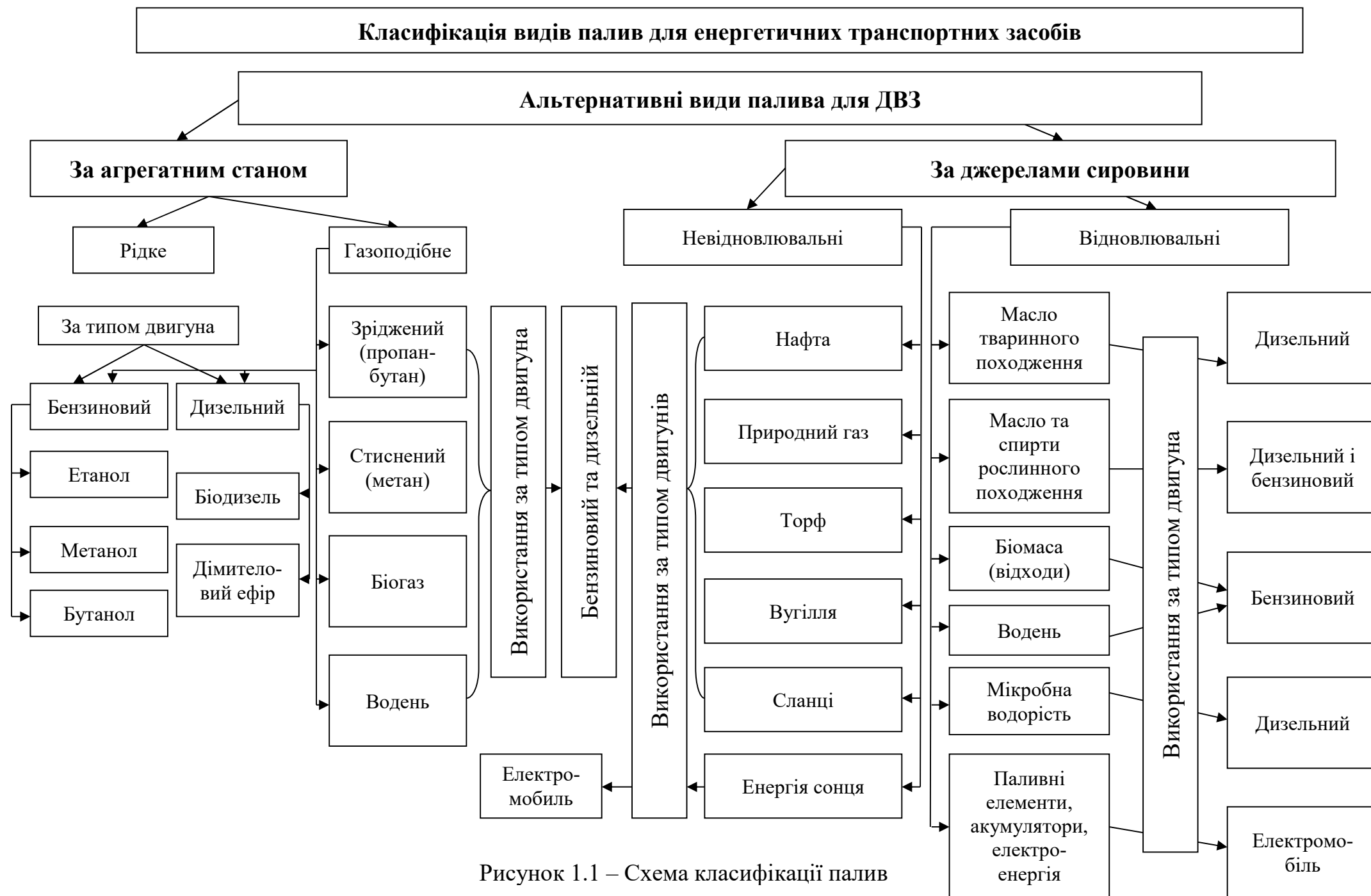
1.2 Палива нафтового походження

Паливо та мастильні матеріали широко використовуються у всіх галузях народного господарства. Одним з основних споживачів нафтопродуктів, вироблених в країні, є сільське господарство, оснащене великою кількістю тракторів, автомобілів, комбайнів та інших сільськогосподарських машин.

1.2.1 Бензини

Основні види палива для автомобілів - продукти нафтопереробки - бензини і дизельне паливо. Вони являють собою суміші вуглеводнів і присадок, призначених для поліпшення їх експлуатаційних властивостей. У склад бензинів входять вуглеводні, википають при температурі від 35 до 200° С, а до складу дизельних палив - вуглеводні, википають в межах 180 до 360 °С.

Бензини в силу своїх фізико - хімічних властивостей застосовуються в двигунах з примусовим запалюванням (від іскри). Більш важкі дизельні палива внаслідок кращого самозаймання застосовуються в двигунах із запалюванням від стиснення, тобто дизелях.



До автомобільних бензинів пред'являються такі вимоги:

- безперебійна подача бензину в систему живлення двигуна;
- утворення паливоповітряної суміші необхідного складу;
- нормальне (без детонації) і повне згоряння суміші в двигунах;
- забезпечення швидкого і надійного пуску двигуна при різних температурах навколишнього повітря;
- відсутність корозії та корозійних зносів;
- мінімальне утворення відкладень у впускному і випускному трактах, камері згоряння;
- збереження якості при зберіганні і транспортуванні.

Для виконання цих вимог бензини повинні мати поруч властивостей. Розглянемо найбільш важливі з них. Бензин, що подається в систему харчування змішується з повітрям і утворює паливоповітряну суміш. Для повного згоряння необхідно забезпечити однорідність суміші з певним співвідношенням парів бензину і повітря. На протікання процесів сумішоутворення впливають наступні фізико-хімічні властивості. Щільність палива - при +20 °С повинна становити 690 ... 750 кг/м. При низькій щільності поплавець карбюратора тоне і бензин вільно витікає з розпилювача, збагачуючи суміш. Щільність бензину з зниженням температури на кожні 10 °С зростає приблизно на 1 %.

В'язкість - з її збільшенням утруднюється перебіг палива через жиклери, що веде до збіднення суміші. В'язкість в значній мірі залежить від температури. При зміні температури від +40 до -40 ° С витрата бензину через жиклер змінюється на 20 ... 30 %.

Випаровуваність - здатність переходити з рідкого стану в газоподібний. Автомобільні бензини повинні мати таку випаровуваність, щоб забезпечувалися легкий пуск двигуна (особливо взимку), його швидкий прогрів, повне згоряння палива, а також виключалася можливість утворення парових пробок у паливній системі .

Тиск насичених парів - чим вище тиск парів при випаровуванні палива в замкнутому просторі, тим інтенсивніше процес їх конденсації. Стандартом обмежується верхня межа тиску парів влітку - до 670 ГПа і взимку - від 670 до 930 ГПа. Бензини з вищим тиском схильні до утворення парових пробок, при їх використанні знижується наповнення циліндрів і втрачається потужність двигуна, збільшуються втрати від випаровування при зберіганні в баках автомобілів та на складах.

Низькотемпературні властивості - характеризують працездатність паливоподаючої системи взимку. При низьких температурах відбувається випадання кристалів льоду в бензині і обмерзання деталей карбюратора. У бензині в розчиненому стані знаходиться декілька сотих часток відсотка води. З пониженням температури розчинність води в бензині падає, і вона утворює кристали льоду, що порушують подачу бензину в двигун.

Згоряння бензину. Під "згорянням" стосовно до автомобільних двигунів розуміють швидку реакцію взаємодії вуглеводнів палива з киснем повітря з виділенням значної кількості тепла. Температура парів при горінні досягає 1500 ... 2400 °С.

Теплота згоряння (теплотворна здатність) - кількість тепла, яке виділяється при повному згорянні 1 кг рідкого або твердого та м³ газоподібного палива.

Таблиця 1.3 - Теплота згоряння різних палив

Паливо	Теплота згоряння, кДж/кг
Бензин	44000
Дизельне паливо	42700
Спирт етиловий	26000

Від теплоти згоряння залежить паливна економічність: чим вище теплота, тим менше палива необхідно для суміші. Нормальне і детонаційне згоряння. При нормальному згорянні процес протікає плавно з майже повним окисленням палива і швидкістю поширення полум'я 10 ... 40 м/с. Коли

швидкість поширення полум'я зростає і досягає 1500 ... 2000 м/с, виникає детонаційне згоряння, що характеризується нерівномірним протіканням процесу, стрибкоподібною зміною швидкість руху полум'я і виникненням ударної хвилі.

Детонація викликається samozапалюванням найбільш віддаленої від запальної свічки частини бензино - повітряної суміші, горіння якої набуває вибуховий характер. Умови для детонації найбільш сприятливі у частині камери згоряння, де вище температура і більше час перебування суміші. Зовні детонація проявляється в появі дзвінких металевих стукотів - результату багатократних віддзеркалень від стінок камери згоряння які виникають ударних хвиль. Виникненню детонації сприяє підвищення ступеня стиснення, збільшення кута випередження запалювання, підвищена температура навколишнього повітря і його низька вологість, особливості конструкції камери згоряння. Імовірність детонаційного згоряння палива зростає за наявності нагару в камері згоряння принаймні погіршення технічного стану двигуна. В результаті детонації знижуються економічні показники двигуна, зменшується його потужність, погіршуються токсичні показники відпрацьованих газів.

Бездетонаційна робота двигуна досягається застосуванням бензину з відповідної детонаційної швидкістю. Вуглеводні, що входять до складу бензинів, розрізняються за детонаційної стійкості. Найменш стійкі до детонації нормальні парафінові вуглеводні, найбільш - ароматні. Решта вуглеводнів, що входять до складу бензинів, по детонаційної стійкості займають проміжне положення

Найбільш важливим конструктивним чинником, що визначає вимоги двигуна до октанового числа, є ступінь стиснення. Підвищення ступеня стиснення двигунів автомобілів дозволяє поліпшити їх техніко - економічні та експлуатаційні показники. При цьому зростає потужність і знижується питома витрата палива. Проте зі збільшенням ступеня стиснення необхідно підвищувати октанове число бензину. Тому найважливішою умовою

бездетонаційної роботи двигунів є відповідність вимог до детонаційної стійкості двигунів октановим числом застосовуваних бензинів.

У палива, детонаційна стійкість яких не відповідають вимогам, додають високооктанові компоненти (бензол, етиловий спирт) або антидетонатори.

Антидетонатори. Кілька десятиліть застосовують тетраетилсвинець (ТЕС) у поєднанні з речовинами, що забезпечують відсутність відкладень окислів свинцю в камері згоряння, так званими виношувачі. Наприклад, в 1 кг бензину А - 76 міститься 0,24 г ТЕС.

У чистому вигляді ТЕС не застосовують, а використовують етилову рідину (ЕР), складається з ТЕС, виношувачів і барвників. ТЕС отруйний, тому штучне забарвлення бензину, попереджає про небезпеку. Головний недолік ТЕС - отруйність.

Ведуться дослідження зі створення антидетонаторів на основі марганцю. Один з них - циклопентадиенилтрикарбоніл марганцю - широко не застосовується, так як відсутній ефективний виношувач для нього.

1.2.2 Дизельне паливо

Дизельні двигуни в силу особливостей робочого процесу на 25 ... 30 % економічніше бензинових двигунів, що і визначило їх широке застосування. У теперішній час вони встановлюється на більшість вантажних автомобілів і автобусів, а також на частину легкових.

Експлуатаційні вимоги до дизельних палив (ДП)

- безперебійна подача палива в систему живлення двигуна;
- забезпечення хорошого сумішоутворення;
- відсутність корозії та корозійних зносів;
- мінімальне утворення відкладень у випускному тракті, камері згоряння, на голці і розпилювачі форсунки;
- збереження якості при зберіганні і транспортуванні.

Найбільш важливими експлуатаційними властивостями дизельного палива є її випаровуваність, займистість і низькотемпературні властивості.

Випаровуваність палива визначається складом. При полегшенні палива погіршується пуск дизелів, так як легкі фракції мають гіршу в порівнянні з важкими фракціями самозаймистість. Тому пускові властивості дизельних палив для автомобілів в деякій мірі визначає температура википання 50% палива. Температура википання 96% палива регламентує вміст у паливі найбільш важких фракцій, збільшення яких погіршує сумішоутворення, знижує економічність, підвищує нагароутворювання і димність відпрацьованих газів.

Займистість ДП характеризує його здатність до самозаймання в камері згоряння. Це властивість значною мірою визначає підготовчу фазу процесу згоряння - період затримки запалення, який у свою чергу складається з часу, що витрачається на розпад паливної струменя на краплі, часткове їх випаровування і змішання парів палива з повітрям (фізична складова), а також часу, необхідного для завершення предполум'яної реакцій і формування вогнищ самозаймання (хімічна складова).

Фізична складова часу затримки запалення залежить від конструктивних особливостей двигуна, а хімічна - від властивостей застосовуваного палива. Тривалість періоду затримки запалення серйозно впливає на наступне протягом всього процесу згоряння. При великій тривалості періоду затримки запалення збільшується кількість палива, хімічно підготовленого для самозаймання. Згоряння паливоповітряної суміші в цьому випадку відбувається з більшою швидкістю, що супроводжується різким наростанням тиску в камері згоряння. У цьому випадку дизель працює «жорстко».

«Жорсткість» роботи оцінюють по наростання тиску 1° повороту колінчастого валу (КВ). Двигун працює м'яко при наростання тиску 2,5 ... 5,0 кгс/см на 1° повороту КВ, жорстко - при 6 ... 9 кгс/см, дуже жорстко - при наростання тиску більш 9 кгс/см². При жорсткій роботі поршень піддається підвищеному ударному впливу. Це веде до підвищеного зносу деталей кривошипно-шатунного механізму, знижує економічність двигуна.

Схильність ДП до самозаймання оцінюють за цетановому числу (ЦЧ).

ЦЧ - це умовний, показник займистості дизельного палива, чисельно рівний об'ємному відсотку цетана в еталонній суміші з альфаметилнафталіном, яка рівноцінна, по займистості випробуваному паливу. Для визначення ЦЧ становлять еталонні суміші. До їх складу входять цетан і альфаметилнафталін. Схильність цетана до самозаймання приймають за 100 одиниць, а альфаметилнафталіну - за 0 одиниць. Цетанове число суміші, складеної з них, чисельно одно процентному змісту (за об'ємом) цетану. Оцінку самозаймання ДП виробляють аналогічно методу оцінки детонаційної стійкості бензинів. Зразок зіставляється із еталонними паливом на одноциліндрових двигунах ІТ- 9.

Самозаймання ДП впливає їх схильність до утворення відкладень, легкість пуску і роботу двигуна. Для сучасних швидкохідних дизелів застосовуються палива з ЦЧ = 45 ... 50. Застосування палив з ЦЧ нижче 40 веде до жорсткої роботи двигуна. Підвищення ЦЧ вище 50 недоцільно, тому що за малого періоду затримки самозаймання паливо згоряє, не встигнувши поширитися по всьому об'єму камери згорання. При цьому повітря, що знаходиться далеко від форсунки, не бере участі в горінні, тому паливо згоряє не повністю. Економічність дизеля погіршується, спостерігається димлення.

ЦЧ впливає пускові якості ДП. При високих ЦЧ час пуску знижується, особливо при низьких температурах. ЦЧ може бути підвищено двома способами: регулюванням вуглеводневого складу і запровадженням спеціальних присадок:

1-й спосіб. У порядку зменшення ЦЧ вуглеводні розташовуються таким чином: нормальні парафіни - ізопарафінів - нафтени -ароматичні. ЦЧ можна істотно підвищити, збільшуючи концентрацію нормальних парафінів і знижуючи вміст ароматичних .

2-й спосіб більш ефективний. Вводять спеціальні кисеньовмісткі присадки - органічні перекиси, складні ефіри азотної кислоти та ін. Ці присадки є сильними окислювачами і сприяють зародженню і розвитку процесу горіння .

Низькотемпературні властивості. При низьких температурах високоплавкі вуглеводні, насамперед нормальні парафіни, кристалізуються.

У міру зниження температури дизельне паливо проходить через три стадії: спочатку каламутніє, потім досягає так званої межі фільтрування і, нарешті, застигає. Пов'язано це з тим, що спочатку в паливі з'являються розрізнені кристали, які осідають на фільтрах і погіршують подачу палива. При подальшому охолодженні втрачається рухливість нафтопродуктів внаслідок утворення з кристалізуючих вуглеводнів каркаса.

Показники, що характеризують початок кристалізації вуглеводнів в паливі і втрату їх рухливості стандартизовані.

Температурою помутніння називають температуру, при якій паливо втрачає прозорість внаслідок випадання кристалів вуглеводнів та льоду. Безперебійна робота двигуна забезпечується при температурі помутніння палива на $5 \dots 10 \text{ }^\circ\text{C}$ нижче температури повітря, при якій експлуатується автомобіль.

Температурою застигання називають температуру, при якій ДП втрачає рухливість, що визначають у стандартному приладі, нахиленому під кутом 45° до горизонталі, протягом 1 хв. Дизель працює безперебійно при температурі застигання палива на $5 \dots 10 \text{ }^\circ\text{C}$ нижче температури повітря, при якій експлуатується автомобіль. На нафтопереробних заводах температуру помутніння і температуру застигання знижують видаленням надлишку високоплавких вуглеводнів (депарафінізація).

В експлуатації такого ж ефекту досягають додаванням реактивного палива. Наприклад, при добавці 25 % палива Т-1 температура застигання літнього ДП знижується на $8 \dots 12 \text{ }^\circ\text{C}$.

Асортимент ДТ: ДЛ - дизельне літнє - для експлуатації при температурі навколишнього повітря не нижче $0 \text{ }^\circ\text{C}$; ДЗ - дизельне зимове - для експлуатації при температурі навколишнього повітря не нижче $-30 \text{ }^\circ\text{C}$; ДА - дизельне арктичне - для експлуатації при температурі навколишнього повітря не нижче $-50 \text{ }^\circ\text{C}$.

1.2.3 Газоподібні палива

За фізичним станом горючі гази діляться на дві групи: стислі і зріджені. Якщо критична температура вуглеводнів нижче звичайних температур при експлуатації автомобілів, то їх застосовують в стислому вигляді, а якщо вище - то скрапленому вигляді під тиском 1,5 ... 2,0 МПа.

Вимоги до газоподібним палив:

- забезпечення хорошого сумішоутворення;
- висока калорійність горючої суміші;
- відсутність корозії та корозійних зносів;
- мінімальне утворення відкладень у впускному і випускному трактах;
- збереження якості при зберіганні і транспортуванні;
- низька вартість виробництва і транспортування.

Зріджені гази. Основні компоненти - пропан і бутан. Отримують з попутних нафтових газів, з газоподібних фракцій при переробці нафтопродуктів і кам'яних вугілля. Тому вони отримали назву зріджених нафтових газів. Для їх позначення часто використовують аббревіатуру «ЗНГ».

Критичні температури пропану (+97°C) і бутану (+126°C) вище температури навколишнього середовища, тому їх легко можна перевести в рідкий стан. При +20 ° С пропан зріджується при 0,716 , а бутан - при 0,103 МПа.

ЗНГ зберігають під тиском 1,6 МПа. Тиск насичених парів ЗНГ змінюється від 0,27 МПа при -10 °С до 1,6 МПа при +45 °С. ЗНГ має високий коефіцієнт теплового розширення. Підвищення температури на 1°C спричиняє ріст тиску в газовому балоні на 0,6 ... 0,7 МПа, що може призвести до його руйнування. Тому в балонах передбачається парова подушка обсягом не менше 10 % корисної ємності.

Промисловість випускає ЗНГ для автомобілів двох марок:

- СПБТЗ - суміш пропану і бутану технічна зимова;
- СПБТЛ - суміш пропану і бутану технічна літня.

Таблиця 1.4 - Компонентний склад зріджених нафтових газів

Компоненти	Зміст компонентів (% масові)	
	СПБТЗ	СПБТЛ
Метан, етан, етилен	4	6
Пропан, пропилен	76	34
Бутан, бутилен	20	60

До складу ЗНГ додають спеціальні речовини (одоранти), що мають сильний запах, тому що ЗНГ не мають ані кольору, ані запаху, і виявити їх витік складно. Для цієї мети використовують етилмеркаптан C_2H_4SH , має різкий неприємний запах, який відчувається вже при концентрації 0,19 г на 1000 м³ повітря.

Стислі газу. Основні компоненти - метан CH_4 , окис вуглецю CO і водень H_2 . Отримують з горючих газів різного походження - природних, попутних нафтових, коксових та інших. Їх називають стиснутими природними газами або СПГ. Вміст метану в СПГ становить 40 ... 82 %. Критична температура метану становить -82 °C, тому без охолодження СПГ перевести в рідкий стан не можна. Існує дві марки СПГ - А і Б, які відрізняються вмістом метану та азоту.

Таблиця 1.5 - Компонентний склад стиснутих природних газів

Компоненти	Зміст компонентів (% масові)	
	Марка А	Марка Б
Метан	95	90
Азот	0..4	4..7

Газобалонні установки для СПГ розраховані на роботу при тиску 19,6 МПа. Балони для СПГ виготовляються товстостінними і мають велику масу. Так, батарея з 8 50 - літрових балонів важить більше 0,5 т. Отже, істотно знижується вантажопідйомність автомобіля. Крім того пробіг автомобіля на

одній заправці при роботі на СПГ в 2 рази менше, ніж на бензині. Більш перспективна кріогенна технологія зберігання СПГ в скрапленому вигляді. Метан легше повітря, тому при виотаках накопичується у верхній частині приміщення. Метан має високу детонаційну стійкість, тому двигуни можна форсувати за ступенем стиснення. СПГ запалюється в камері згорання при температурі 635 ... 645 °С, що значно вище температури займання бензину. Це ускладнює пуск двигуна, особливо при низьких температурах повітря. У той же час за небезпеки займання і пожежонебезпеці вони значно безпечніше бензину.

Переваги СПГ перед бензинами:

- підвищується термін служби моторного масла в 2,0 ... 3,0 рази;
- збільшується ресурс двигуна на 35 ... 40% внаслідок відсутності нагару на деталях циліндро- поршневої групи;
- збільшується на 40 % термін служби свічок запалювання;
- на 90 % знижується викид шкідливих речовин з відпрацьованими газами, особливо СО.

Недоліки СПГ :

- ціна автомобіля зростає приблизно на 27 %;
- трудомісткість ТО і ТР зростає на 7 ... 8;
- потужність двигуна знижується на 18 ... 20 %, час розгону збільшується на 24 ... 30 % , максимальна швидкість зменшується на 5 ... 6 %, максимальні кути подоланих підйомів зменшуються на 30 ... 40 %, експлуатація автомобіля з причепом утруднюється;
- дальність їздки на одній заправці не перевищує 200 ... 250 км;
- вантажопідйомність автомобіля знижується 9 ... 14 %.

З урахуванням достоїнств і недоліків автомобілів, що працюють на СПГ, визначено область їх раціонального використання - перевезення у великих містах і прилеглих до них районах.

1.3 Альтернативні види палива

До кінця ХХ століття двигун внутрішнього згорання залишається основною рушійною силою автомобіля. У зв'язку з цим єдиний шлях вирішення енергетичної проблеми автомобільного транспорту - це створення альтернативних видів палива. Нове пальне має задовольнити дуже багатьом вимогам: мати необхідні сировинні ресурси, низьку вартість, не погіршувати роботу двигуна, якомога менше викидати шкідливих речовин, по можливості поєднуватися зі сформованою системою постачання паливом та ін.

Альтернативні види палива можна класифікувати таким чином:

- За складом: вуглеводнево- кислотні (спирти), ефіри, естери, водневі палива з добавками;
- За агрегатним станом: рідкі, газоподібні, тверді ;
- За обсягами використання: цілком, як добавки ;
- За джерелами сировини: з вугілля, торфу, сланців, біомаси, горючого газу, електроенергії та ін.

Розглянемо кожен з найбільш поширених видів альтернативного палива більш докладно.

1.3.1 Природний газ

Природний газ в більшості країн є найбільш поширеним видом альтернативного моторного палива. Природний газ в якості моторного палива може застосовуватися як у вигляді компримованого, стисненого до тиску 200 атмосфер, газу, так і у вигляді зрідженого, охолодженого до $-160\text{ }^{\circ}\text{C}$ газу. У той час як стиснений газ (метан) знаходиться в баках під тиском 200 бар, що саме по собі представляє підвищену небезпеку, компримований зріджується при тиску 6-8 бар.

1.3.2. Газовий конденсат

Використання газових конденсатів в якості моторного палива зведено до мінімуму через наступних недоліків: шкідливий вплив на центральну нервову систему, неприпустиме іскроутворення в процесі роботи з паливом,

зниження потужності двигуна (на 20 %), підвищення питомої витрати палива.

1.3.3. Шахтний метан

Останнім часом до числа альтернативних видів автомобільних палив стали відносити і шахтний метан, що добувається з вугільних порід. Прогнозується, що газова видобуток метану у вугільних басейнах світу вже найближчим часом складе 96-135 млрд м³.

1.3.4. Етанол і метанол

Етанол (питний спирт), що володіє високим октановим числом і енергетичною цінністю, видобувається з відходів деревини і цукрового очерету, забезпечує двигуну високий ККД і низький рівень викидів і особливо популярний в теплих країнах. Вартість етанолу в середньому набагато вище собівартості бензину. Сплеск інтересу до його використання в якості моторного палива за кордоном обумовлений податковими пільгами.

Метанол як моторне паливо має високе октанове число і низьку пожежонебезпеку. Дані обставини забезпечують його широке застосування на гоночних автомобілях.

1.3.5. Синтетичний бензин

Сировиною для його виробництва можуть бути вугілля, природний газ та інші речовини. Найбільш перспективним вважається синтезування бензину з природного газу. З 1 м³ синтез-газу отримують 120-180 г синтетичного бензину.

1.3.6. Біодизельне паливо

Застосування біодизельного палива пов'язано, в першу чергу, зі значним зниженням емісії шкідливих речовин у відпрацьованих газах (на 25-50%), поліпшенням екологічної обстановки в регіонах інтенсивного використання дизелів (міста, річки, ліси, відкриті розробки вугілля (руди), приміщення парників і т.п.) - Зміст сірки в біодизельному паливі складає 0,02%.

1.3.7. Біогаз

Являє собою суміш метану і вуглекислого газу і є продуктом

метанового бродіння органічних речовин рослинного і тваринного походження. Біогаз відноситься до палив, що одержуються з місцевої сировини. Хоча потенційних джерел для його виробництва досить багато, на практиці коло їх звужується внаслідок географічних, кліматичних, економічних та інших факторів.

Біогаз як альтернативне енергоносіє може служити висококалорійним паливом. Призначений для поліпшення техніко-експлуатаційних та екологічних показників роботи двигуна внутрішнього згорання (ДВЗ) і стаціонарних енергоустановок. Біогаз, який представляє собою продукти бродіння відходів біологічної діяльності людини і тварин, містить приблизно 68 % CH_4 , 2 % H_2 і до 30% CO_2 . Після відмивання від вуглекислоти цей газ є досить однорідним паливом, що містить до 80 % метану з теплотворною здатністю більше 25 МДж/м³.

Застосування біогазу як палива для ДВЗ здійснюється шляхом використання серійно випускається паливної апаратури для природного газу з корекцією співвідношення "паливо-повітря". Пропонована система в порівнянні з газовим двигуном дозволяє знизити викиди оксидів азоту на 25% і оксиду 15%. Вуглецю - на 20%, а також поліпшити паливну економічність на 12%. Деяке зниження ефективної потужності, викликане присутністю баластних компонентів, практично повністю компенсується за рахунок високих антидетонаційних якостей біогазу шляхом відповідного підвищення ступеня стиснення. Присутність невеликої кількості водню в біогазі позитивно позначається на якості протікання робочого процесу ДВЗ і не викликає характерних для водневих двигунів передчасного займання робочої суміші і так званої зворотної спалаху.

1.3.8 Водень, як альтернативне паливо

Водень є ефективним акумулятором енергії. Застосування водню як палива можливе в різноманітних умовах, що може дати істотний внесок у світову енергетику, коли ресурси викопного палива будуть близькі до повного виснаження. У порівнянні з бензином і дизельним паливом водень

більш ефективний і менше забруднює навколишнє середовище. Вибухонебезпечність водню різко знижується із застосуванням спеціальних присадок (наприклад, добавка 1 % пропілену робить H₂ безпечним).

Ще один напрямок використання водню - застосування в акумуляторних батареях електромобілів. Лідерство в цій області належить японським фірмам, які розробили ефективні водневі електроди, використовувані в паливних елементах.

Однак у всіх методах використання водневого палива основна проблема - зберігання водню. Відомі три основних способи зберігання:

стиснений газ;

зріджений газ;

металогідридний спосіб.

Використання рідкого водню і водню під тиском досить неефективно. Третій спосіб зберігання водню - металогідридний, найбільш перспективний. Гідриди металів служать джерелом водню, який виходить за рахунок хімічної реакції або термічного розкладання. Оборотно гідрування системи Pd-H було досліджено Т. Гремом більше 100 років тому. В даний час досліджено велику кількість систем Me-H, які поглинають велику кількість водню, а потім при зміні умов повертають його назад. Велика частина газу виділяється при постійному тиску. Якщо механізмом зберігання було б розчинення газу в металі або сплаві, то тиск водню змінювалося за законом Сівертсен ($P = k(H/Me)^2$ - приватному нагоди закону Генрі при дисоціації розчиненого газу). Подібна реакція має місце на початковому етапі, надалі процес контролює не явищем розчинності, а хімічною реакцією.

Транспортні засоби, що використовують водень, виграють в порівнянні з бензиновим транспортом. При цьому водневі прототипи конкурентні з діючими електромобілями. Енергетична щільність найпримітивніших батарей становить близько 25 Вт год/кг. Енергетична щільність гідридів (наприклад, TiFe) складає 500Вт ч/кг (при спалюванні водню до водяної пари). З урахуванням маси контейнера для зберігання гідриду, к.к.д.

згоряння водню в 2 рази перевищує енергетичну щільність батареї.

Водень може знайти застосування в якості автомобільного палива залежно від багатьох екологічних та економічних чинників, насамперед від виснаження природних ресурсів. Це дуже актуально і для України в плані диверсифікації джерел енергії та зміцнення енергетичної незалежності країни. Тому удосконалення автомобільних гідридних систем (як найбільш перспективних), без сумніву, є важливою науково-технічною задачею.

1.3.9. Спирти

Серед альтернативних видів палива в першу чергу слід відзначити спирти, зокрема метанол і етанол, які можна застосовувати не тільки як добавку до бензину, а й у чистому вигляді. Їх головні переваги - висока детонаційна стійкість і хороший ККД робочого процесу, недолік - знижена теплотворна здатність, що зменшує пробіг між заправками і збільшує витрату палива в 1,5-2 рази в порівнянні з бензином. Крім того, через погану випаровуваність метанолу та етанолу утруднений запуск двигуна.

Використання спиртів як автомобільного палива вимагає незначною переробки двигуна. Наприклад, для роботи на метанолі досить перерегулювати карбюратор, встановити пристрій для стабілізації запуску двигуна і замінити деякі схильні до корозії матеріали більш стійкими. Враховуючи отруйність чистого метанолу, необхідно передбачити ретельну герметизацію паливоподаючої системи автомобіля.

Зробити двигун «чистим» неважко. Треба лише перевести його з бензину на стиснене повітря. Але ця ідея не витримала критики, коли мова заходить про автомобільних двигунах: далеко на такому «пальному» не виїдеш. І американські фахівці запропонували замінити стиснене повітря рідким азотом. Вони навіть розробили конструкцію автомобіля, в якому азот, розширюючись при випаровуванні, штовхатиме три поршня двигуна. А щоб процес випаровування йшов активніше, азот пропонують впорскувати в особливу підігрівальну камеру, де спалюється невелика кількість дизельного палива. Така схема при достатній потужності забезпечить запас ходу до 500

км. Існують два способи застосування спирту як пального для автомобільних моторів - при частковій (до 20%) і при повній заміні бензину і дизельного палива. Високі антидетонаційні якості визначають переважне використання спирту в двигунах внутрішнього згорання з примусовим (іскровим) запалюванням. Стандартний двигун не потрібно переробляти для роботи на бензо-спиртової суміші.

А от для роботи на чистому спирті потрібне збільшення місткості паливного бака і ступеня стиснення до 12 - 14 од. (щоб повністю використовувати детонаційну стійкість палива) і перерегулювати карбюратора або перепрограмування ЕБУ інжекторного двигуна. Горючу суміш необхідно трохи збагатити: для згорання 1 кг спирту потрібно 9 кг повітря, а для згорання 1 кг бензину - 14,93 кг.

Низький тиск насичених парів і висока теплота випаровування спирту роблять практично неможливим запуск бензинових двигунів вже при температурі навколишнього середовища нижче $+10^{\circ}\text{C}$. Для поліпшення пускових якостей в спирт додають 4-6% ізопентана (C_5H_{12}) або 6-8% діметилового ефіру ($\text{CH}_3 - \text{O} - \text{CH}_3$ або $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$), що забезпечує нормальний пуск двигуна при температурі від -25°C і вище. Для цієї ж мети спиртові мотори обладнують спеціальними пусковими підігрівниками. У разі нестійкої роботи двигуна при підвищених навантаженнях (через поганий випаровування спирту) застосовується додатковий підігрів паливної суміші за допомогою, наприклад, відпрацьованих газів.

1.3.10. Дизель і спирт

Адаптувати дизельний мотор для спалювання в його циліндрах спирту набагато складніше.

Етанол ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) - винний, або питний спирт, що є найважливішим представником одноатомних спиртів. Ця безбарвна рідина, яка змішується в будь-яких співвідношеннях з водою, спиртами, ефірами, гліцерином, бензином та іншими органічними розчинниками, горить безбарвним полум'ям. Етанол, володіючи високим октановим числом і енергетичною

цінністю, є відмінним моторним паливом. Для отримання бензину АІ - 95 потрібно додати в бензин АІ - 92 близько 10% етанолу.

1.3.11. Проблеми та перспективи використання метанолу в якості палива

Теплота згоряння метанолу в 2,24 рази менше, ніж у бензину. Метанол має більш високу приховану теплоту випаровування, низьку пружність пари, низьку температуру кипіння, підвищену гігроскопічність і підвищену схильність до утворення з деякими складовими бензину азеотропних сумішей, а також підвищену схильність до крапельного спалювання.

Крім цього, метанол володіє підвищеною корозійною агресивністю до металів і деяким пластмасам. Пари метанолу більш токсичні, ніж пари бензину і викликають сильні отруєння при попаданні в організм людини, сліпоту і навіть летальний результат.

В якості позитивних властивостей метанолу можна вказати його високу детонаційну стійкість і більш високі швидкості згоряння паливо повітряних сумішей. При цьому низька теплота згоряння не знижує потужностних показників двигуна, так як їх визначальним фактором є не теплота згоряння палива, а теплота згоряння одиниці маси паливоутворюючої суміші, яка у метанолоповітряних сумішей на 3-5% вище, ніж у бензинів. Варто сказати, що при цьому і метанолу потрібно в 2,3 рази більше.

Висока прихована теплота випаровування метанолу (у 3,66 рази вище, ніж у бензину) надає якісний вплив на процес сумішоутворення. У першу чергу, цей факт є причиною гірших пускових якостей холодного двигуна при низьких температурах. З іншого боку, це властивість метанолу веде до зменшення теплонапруги деталей двигуна і збільшення вагового наповнення циліндрів свіжим зарядом, що сприяє збільшенню потужності двигуна.

Крім усього іншого, при використанні метанолу істотно нижче забруднення атмосфери, нижче нагароутворювання на робочих поверхнях камери згоряння і меншу закоксованість деталей циліндропоршневої групи.

Крім того, для використання метанолу в якості палива необхідно, щоб

ціни на нього були прийнятні. Зараз на внутрішньому і світовому ринку спостерігаються вкрай високі ціни на метанол. Це не сприяє широкому його застосуванню в цій галузі.

1.3.12. Метанольні паливні елементи

В останні роки паливні елементи отримали широкий розвиток у всьому світі. На сьогоднішній день існує величезна кількість систем, що базуються на різних технологіях.

З одного боку, єдиним продуктом реакції метанолу з повітрям є вода. Самий позитивний з точки зору екології факт. З іншого боку, виникає питання, де взяти таку кількість метанолу. Наприклад, при 10 %-ному впровадженні метанолу на Каліфорнійському ринку для забезпечення потреби необхідна безперервна робота 4 -х великих заводів потужністю 2,5 тис. тонн на добу. Таким чином, як ні було те значимого застосування метанолу для транспорту чекати доведеться ще довго. При всьому при цьому ціна метанолу не сприяє його широті його використання.

1.3.13 Диметоксиметан (метилаль)

Цілком імовірно, це речовина стане перспективним паливом, одержуваних на базі метанолу. Це безбарвна прозора рідина з високим вмістом кисню (42%). Вже не раз проводилися випробування цього продукту, які показали хороші результати щодо технічних характеристик двигунів і низькою емісії диму. Диметоксиметан покращує змазує здатність дизельного палива і повністю змішується з цим паливом при всіх температурах.

Він виготовляється шляхом метоксилірування формальдегіду метанолом. Будучи чудовим окислювачем дизельного палива, його використання може стати одним з варіантів зменшення утворення диму від спалювання дизельного палива.

1.4 Постановка задач дослідження

У викидах двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ) міститься понад 100

шкідливих сполук, котрі умовно можна розбити на шість груп:

- діоксид вуглецю, водяна пара, водень, кисень;
- оксид вуглецю;
- окиси азоту; окис азоту;
- вуглеводні;
- альдегіди;
- сажа.

Зниження вмісту шкідливих речовин у викидах ДВЗ можна забезпечити і за рахунок застосування присадок до пального - метанолу, водню, скрапленого газу та емульсій

При використанні в ДВЗ етилованих бензинів з вихлопними газами в атмосферу викидаються сполуки свинцю. При згорянні 1 тонни бензину в атмосферу викидається, кг: оксидів вуглецю - 39,5; вуглеводнів - 34; окисів азоту - 20; діоксиду сірки - 1,55; альдегідів - 0,93. При згорянні 1 тонни дизельного пального в атмосферу викидається, кг: оксиду вуглецю - 21; вуглеводнів - 20; окисів азоту - 34; альдегідів - 6,8; сажі - 2.

Масовий склад викидів значною мірою залежить від режимів експлуатації та справності систем ДВЗ і своєчасності проведення регулювань.

На збільшення витрати пального та шкідливих речовин у вихлопних газах карбюраторних двигунів найістотніше впливають зношеність жиклерів карбюратора, порушення регулювання системи холостого ходу та регулювання рівня пального в карбюраторі, зношеність деталей прискорювального насоса, підвищення гідравлічного опору повітряного фільтра, неправильна установка запалювання, неправильна величина зазору в контактах переривача та їх забруднення, нагар на свічках запалювання, знижена температура охолоджувальної рідини, зношеність деталей кривошипно-шутунного механізму, порушення регулювання між клапанами та штовханами тощо.

Згадані несправності збільшують витрату пального на 10%, а кількість

шкідливих речовин у викидах - на 15-50%. В дизельних ДВЗ на збільшення витрати пального та складу вихлопних газів впливають наступні несправності: зменшення тиску в приску, покриття голки форсунки смолистими відкладеннями, закоксування сопел розпилювачів, зношеність плунжерних пар паливного насоса, засмічування повітроочищувача, зміна кута вприску, зниження температури охолоджувальної рідини, зношеність деталей паливного насоса, газорозподілу та шатунно-кривошипного механізму.

В залежності від виду несправності витрата пального в дизельних двигунах може збільшуватися до 20%, а кількість викидів шкідливих речовин - на 20-100%. Зниження викидів шкідливих речовин ДВЗ можна досягти застосуванням наступних методів: рідинної та полум'яної, нейтралізації; інжекційного допалювання; використанням каталізаторів; подачею повітря у випускний колектор; застосуванням антидимових фільтрів тощо.

Одним з напрямків задоволення потреби в паливі, і значним внеском у вирішення проблеми екологізації ДВЗ є застосування альтернативних палив. До альтернативних палив відносять палива, які не є продуктами переробки нафти і традиційні нафтові палива, модифіковані різними добавками.

Актуальність використання альтернативних палив визначена законодавчо практично у всіх розвинених країнах світу. Виробникам і споживачам альтернативних палив на державному рівні надаються різні види пільг. Разом з тим аналіз показує, що до теперішнього часу практичне застосування того чи іншого альтернативного палива не отримує широкого поширення і носить локальний характер. Це пов'язано в першу чергу з початковими виробничими і експлуатаційними витратами при широкомасштабному перекладі ДВЗ на будь-яке альтернативне паливо, а також з лобіюванням такого процесу виробниками традиційних нафтових палив.

При розгляді можливості застосування того чи іншого альтернативного палива в ДВЗ необхідно враховувати його вартість, доступність, безпеку,

вплив продуктів його згоряння на навколишнє середовище .

Сучасний підхід до проблеми застосування альтернативних палив передбачає давати оцінку паливу з урахуванням повного життєвого циклу, що включає економічні витрати і екологічні витрати при його видобутку, переробці і згорянні в ДВЗ. Така оцінка дозволяє отримати більш повне уявлення про економічну та екологічної ефективності застосування конкретного альтернативного палива, ніж у випадку, коли розглядається тільки система «ДВЗ - паливо - ресурсозбереження - довкілля ».

Вплив умов експлуатації ДВЗ на витрату палива і викиди шкідливих речовин з ВГ визначається режимами роботи і якістю технічного обслуговування. Економічні та екологічні показники ДВЗ розглядаються, як правило, на сталих режимах, однак при експлуатації двигуни, особливо транспортні, працюють практично тільки на несталих режимах. І якщо вплив несталих режимів на паливну економічність ДВЗ вивчено досить досконально, то важливої науково – технічним завданням представляється теоретичні та експериментальні дослідження впливу несталих режимів на екологічні показники. Вибір режимів роботи автотранспортних ДВЗ, забезпечують максимальну паливну економічність при мінімальній токсичності ВГ, багато в чому залежить від категорії та технічного стану доріг, оптимального завантаження і правильної експлуатації автомобіля. І якщо враховувати реальний паливно - екологічний збиток, що заподіюється навколишньому середовищу при експлуатації автомобіля, то можна відзначити не відповідність між вимогами, що регламентують технічний рівень ДВЗ, і вимогами до зовнішніх умов, які рівною мірою повинні забезпечувати зниження частки паливно - екологічного збитку.

Також до проблеми екологізації слід віднести об'єктивну оцінку паливно - екологічних показників ДВЗ в експлуатації і розробку, заснованих на ній вимог до технічного рівня двигунів. Незважаючи на те, що підвищенню паливної економічності та екологічної ефективності ДВЗ приділяється величезна увага, до теперішнього часу відсутні методи і

принципи комплексної оцінки витрати палива і токсичності ВГ, які б враховували особливості роботи двигунів в експлуатації. Сьогодні існують законодавчі нормативи на обмеження рівнів питомої ефективної витрати палива і викидів шкідливих речовин з ВГ двигунів. Але питома ефективний витрата палива нормується на окремих режимах, а викиди шкідливих речовин визначаються в результаті випробувань за спеціальними циклами, які (і режими і цикли) далеко не завжди характеризують умови експлуатації ДВЗ. Крім того, вимоги цих законодавчих нормативів у деяких випадках суперечать один одному. Комплексна оцінка витрати палива і токсичності ВГ повинна враховувати ступінь завантаження двигуна в експлуатації, тривалість роботи часу на фіксованих режимах, кліматичні умови, небезпека забруднення тих територій та ландшафтів, на яких працює двигун.

Зважаючи на це основними завданнями роботи є:

- проаналізувати стан виробництва альтернативних палив в Україні;
- порівняти характеристики існуючих альтернативних палив;
- розглянути проблеми пов'язані із застосуванням альтернативних палив у ДВЗ;
- проаналізувати та оцінити паливно-економічні та екологічні показники двигунів, що працюють на альтернативних паливах.

Метою роботи є визначення впливу існуючих видів палив для ДВЗ на екологічну безпеку під час виконання техніко-технологічних процесів в сільськогосподарському виробництві.

2 ОБГРУНТУВАННЯ ВПЛИВУ РІЗНИХ ВИДІВ ПАЛИВА НА ЕКОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ РОБОТИ МТА

Бурхливе виробництво та використання біопалива у світі, дуже важливе для України і може розглядатися сьогодні як невід'ємна складова зменшення залежності держави від імпорту нафти і газу інших країн світу. Щорічне утворення відходів призводить до того, що кожній державі необхідно розробляти та впроваджувати у виробництво альтернативного, екологічно більш чистого біопалива.

На даний час у біопаливній енергетиці простежуються дві тенденції, що розвиваються паралельно: виробництво та використання етилового спирту у складі бензинів для ДВЗ, (цукровий буряк, цукровий тростник, зернові культури, солома) а також метилових естерів масляничних культур у складі дизельних палив (рапс, соя, кукурудза, соняшник).

2.1 Стан розвитку виробництва альтернативного палива в Україні

Україна щорічно споживає біля 200 млн. т у.п. паливно-енергетичних ресурсів і відноситься до енергодефіцитних країн, бо покриває свої потреби в енергоспоживанні приблизно на 53% і імпортує 75% необхідного обсягу природного газу та 85% сирової нафти і нафтопродуктів. Така структура ПЕР економічно недоцільна, породжує залежність економіки України від країн-експортерів нафти і газу і є загрозою для її енергетичної і національної безпеки. У найближчій перспективі автотранспорт України, в основному, буде забезпечуватися імпортною нафтовою сировиною. Отже, в галузі виробництва і споживання сумішевого автомобільного палива проблема ресурсозбереження та пошуку альтернативних джерел сировини буде визначальною, звичайно, разом з вирішенням проблем впливу на навколишнє середовище. В той же час потреби автотранспорту складають в рік до 12 млн.т бензину і до 15 млн.т дизельного пального.

Автомобільний транспорт займає провідне місце у здійсненні перевозок продукції та вантажів. Прогноз розвитку автопарку України свідчить про тенденцію до стійкого зростання чисельності автомобілів та споживання палива. На рівні 2015 року ці цифри складуть, відповідно, 13427 тис.шт. та 32,7 млн.т. Спиртова промисловість України повністю задовольняє внутрішні потреби у спирті для виготовлення лікєро-горілочаних виробів, працюючи тільки на 30 % своїх загальних потужностей. При умові проведення сприятливої урядової економічної політики, Україна може стати одним із значних виробників паливних оксигенатів на основі етилового спирту. Для досягнення цієї мети доцільно було б перепрофілювати 70% "вільних" потужностей спиртзаводів на випуск паливного етанолу.

Особливо виправданим буде перехід на випуск паливних оксигенатів і технічного етанолу для м'ясно-спиртових заводів, тому що у випадку використання для харчових потреб м'ясяний спирт програє по якості перед зерновим, а існуючі зернові заводи повністю покривають потреби України в харчовому спирті. Надалі на перепрофільованих підприємствах можна розвинути виробництво інших оксигенатів та їх сумішей, використовуючи як сировину етанол і продукти хімічного синтезу.

В 1999 році суспільним виробництвом України вже було вироблено більше 15,6 тис.т високооктанової кисневмісної добавки до бензинів як домішки (6-8%), що дозволило виробити понад 200 тис. тонн сумішевих бензинів. З вказаної кількості кисневмісної добавки до бензинів більш ніж 1,5 тис.т вироблено підприємством, що знаходиться в сфері управління Держкоменергозбереження. Загалом, за період починаючи з кінця 1999 року до 01.01.2001 року ним вироблено більш ніж 3,2 тис.т цієї домішки. У 2000 році в Україні було вироблено понад 5 тис.тонн етанолу, а в 2001 році не більше однієї тисячі тонн. (за даними Державного концерну "Укрспирт"). Згорання виробництва етанолу, з одного боку, виникло в зв'язку із зменшенням вартості на світлі нафтопродукти, а з іншого - через збільшення вартості сировини з якої вироблялися ці паливні високооктанові компоненти.

Так, якщо у 1999 р. вартість однієї тонни меляси коштувало біля 80-120 грн. за тонну, то в 2000 році вартість сировини сягнула понад 400 грн. за тонну. Для збільшення в Україні власного виробництва моторних палив доцільно організувати адекватну заміну традиційного моторного палива на моторні суміші з різними видами паливних домішок, одною з яких є етанол, що може використовуватись як домішка до світлих нафтопродуктів. Традиційно, на поточний момент, етанол виробляється у спиртовій промисловості як один з продуктів переробки відходів бурякоцукрового виробництва - меляси. Іншим шляхом вирішення проблеми отримання достатньої кількості власних моторних палив в Україні є використання ріпакової олії для виробництва дизельного палива (біодизеля). Через значний вміст шкідливих для організму людини органічних сполук, використання олії в харчовій промисловості практично неможливе, але, завдяки тому що її середня теплотворна здатність (33,1 МДж/л) є лише трохи меншою, ніж у дизельного палива (35,1 МДж/л), використання цієї олії як палива є доцільним і має велике значення для паливно-енергетичної галузі. Однак, оскільки при безпосередньому її використанні двигун, через великі відкладення нагару в камері згоряння та в каналах впорскування паливної апаратури, може швидко вийти з ладу, необхідно здійснювати очищення ріпакової олії, проводити процес її етерифікації з метою отримання рапсометилового ефіру, а також заходи в напрямку підвищення ефективності його використання для отримання моторного палива.

Відомо, що насіння рапсу є в біоенергетиці одним з найбільш перспективних джерел отримання альтернативного палива - біодизеля. В Україні заплановано в ході розширення посівів рапсу отримання 9.0 млн. тонн рапсового насіння, що може забезпечити отримання майже 3,0 млн.т. біодизельного палива (75% річної потреби агропромислового комплексу держави). Але, завдяки здатності ріпака пристосовуватись до різних агрокліматичних умов, посівні площі під нього можна значно збільшити, що дозволить отримати додаткові обсяги біодизельного палива. Очікується, що,

в подальшому, обсяг виробництва паливного спирту (згідно Програми державної підтримки розвитку використання нетрадиційних і відновлюваних джерел енергії та малої гідро- і теплоенергетики (Програми НВДЕ), схваленої постановою КМ України від 31.12.97р. №1505) в 2015 р. може скласти до 2,0 млн.т. при умові залучення до цього виробництва технологічних потужностей більшості існуючих спиртових та цукрових заводів та організації нарощування в агропромисловому комплексі достатньої сировинної бази для цього.

Для суттєвого збільшення в енергобалансі України обсягів паливно-енергетичних ресурсів, вироблених із нетрадиційних і відновлюваних джерел енергії, необхідно наполегливо проводити організаційну роботу та створювати об'єкти альтернативної енергетики за найбільш перспективними технологічними напрямками щодо отримання сумішевого рідкого біопалива:

— виробництво сумішевого моторного палива з добавкою (до 8%) кисневмісних спиртових домішок (біосинтетичних оксигенних компонентів) до бензинів та сполук на основі відходів коксохімії та газового конденсату, застосування протизносних присадок до масел двигунів внутрішнього згоряння, тощо;

— створення загальнодержавної системи фінансово-економічних, нормативно-технічних і технологічних заходів для забезпечення умов виробництва та використання нетрадиційних рідких палив біосинтетичних оксигенних компонентів до некондиційних бензинів і газового конденсату на основі етанолу для отримання моторних палив, та ін., а також інших нетрадиційних видів палива та джерел енергії.

Останнім часом ведеться робочий діалог України з ЄС у питаннях виробництва біовідновлюваних енергоресурсів та поставок їх до країн ЄС, що сприятиме зміцненню економіки України. З метою розвитку цього діалогу та на виконання Закону України "Про альтернативні види рідкого та газового палива" Держкоменергозбереження України розробляє ряд нормативних актів, прийняття яких буде сприяти стимулюванню

виробництва і застосування паливних оксигенатів з поновлюваної сировини. Зокрема розробляються пропозиції щодо економічного сприяння виробництву альтернативного палива. Враховуючи наведене, можна зробити такі висновки.

З метою подолання перешкод на шляху широкого використання в Україні паливних домішок на основі етанолу, біодизелю та забезпечення створення достатніх експортних обсягів цього палива доцільно:

— розробити та впровадити комплекс заходів із створення енергетичних плантацій швидкоростучих рослин для отримання необхідних обсягів біомаси сільськогосподарських культур для виробництва з цієї рослинної біомаси етанолу, а також інших енергоносіїв, які, в свою чергу, можна використовувати в когенераційних установках для забезпечення технологічного процесу електричною та тепловою енергією та досягнення безвідходності виробництва. Це сприятиме збільшенню обсягів виробництва паливного етанолу та інших високооктанових кисневмісних добавок (ВКД), паливних оксигенатів до бензинів і отриманню на їх основі зростаючих обсягів сумішевих моторних бензинів, а також надійному забезпеченню вказаного виробництва необхідною сировиною;

— прискорити здійснення організаційних заходів для входження України на новий перспективний ринок споживання екологічно чистих відновлюваних паливних енергоресурсів, в тому числі паливного етанолу, біодизельного палива, різних паливних компонентів, тощо;

— розробити пропозиції до проекту постанови Кабінету Міністрів щодо обов'язкового використання в Україні моторних палив з антидетонаційними оксигенними компонентами (паливними домішками, з вмістом їх у бензині до 6-8%) та забезпечити прийняття цієї постанови;

— забезпечити недопущення взаємної підміни, з метою фінансових зловживань при реалізації біопалива (паливного етанолу), шляхом "маркування" останнього додатком 1-2% бензину з одночасним інформуванням про це, для налагодження відповідного контролю, митних та

правоохоронних органів, а також Державної інспекції з енергозбереження;

— утворити фінансово-промислові групи для забезпечення сировиною спиртових заводів, що виготовляють етанол, та належного розподілу прибутків і залучити до цих груп цукрові, спиртові та нафтопереробні заводи;

— створити енергоавтономні підприємства агропромислового комплексу на радіактивно забруднених землях України з метою отримання рапсової сировини для виробництва біодизеля та дезактивації цих земель та повернення їх до повноцінної сільськогосподарської діяльності;

Тільки при умові зростання ціни на моторне паливо нафтового походження, природне біопаливо може бути комерційно життєздатним. Тому необхідно на законодавчому рівні передбачити підприємцям відповідні економічні стимули з виробництва та використання біопалива. Крім того, необхідно розробити відповідні ТЕО та проекти програми заходів щодо збільшення обсягів виробництва біодизельного палива.

2.2 Порівняльний аналіз існуючих видів палива

В даний час перше місце в світі по споживанню на транспорті серед альтернативних палив займають зріджені нафтові гази (зріджені вуглеводні гази або пропан – бутанові суміші), одержувані при переробці нафтового (попутного) газу (рисунок 2.1). В Україні зріджені нафтові гази також є найбільш поширеним видом альтернативного палива. Очікується збільшення споживання зріджених нафтових газів на транспорті до 10,2 млн. т.

Серед нетрадиційних палив, застосування яких можливо в дизельних двигунах, виділяють нафтові палива і палива, які виробляють з альтернативних джерел енергії. Нафтові і альтернативні палива умовно поділяють на три групи. До першої групи можна віднести сумішеві палива, що містять нафтові палива з добавками ненафтового походження (спиртами, ефірами та ін.) Друга група включає синтетичні рідкі палива. Ці палива

отримують при переробці твердих, рідких або газоподібних корисних копалин (вугілля, горючих сланців, природного газу і газових конденсатів і т.д.). Третю групу складають ненафтові палива (спирти, ефіри, газоподібні палива), які істотно відрізняються за фізико-хімічними властивостями від традиційних нафтових палив.

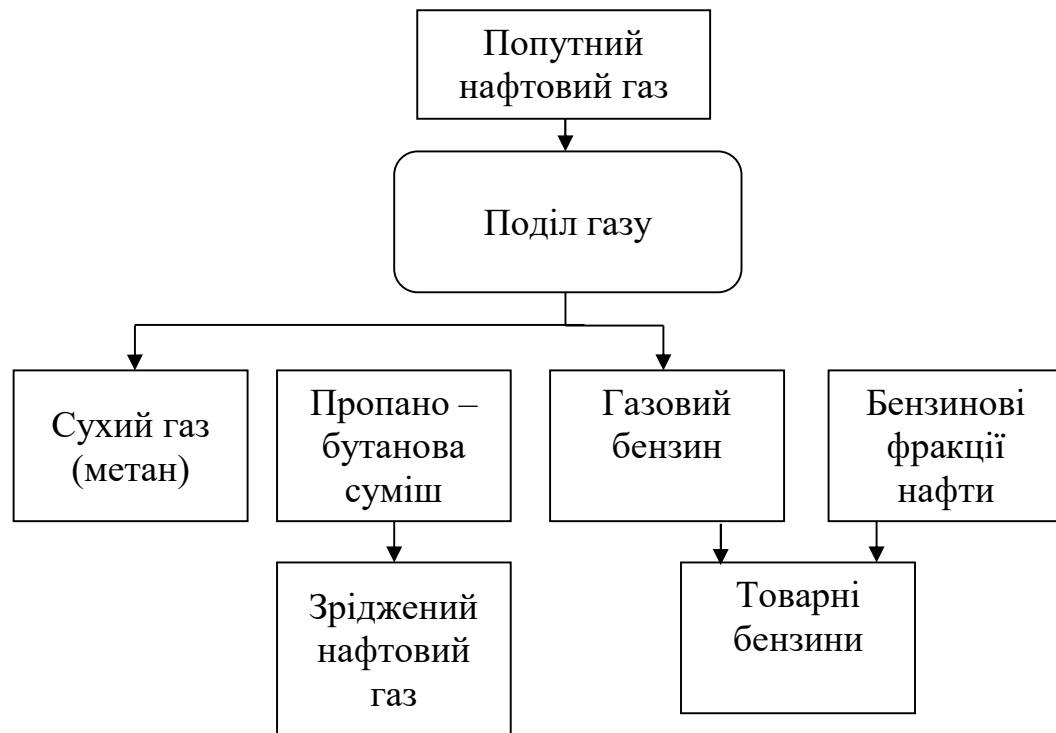


Рисунок 2.1 - Схема переробки попутного нафтового газу

Найбільш простим і недорогим шляхом застосування природного газу на транспорті є його використання в стиснутому і зрідженому видах. За планами Євросоюзу до 2020 р. в Європі повинні експлуатуватися 54 млн. автомобілів, що працюють на природному газі, водні та біогазі. При цьому сумарний обсяг споживання природного газу автомобільним транспортом може скласти близько 47 млрд.

В якості перспективних альтернативних палив, одержуваних з природного газу, розглядаються також метиловий спирт (метанол), етиловий спирт (етанол) і диметиловий ефір (рисунок 2.2). Причому, їх синтезування можливо також із будь-якого іншого містять вуглець сировини (вугілля,

сланців, торфу, деревини), а також з відходів промислового і сільськогосподарського виробництв. За своїми властивостями названі спиртові палива придатні для використання як в двигунах з примусовим займанням, так і в дизелях. Останнім часом в якості одного з найбільш перспективних альтернативних палив для дизелів розглядається диметилловий ефір (ДМЕ). Перевагами даного виду альтернативного палива є висока цетанове число, сумірна з цетановим числом штатних дизельних палив, і хороші екологічні якості двигунів, що працюють на ДМЕ. Однак поки ціна ДМЕ перевершує ціну традиційних моторних палив. Повсюдне застосування ДМЕ стане рентабельним, коли ціна дизельного палива досягне 300 \$/т, а ціна вихідної сировини для виробництва ДМЕ (природного газу) залишиться на сьогоднішньому рівні.

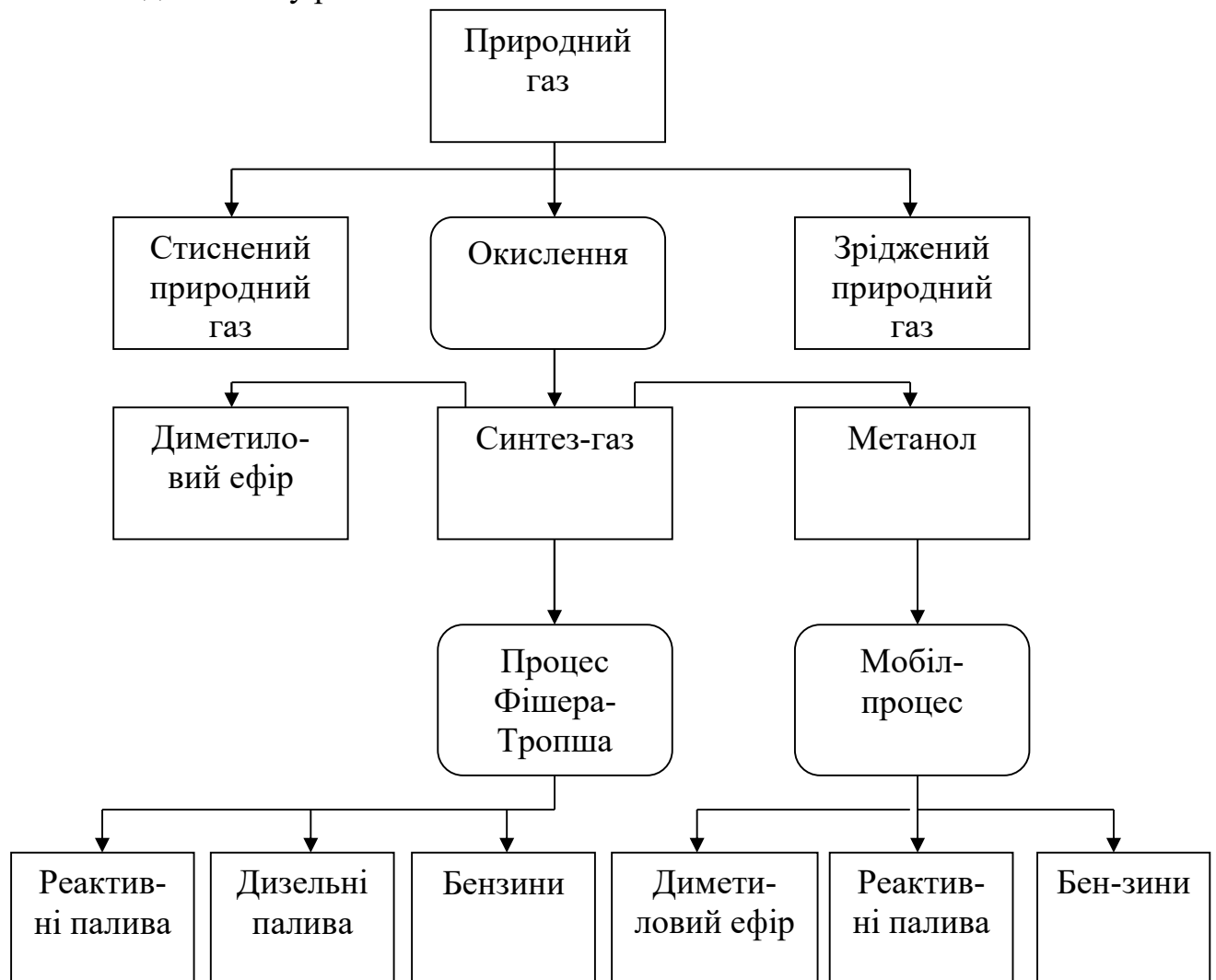


Рисунок 2.2 - Схема отримання палива з природного газу

Найбільш вірогідним сировиною для виробництва моторних палив для транспорту в найближчій перспективі є вугілля. У світових запасах викопних енергоресурсів на кам'яне вугілля припадає 80...85% сумарного енергомісткості. При сучасному рівні видобутку вугілля цих запасів вистачить на 200...250 років.

Палива з вугілля можна отримати або прямим синтезом з продукту газифікації вугілля - синтез-газу (процес Фішера-Тропша), або через проміжне отримання метанолу (рисунок 2.3). З 1 м³ синтез-газу отримують близько 200 г рідких вуглеводнів, які можуть бути використані в якості компонентів моторних палив. Таким же чином можливе отримання синтетичних моторних палив з бурого вугілля і торфу.

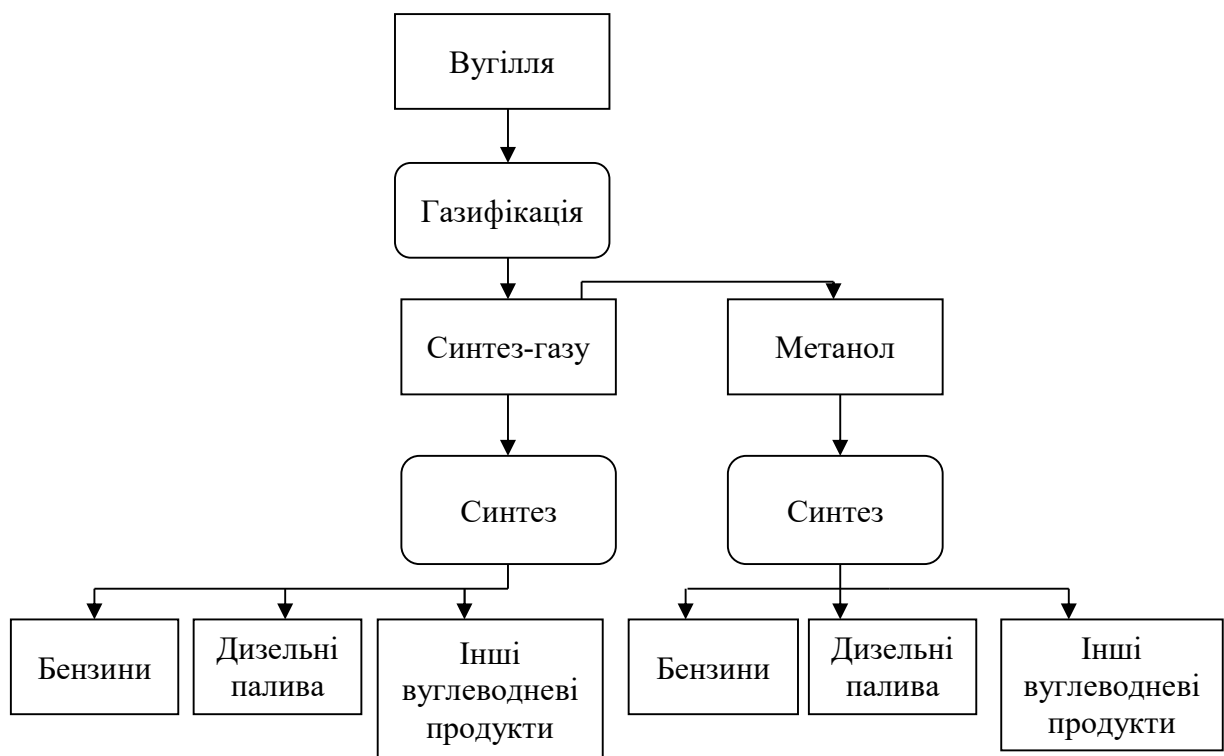


Рисунок 2.3 - Схема синтезування палив з вугілля

Щорічно в світі утворюється 170 ... 200 млрд. т рослинної біомаси (в перерахунку на суху масу), що енергетично еквівалентно 70 ... 80 млрд. т нафти. Використовується лише невелика її частина. При сучасному рівні розвитку техніки є можливість додаткового використання біомаси (ще

близько 2,5 ... 5%) для виробництва моторного палива, що еквівалентно 2 ... 4 млрд. т нафти або 3 ... 6 млрд. т вугілля щорічно.

Синтетичні моторні палива, аналогічні палив нафтового походження, можуть бути отримані з біомаси шляхом її газифікації водяною парою при $t = 1000 \dots 1200 \text{ }^\circ\text{C}$ і подальшого синтезу палив з синтез-газу при підвищених температурі і тиску ($t = 200 \text{ }^\circ\text{C}$, $p = 1 \text{ МПа}$) в присутності каталізатора - кобальту Со. З 1 кг сировини синтезують 120 ... 150 г рідких вуглеводнів - компонентів моторних палив.

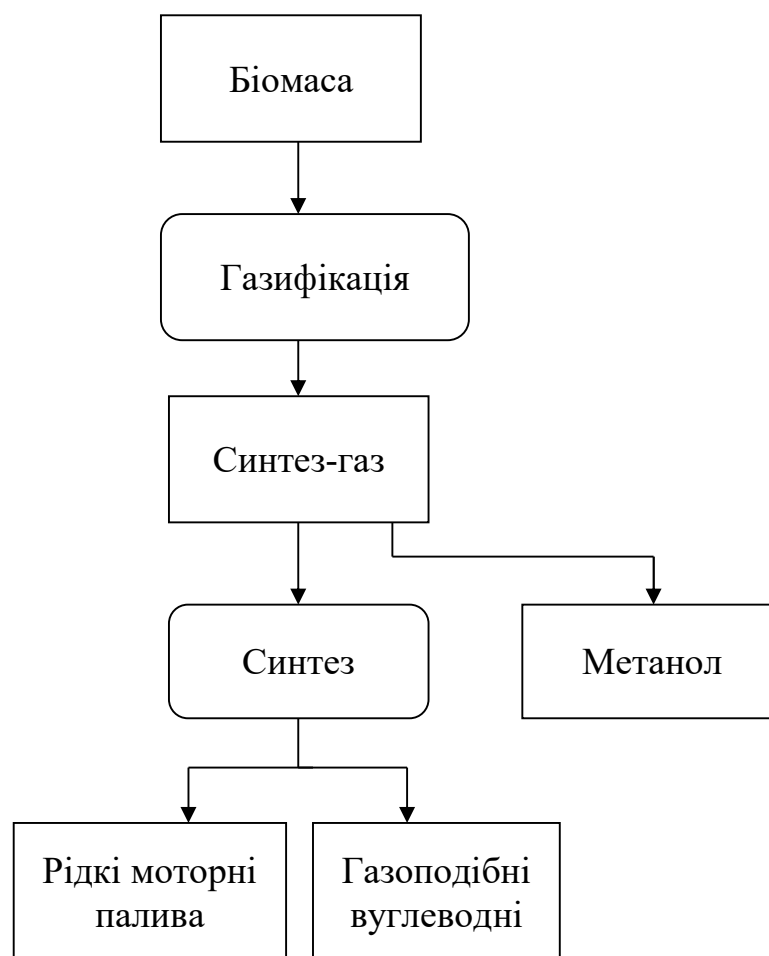


Рисунок 2.4 - Схема синтезування палив з біомаси

Перспективні в якості моторних палив рослинні олії: соняшникова, рапсова, бавовняна, соєва, лляна, пальмова, арахісова, свиріпова і ін. Їх можна використовувати для спалювання в дизелях в початковому вигляді або після спеціальної хімічної обробки, а також у суміші з нафтовими або

альтернативними паливами. Схема переробки насіння ріпаку та виробництва ріпакової олії і моторних палив на його основі представлена на рисунку 2.5. Одержувана при такій переробці ріпакова олія може бути використано як самостійне паливо для дизелів, у сумішах різного складу зі стандартним дизельним паливом або перероблено в метиловий або етиловий ефір ріпакової масла. Останні, в свою чергу, використовуються або як самостійне біопаливо, або як сумішеве (в суміші з дизельним паливом).

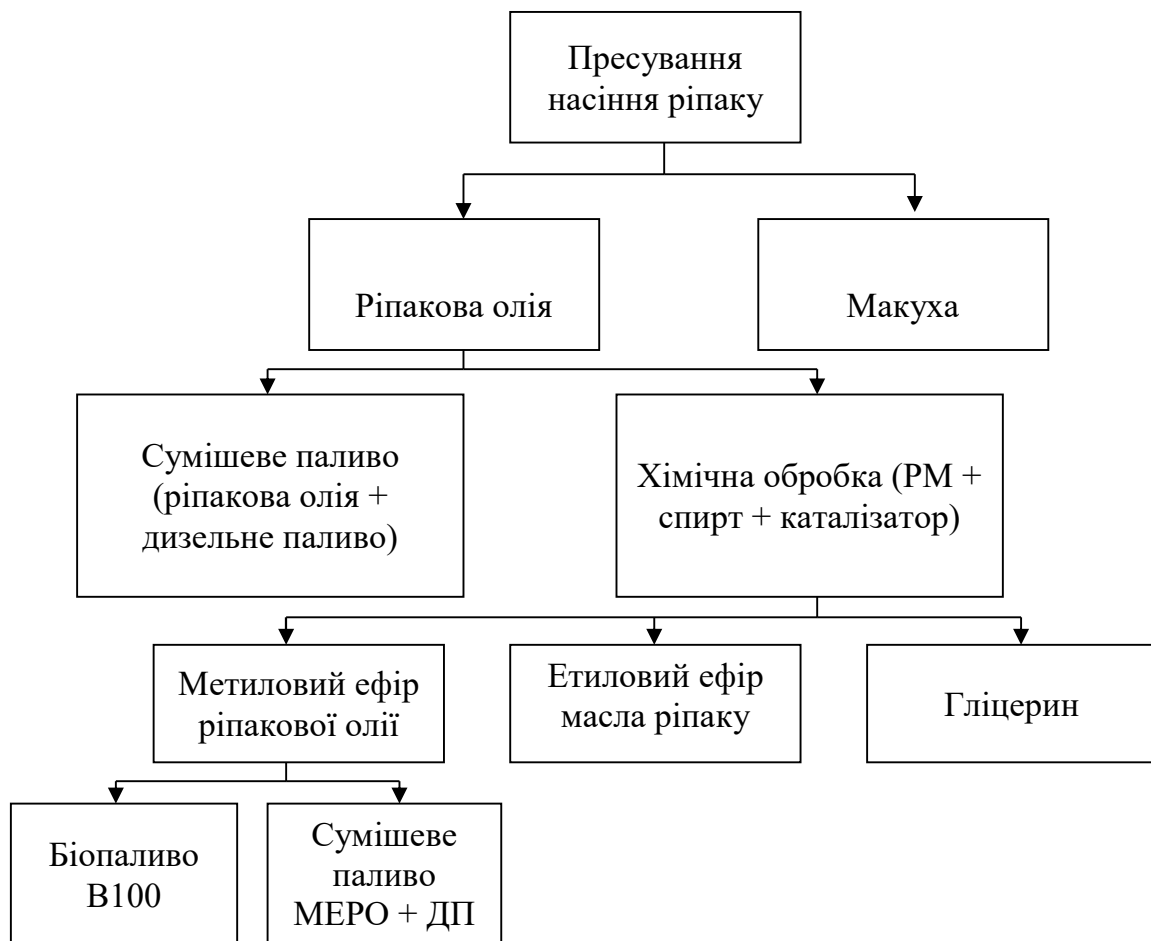


Рисунок 2.5 - Схема переробки насіння ріпаку та виробництва ріпакової олії і моторних палив її його основі

Розглянуті вище альтернативні палива зазвичай мають фізико-хімічні властивості, відмінні від властивостей дизельного палива (таблиця 2.1). Тому при їх використанні виникають проблеми адаптації цих палив до транспортування, зберігання і заправці на існуючих автомобільних заправних

станціях (АЗС), використанню в дизельних двигунах.

Таблиця 2.1 - Фізико-хімічні властивості дизельного і альтернативних палив

Показник	Палива						
	ДП	КПГ (метан)	ЗНГ (пропана)	Метанол	ДМЕ	РО	МЕРО
Формула складу	C ₁₆ H ₂₈ S ₅ *	CH ₄	C ₃ H ₈	CH ₃ OH	CH ₃ OCH ₃	-	C ₁₉ H ₃₆ O ₂ *
Щільність при 20°C, ρ ₂₀ [кг/м ³]	830	416**	490**	795	668**	916	877
В'язкість кінематична при 20°C, ν ₂₀ [мм ² /с]	3,8	-	0,17***	0,55	0,22**	75	8
Коефіцієнт поверхневого натягу σ при 20°C, мН/м	27,1	33,2**	-	-	12,5	33,2	30,7
Теплота згоряння нижча, Н _ч [МДж/кг]	42,5	50,3	46,5	20,1	28,9	37,3	37,8
Цетанове число	45	3	16	3	55-60	36	48
Температура самозаймання, °C	250	540	487	464	235	318	230
Температура помутніння, °C	-25	-	-	-	-	-9	-13
Температура застигання, °C	-35	-	-	-97,9	-	-20	-21
Температура кипіння, °C	180...360	-161,5	-42	64,5	-25	-	348...434
Теплота випаровування за температури кипіння, кДж/кг	250	511	427	1115	467	-	-
Тиск насичених парів при 0,1 МПа та 20 °C, МПа	-	21,4	0,84	0,013	0,51	-	-
Кількість повітря необхідне для згоряння 1 кг речовини, кг	14,3	17,2	15,7	6,4	9,0	12,5	12,6
Вміст, % за масою: С	87,0	76,0	81,2	37,5	52,2	77,0	77,5
Н	12,6	24,0	18,2	12,5	13,0	12,0	12,0
О	0,4	0	0	50,0	34,8	11,0	10,5
Загальний вміст сірки, % за масою	0,20	-	0,015	-	-	0,002	0,002
Коксованість 10%-ного залишку, % за масою	0,2	-	-	-	-	0,4	0,3

Примітка: «-» - властивості не визначалися; * - умовна формула складу; ** - для рідкої фази; ДП - дизельне паливо; КПГ - компримированні природний газ; ЗНГ - зріджений нафтовий газ; ДМЕ - диметиловий ефір; РО - ріпакова олія; МЕРО - метиловий ефір ріпакової олії.

Дизельне паливо, яке є нафтопродуктом, який повільно випарюється практично не змінює своїх властивостей при зберіганні, добре адаптоване до транспортування і зберігання. Проте використання дизельного палива має і ряд зазначених вище недоліків, основними з яких є обмеженість нафтових ресурсів та їх непоновлюваність. Крім того, при згоранні дизельного палива не завжди забезпечуються вимоги до токсичності ВГ. Викид вуглекислого

газу, що утворюється в камері згоряння дизеля, сприяє виникненню парникового ефекту, а саме виробництво дизельного палива є неекологічним процесом (таблиці 2.2).

Таблиця 2.2 - Порівняльні характеристики дизельного і альтернативних палив

Показник	Палива						
	ДП	КПГ	ЗНГ	ДМЕ	Мета-нол	РО	МЕ-РО
Поновлюванність ресурсів	-	-	-	-	-	+	+
Екологічність при виробництві	-	+	+	-	-	+	+/-
Екологічність при згорянні	+/-	+	+	+	+	+	+
Адаптованність до транспортування та зберігання	+	-	-	-	+	+	+
Адаптованність АЗС	+	-	-	-	+	+	+
Адаптованність дизеля	+	-	-	-	-	+/-	+
Парниковий ефект	-	-	-	-	-	+	+

Примітка: «+» - перевага; «-» - недолік; «+ / -» - поєднання переваг і недоліків; ДП - дизельне паливо; КПГ - компримированні природний газ; ЗНГ - зріджений нафтовий газ; ДМЕ - диметиловий ефір; РО - рапсове масло; МЕРО - метиловий ефір рапсового масла.

Висновки:

При умові проведення сприятливої урядової економічної політики, Україна може стати одним із значних виробників паливних оксигенатів на основі етилового спирту.

Аналіз фізико – хімічних властивостей дизельного та альтернативних палив показав, що для роботи трактора можна використовувати шість альтернативних палив з властивостями близькими до ДП.

3 МЕТОДИКА КОМПЛЕКСНОЇ ОЦІНКИ ВПЛИВУ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ПАЛИВ НА ЕКОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ РОБОТИ МТА

3.1 Палива газоподібного походження

Властивості застосовуваного палива роблять значний вплив на екологічні якості дизелів. При цьому використання альтернативних палив в дизелях може супроводжуватися як поліпшенням показників токсичності ОГ, так і погіршенням цих показників. При оцінці екологічних якостей різних альтернативних палив необхідно враховувати їх елементний, груповий вуглеводневий і фракційний склади, наявність в паливі небажаних компонентів, а також особливості процесів паливоподачі, сумішоутворення і згоряння цих палив в дизелях.

З точки зору показників токсичності ВГ одним з перспективних альтернативних палив є природний газ. При його використанні як паливо для дизелів в атмосферу практично не надходять поліциклічні ароматичні вуглеводні, сірка, бензол, олефіни і альдегіди. Внаслідок слабкої реакційної здатності метану низька його схильність до озонування.

Європейською комісією (ЄС) розроблені норми на викиди шкідливих речовин двигунами легкових і легких вантажних автомобілів, що працюють на природному газі, представлені в табл. 3.1.

Крім розглянутих вище норм EURO - 3 і EURO -4 в табл. 3.1 наведені норми EEV (Equivalent Emission Vehicle), намічені на 2010 ... 2015 рр., і норми EZEV (Equivalent Zero Emission Vehicle) для звичайних автомобілів і для двигунів, що працюють на природному газі, еквівалентні нульовим викидами.

Таблиця 3.1 - Норми на викиди шкідливих речовин автомобільними дизелями, що працюють на природному газі

Стандарт	Викиди, г/кг					
	Оксиди азоту, NO _x	Монооксид вуглецю, CO	Вуглеводні, CН _x	Неметанові вуглеводні, NMHC	Метан, CH ₄	Тверді частки
EURO-3	0,15	2,3	-	0,16	0,3	-
EURO-4	0,08	1,0	-	0,08	0,3	-
EEV	0,04	-	-	0,015	0,3	0,01
EZEV	0,015	0,23	0,02	0,016	0,3	-

Примітка: «-» - параметр не нормується.

Для автомобілів, що працюють на природному газі, доцільно введення двох норм на викиди вуглеводнів: на викиди власне вуглеводнів CН_x і на викиди неметанових вуглеводнів NMHC.

Обмеження за NMHC повинні бути більш суворі, а по метану більш м'якими, так як парникова активність метану в порівнянні з іншими вуглеводнями невелика. Крім того, метан ефективно допалюється застосовуваними нейтралізаторами.

Використовувані в дизельних двигунах газові палива - природний газ (метан CH₄) і зріджений нафтовий газ (пропан C₃H₈ та його суміші з бутаном) при нормальних умовах перебувають в газоподібному стані. Тому при роботі дизеля на цих паливах відзначається істотне поліпшення процесу сумішоутворення, оскільки паливо (наприклад, природний газ) і окислювач (повітря) перебувають в одному агрегатному стані. В результаті паливоповітряна суміш виявляється гомогенною і спостерігається її більш повне згоряння в порівнянні з дизельним паливом. Більш рівномірний розподіл значень коефіцієнта надлишку повітря α за обсягом камери згоряння супроводжується ліквідацією локальних зон з низьким α і високими температурами згоряння, що є основним джерелом утворення оксидів азоту NO_x. Це призводить до того, що при згорянні зазначених газових паливах

зміст NOx в ВГ дизеля знижується в 2,0 ... 2,5 рази (рисунок 3.1).

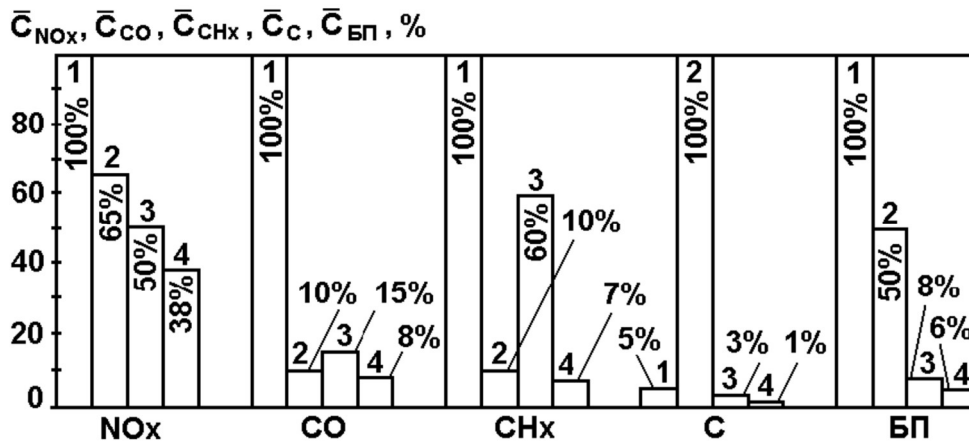


Рисунок 3.1. Відносний вміст токсичних компонентів у ВГ двигунів внутрішнього згоряння на номінальному режимі, %
(за 100% прийняті показники бензинових двигунів, по сажі - дизеля, що працює на дизельному паливі):

1 - бензин; 2 - дизельне паливо; 3 - пропан; 4 - природний газ.

Вміст у ВГ дизельних двигунів, що працюють на газових паливах, монооксиду вуглецю CO знаходиться на рівні його концентрації в бензинових двигунах. Викид легких незгорілих вуглеводнів CHx двигуна на природному газі також зіставимо з аналогічним показником бензинового двигуна, і лише використання зрідженого нафтового газу (пропан - бутану) призводить до помітного зростання викиду CHx з ВГ (рисунок 3.1). Але такий викид може бути легко усунутий при установці у випускному тракті двигуна окисного нейтралізатора .

Таким чином, з екологічної точки зору нафтовий газ (пропан) і природний газ (метан) є більш чистими моторними паливами в порівнянні з традиційними моторними паливами - бензином і дизельним паливом. Це в першу чергу відноситься до викидів сажі (C) , бензопірену (БП) і оксидів азоту (NOx).

3.2 Палива спиртового походження

Суттєво відрізняються від дизельних палив за своїми фізико - хімічними властивостями спиртові палива, зокрема метиловий спирт (метанол CH_3OH) і диметиловий ефір (ДМЕ - CH_3OCH_3). Відмінними рисами цих палив є низькомолекулярний вуглеводневий склад і знижені в порівнянні з дизельним паливом щільність і в'язкість. Слід відзначити і наявність у їх складі значної кількості кисню (близько 50 % по масі - в молекулі метанолу і близько 30 % - у молекулі ДМЕ). Ці особливості фізико - хімічних властивостей і зумовлюють відмінності показників токсичності ВГ дизелів, що працюють на цих нетрадиційних паливах .

Значний вміст кисню в молекулах цих палив і відповідне зниження кількості повітря, необхідного для згорання 1 кг палива (6,4 кг у метанолу і 9,0 кг у ДМЕ проти 14,3 кг у дизельного палива), призводить до зростання коефіцієнта надлишку повітря α та зменшення температур згорання. В результаті викиди з ВГ оксидів азоту знижуються приблизно в 3 рази в порівнянні з роботою на дизельному паливі (рисунок 3.2). Підвищені значення α і висока випаровуваність метанолу та ДМЕ є причиною поліпшення якості процесу сумішоутворення, що сприятливо позначається на емісії з ВГ продуктів неповного згорання.

Викиди монооксиду вуглецю CO , незгорілих вуглеводнів C_xH_x і твердих частинок ТЧ знижуються при цьому в 2 ... 3 рази. Ефективність процесу згорання розглянутих нетрадиційних палив близька до ефективності згорання дизельного палива : при роботі дизеля на цих паливах ефективний ккд змінюється в порівняно вузькому діапазоні $\eta_e = 0,37 \dots 0,40$ (рисунок 3.2).

Наведені на рисунках 3.1 і 3.2 дані не дозволяють однозначно визначити найбільш кращі нетрадиційні палива, оскільки оцінку ефективності їх використання в дизелях необхідно проводити по цілому комплексу показників токсичності ОГ і паливної економічності.

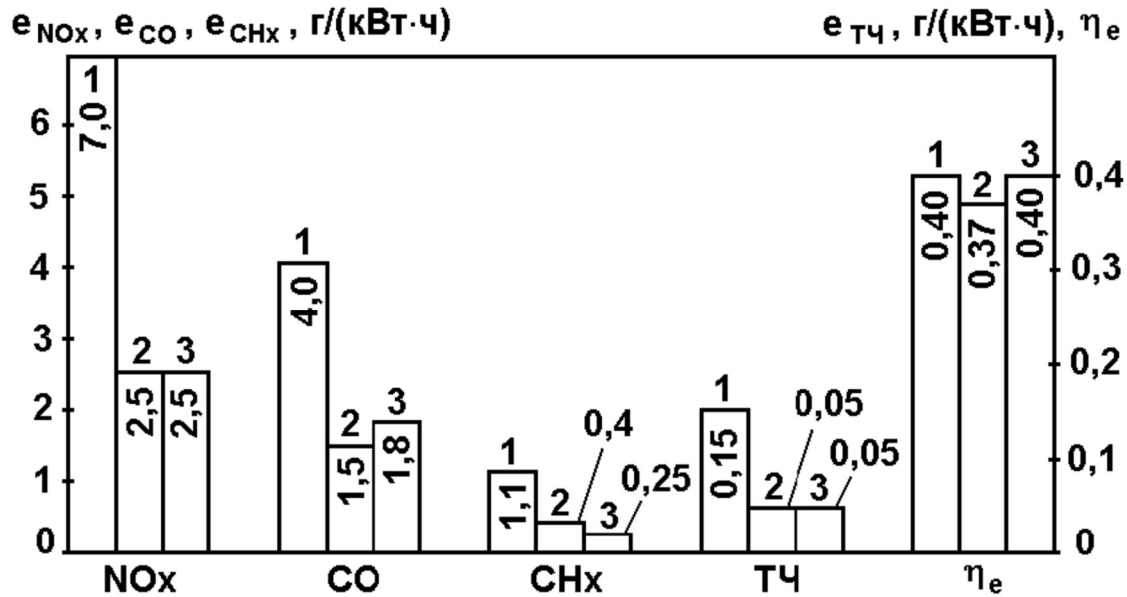


Рисунок 3.2. Питомі масові викиди токсичних компонентів ВГ і ефективний ккд дизеля η_e , працюючого на режимах 13 - ступеневого циклу ECE R49 (за даними фірми AVL) :

1 - дизельне паливо, норми EURO - II; 2 - метанол; 3 - ДМЕ.

Для остаточного висновку про переваги того чи іншого виду палива необхідно оцінити санітарно - гігієнічні показники цих палив, а також сумарний токсикологічний ефект від окремих компонентів ВГ, що утворюються при згорянні даного виду палива. Розроблені як універсальні методики оцінки екологічного збитку, так і спеціалізовані методик , орієнтовані на оцінку збитку від шкідливих викидів в атмосферу двигунами внутрішнього згорання. Розглянемо деякі методики оцінки ефективності використання в дизелях різних нетрадиційних палив.

Дія розглянутих вище токсичних компонентів ВГ на людський організм має різну спрямованість: від незначного подразнення слизових оболонок до ініціювання онкологічних захворювань і генетичних змін. Тому суворого математичного рішення завдання визначення сумарної токсичності ВГ при використанні різних палив не має. Але розроблено декілька інженерних методів вирішення цього завдання.

3.3 Методики комплексної оцінки ефективності застосування в дизелях різних нетрадиційних палив

3.3.1 Методика запропонована в Харківському політехнічному інституті

У методиці ХПІ коефіцієнт відносних експлуатаційних екологічних витрат β визначається як відношення витрат на відшкодування екологічного збитку навколишньому середовищу від ВГ, що викидаються в атмосферу Z_e до сумарних витрат на паливо Z_t і відшкодування екологічного збитку Z_e , віднесеним до одиниці вироблюваної потужності, тобто

$$\beta = Z_e / (Z_t + Z_e) \quad (3.1)$$

У методиці ХПІ добуток середнього експлуатаційного ефективного ккд $\eta_{\text{ср}}$ на частку експлуатаційних екологічних витрат витрати палива в сумарних паливно - екологічних витратах з урахуванням всіх режимів зазначених випробувальних циклів і являє собою безрозмірний комплексний критерій паливної економічності та токсичності ВГ двигуна

$$K_{\text{TE}} = \eta_{\text{ср}} \cdot (1 - \beta) \quad (3.2)$$

Цей комплексний критерій має максимальне значення, рівне середньому експлуатаційному ефективному ккд $\eta_{\text{ср}}$ за відсутності експлуатаційних екологічних витрат (при $\beta = 0$), тобто в тому випадку, коли у ВГ двигуна, що викидаються в навколишнє середовище будуть повністю відсутні токсичні компоненти. Із збільшенням частки екологічних витрат (з погіршенням показників токсичності ВГ) величина K_{TE} буде знижуватися.

При оцінці ефективності використання різних нетрадиційних палив в дизелі використовується безрозмірний комплексний критерій K_{TE} , що представляє собою відношення коефіцієнта K_{TE} , отриманого для даного нетрадиційного палива, до значення цього коефіцієнта $K_{\text{TE д}}$ відповідному роботі на дизельному паливі.

З використанням запропонованого комплексного критерію K_{TE} в роботі проведено порівняння ряду двигунів, що працюють на різних паливах -

дизельному паливі (ДП), компримованому природному газі (КПГ), водопаливної емульсії (ВПЕ) на базі дизельного палива, метиловом ефірі рапсової олії (МЕРО). Отримані при дослідженні значення цього критерію представлені в таблиці 3.2 і на рисунку 3.3.

Таблиця 3.2 - Значення відносного комплексного критерію паливної економічності та токсичності ВГ

Тип и назва дизеля	Значення відносного комплексного критерію K_{TE} при роботі дизелів на різних паливах			
	ДП	ВПЕ	МЕРО	КПГ
СМД-30.16 (зернозбиральний комбайн)	1,0	1,042	1,036	1,136
СМД-31ТА (гусеничний трактор)	1,0	1,038	1,036	1,069
СМД-31ТА (колiсний трактор)	1,0	1,029	1,026	1,049
СМД-31.15 (вантажний автомобiль)	1,0	1,150	1,119	1,119

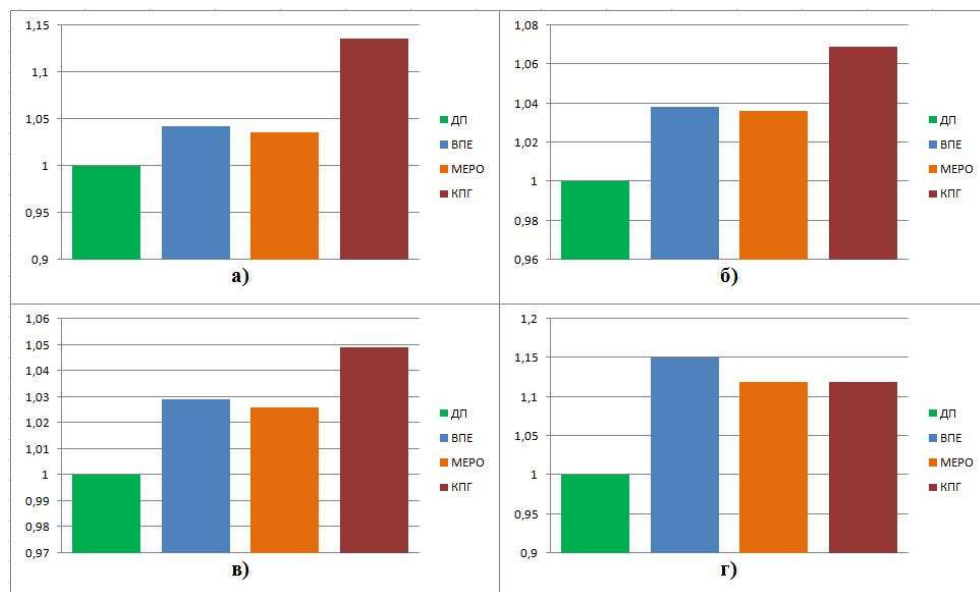


Рисунок 3.3. Значення відносного комплексного критерію паливної економічності та токсичності ВГ для різних дизелів:

а - дизеля СМД-31.16 зернозбирального комбайна; б - дизеля СМД-31ТА гусеничного трактора; в - дизеля СМД-31ТА колiсного трактора; г - дизеля СМД-31.15 вантажного автомобiля; 1 - ДП; 2 - ВПЕ; 3 - МЕРО; 4 - КПГ.

Отримані в роботі величини відносного комплексного критерію паливної економічності та токсичності ВГ свідчать про те, що при використанні розглянутих нетрадиційних палив ефективність роботи досліджуваних дизелів, обумовлена значенням цього критерію, підвищується. Причому ефективність використання того чи іншого палива в значній мірі залежить від типу використовуваного двигуна і від розподілу режимів його роботи. Так, якщо в дизелі СМД- 31.16 зернозбирального комбайна в якості палива доцільно використовувати компримований природний газ ($K_{те} = 1,136$), то дизель СМД- 31.15 вантажного автомобіля краще конвертувати для роботи на ВПЕ ($K_{те} = 1,150$).

Середньодобова гранично допустима концентрація токсичної речовини в атмосфері населених пунктів не робить прямого або непрямого шкідливого впливу на людину в умовах його цілодобового (24 години) невизначено довгого перебування в зоні нормування.

Максимально разова ГДК шкідливої речовини в повітрі населених місць - це концентрація, що не викликає рефлексорних реакцій в організмі людини, що знаходиться протягом 30 хв в даних умовах. ГДК токсичної речовини в повітрі робочої зони є концентрація, що не викликає у працівників, які щодня знаходяться в зоні нормування по 8 годин протягом усього робочого стажу, захворювання або відхилення у стані здоров'я, які виявляються безпосередньо в процесі роботи або в більш віддалені терміни. Зазначені значення ГДК встановлено стосовно шкідливому речовини, що знаходиться в повітрі стандартного складу, насамперед по кисню. При цьому середньодобові ГДК є основними, а максимально разові ГДК встановлюються в першу чергу для сполук, що володіють вираженим подразнюють або різким запахом.

При нормуванні вмісту токсичних компонентів ВГ в повітрі з використанням ГДК лімітуючим чинником є шкідливий вплив індивідуального хімічної сполуки на організм людини. Насправді всі шкідливі речовини діють на людину одночасно.

При цьому негативний вплив одного компонента ВГ може посилюватися присутністю іншої. Тому для проведення порівняльної оцінки токсикологічної значимості різних компонентів ВГ застосовується ряд відносних показників. Зокрема, використовується приведення масових концентрацій різних речовин з ГДК до одного речовини, обраному за еталон. В якості такого еталона зазвичай приймають монооксид вуглецю, токсикологічні властивості якого добре вивчені. При цьому приведена до монооксиду вуглецю концентрація i -того токсичного компонента ВГ визначається за формулою

$$C_i = (ГДК_{CO} / ГДК_i) \cdot C_i, \quad (3.3)$$

де $ГДК_{CO}$, $ГДК_i$ - гранично допустимі концентрації CO і i -го токсичного компонента ВГ ; C_i - концентрація останнього в ВГ. Розраховані з використанням формули (3.3) відносні значення токсичності основних компонентів ВГ зведені в таблиці 3.3. Отримані дані для різних токсичних компонентів ВГ можуть бути підсумовані. За отриманим інтегральним показником оцінюється сумарна токсичність ВГ.

Таблиця 3.3 - Відносна токсичність компонентів ВГ дизелів їх відносний умовний коефіцієнт агресивності

Компонент ВГ	Відносна токсичність компонентів ВГ з урахуванням ГДК, $ГДК_{CO} / ГДК_i$			Відносний умовний коефіцієнт агресивності A_i
	Середньодобовий	Робочої зони	максимальної разової	
Монооксид вуглецю, CO	1	1	1	1
Оксиди азота, NO_x	75	10	58,8	41,1
Вуглеводні, CH_x	2	0,5	1	3,16
Тверді частки (сажа С)	60	5	33,3	300(бензини) 200(дизельні палива)
Оксиди сірки SO_x	60	2	10	22

3.3.2 Оцінка токсичної значущості різних компонентів ВГ запропонована іншими науковцями

Для порівняльної оцінки токсичної значущості різних компонентів ВГ автомобільних і автотракторних двигунів використовується коефіцієнт їх агресивності A_i (таблиця 3.3). Він враховує не тільки відносини ГДК, а й вірогідність накопичення в атмосфері шкідливих речовин, їх вторинних хімічних перетворень, осідання твердих частинок на поверхню землі, вплив токсичних компонентів ОГ на сільськогосподарські рослини і тварин. Згідно з таким підходом до визначення сумарної токсичності ВГ токсикологічна значимість CO, NO_x, CH_x, твердих частинок і оксидів сірки SO_x оцінюється як відношення 1 : 41,1 : 3,16 : 300 (200) : 22 .

При оцінці сумарної токсичності ВГ двигуна з використанням коефіцієнта агресивності A_i наведений масовий викид m_i кожного токсичного компонента ВГ обчислюють у вигляді добутку питомої масового викиду компонента e_i і коефіцієнта його агресивності A_i , а потім підсумовуванням отриманих наведених викидів визначають сумарну токсичність ВГ у вигляді

$$m_i = \sum e_i \cdot A \quad (3.4)$$

Сумарний токсикологічний ефект від окремих компонентів ВГ, що утворюються при згорянні досліджуваних у роботі палив, розрахований з використанням виразу (3.4). При цьому кількість шкідливих речовин у продуктах згорання визначено з урахуванням середньоексплуатаційного ккд дизеля і рівня викидів шкідливих компонентів двигуна, що працює на різних паливах. Дані щодо викидів шкідливих речовин наведені для двигунів, в яких не реалізовані заходи щодо зниження токсичності ВГ.

Реактивність продуктів згорання різних палив щодо утворення фотохімічного смогу визначалася методом експертної оцінки з урахуванням вмісту в них оксидів азоту і незгорілих вуглеводнів. Отримані в результаті дослідження дані наведено в таблиці 3.5.

Таблиця 3.4 - Відносна токсичність різних палив і їх відносний умовний коефіцієнт агресивності

Тип палива або компонента	Клас небезпеки	ГДК в повітрі, мг/м ³			ГДК у водних джерелах, ум. т/т	Відносна умовна агресивність, A_T
		Середньодобова в атмосфері населених пунктів	В повітрі робочої зони	максимальної разової		
Бензини з переважанням граничних вуглеводнів	4	15	300	5,0	0,1	3
бензини з переважанням ненасичених і ароматичних вуглеводнів	4	0,05	100	0,05	0,1	17,5
ДП	4	1,2	300	-	0,1	2,1
Бензол	2	0,1	5	1,05	1,5	11
Толуол	3	0,6	50	0,6	0,5	1,7
Ксилол	3	0,2	50	0,2	0,5	-
Природний газ	4	25	300	100	-	0,15
Пропан-бутан	4	-	300	200	-	0,45
Метанол	3	0,5	5	1	3	5,9
Етанол	4	5	1000	5	-	0,1
Ізопропанол	3	0,6	10	0,6	-	5,4
Ізобутанол	3	0,1	10	0,1	-	9,3

Примітка: «-» - параметр не нормується або не приведений

Представлені в таблицях 3.4 і 3.5 дані дозволяють оцінити санітарно-гігієнічні показники палив і сумарну агресивність продуктів їх згорання. Пропонується інтегральні токсикологічні властивості розглянутих палив оцінювати у вигляді добутку умовної агресивності самого палива A_T на сумарну агресивність продуктів його згорання m_i , віднесеного до величини ($A_T \cdot m_i$) дт, отриманої для дизельного палива. Значення цього показника токсикологічних властивостей палива наведено в таблиці 3.2. За цими даними слід зазначити високі екологічні якості природного газу та етанолу при їх використанні як палив для дизелів. Хороші екологічні властивості мають і інші нетрадиційні палива – пропан - бутанової суміші і метанол.

Таблиця 3.5 - Викиди токсичних компонентів ВГ дизелів, що працюють на різних паливах

Вид палива або компонента	Викид з продуктами згоряння, г / (кВт • год)						
	Бензин	Бензин метанольний	Дизельне паливо	Природний газ	Пропано-бутанова суміш	Метанол	Етанол
Оксиди азоту, NO _x	13,2	10	19,2	10,6	13,2	3,3	6,6
Монооксид вуглецю, CO	232	200	10,6	70	230	70	95
Вуглеводні, CH _x	18,9	18,0	4,95	13,2	16,1	13,2	15,0
Тверді частки (сажа С)	0,94	0,90	3,6	0,31	0,91	0,15	0,2
ПАВ	0,0135	0,013	0,015	0,007	0,009	0,0005	0,001
Оксиди сірки SO _x	0,94	0,90	2,6	0,7	0,45	-	-
Реактивність	Висока	Висока	Висока	Низька	Середня	Низька	Низька
Сумарна агресивність m _i , г/(кВт•ч)	1136,7/ 1324,7*	969,7	1589	656,4	1106,3	147,3	413,7
Показник A _T ·m _i / (A _T ·m _i) _{ДТ}	1,02	Не встановлюється	1,0	0,03	0,15	0,26	0,01

Примітка: *- з добавкою метилового спирту; ** - в чисельнику - неетилований бензин, в знаменнику - етилований; «-» - викид відсутній.

Результати розрахункових досліджень, представлених в таблиці 3.5, мають деяку умовність. Використовувана авторами роботи токсикологічна значимість CO, NO_x, CH_x, ТЧ і SO_x, оцінювана у вигляді співвідношення 1 : 41,1 : 3,16 : 300 (200) : 22, не є єдино можливою. Зокрема, в роботі пропонується токсичну значимість CO₂, CH₄, NO_x і CO прийняти як відношення 1 : 22 : 270 : 3. У МДТУ ім. Н.Е. Баумана на основі аналізу сучасних норм на токсичність ВГ запропонована наступна токсикологічна значимість CO, NO_x, CH_x і ТЧ - 1: 15,3 : 11,5 : 46. Слід відзначити також, що поліциклічні ароматичні вуглеводні (ПАВ) і оксиди сірки не є нормованими токсичними компонентами, а викиди ТЧ і ПАВ взаємопов'язані.

3.3.3 Методика, розроблена в МДТУ ім. Баумана

Всі розглянуті методики оцінки ефективності використання різних

традиційних та альтернативних палив, як правило, не враховують постійне посилення вимог до токсичності ВГ і діючі в даний час обмеження на викид кожного токсичного компонента ВГ, що накладаються загальноєвропейськими нормами (EURO - 2, EURO -3 і т. д.). Для усунення цього недоліку в МДТУ ім. Н.Е. Баумана розроблена методика порівняльної оцінки нетрадиційних палив, представлена нижче.

У викладених вище методиках не розглядаються сумішеві палива. У той же час, використання таких палив дозволяє найбільшою мірою наблизити властивості нетрадиційних палив до властивостей стандартного дизельного палива. При змішуванні ДП з різними альтернативними паливами (спиртами, рослинними оліями і т.д.) в необхідних пропорціях можна забезпечити необхідний характер протікання робочого процесу, найкращі економічні та екологічні показники дизеля. При цьому певний інтерес представляють суміші ДП і одного з найбільш перспективних альтернативних палив – рапсової олії (РО) та продуктів її переробки. РО і її похідні практично не містять сірки і поліциклічних ароматичних вуглеводнів, відрізняються гарною біорозкладністю, і їх використання в якості моторного палива значно покращує показники дизелів. Дизельне паливо і РО добре змішуються між собою, утворюючи стабільні суміші. Причому, при варіюванні складом такого сумішевого палива можливе досягнення його прийнятних фізико-хімічних властивостей - в'язкості, коксованості, температури замерзання та ін.

Пропонована методика побудована на одному з найбільш ефективних методів оптимізації - методі згортки, при якому узагальнений критерій оптимальності J_0 формується у вигляді суми

$$J_0 = \sum_{i=1}^k \alpha_i \cdot J_i \quad (3.5)$$

де J_i - приватні критерії оптимальності, α_i - вагові коефіцієнти. В якості приватних критеріїв оптимальності обрані ефективний ккд двигуна η_e і масові викиди нормованих токсичних компонентів ВГ - оксидів азоту NO_x ,

монооксиду вуглецю CO, незгорілих вуглеводнів CH_x.

Крім того, необхідно врахувати викиди сажі (димність ВГ) або твердих частинок. Однак, як показано вище, димність ВГ лімітується лише на режимах зовнішньої швидкісної характеристики в діапазоні частот обертання від $\eta_{\text{ном}}$ до $\eta_{\text{Me}_{\text{max}}}$. Оцінка ж емісії твердих частинок для подальшого використання цих даних при вирішенні оптимізаційної задачі може бути ускладнена через складність визначення викидів ТЧ у зв'язку з відсутністю відповідної вимірювальної апаратури. Тому при оптимізації характеристик у широкому діапазоні швидкісних і навантажувальних режимів роботи дизеля викиди сажі побічно враховані через паливну економічність, що обумовлено тісною кореляційною залежністю емісії сажі і паливної економічності.

Таким чином, запропонована методика рішення багатокритеріальної задачі побудована на складанні узагальненого критерію оптимальності у вигляді

$$J_0 = \alpha_{\eta_e} \cdot J_{\eta_e} + \alpha_{\text{NO}_x} \cdot J_{\text{NO}_x} + \alpha_{\text{CO}} \cdot J_{\text{CO}} + \alpha_{\text{CH}_x} \cdot J_{\text{CH}_x} \quad (3.6)$$

де J_{η_e} , J_{NO_x} , J_{CO} , J_{CH_x} - приватні критерії оптимальності відповідно по паливної економічності (ефективному ккд η_e), викидах NO_x, CO, CH_x;

α_{η_e} , α_{NO_x} , α_{CO} , α_{CH_x} - вагові коефіцієнти приватних критеріїв оптимальності.

Приватні критерії оптимальності, що входять у вираз (3.6), пропонується визначати на кожному i - тому режимі з співвідношень :

$$J_{\eta_e} = \eta_{e \text{ дт}} / \eta_{e i} ; J_{\text{NO}_x} = e_{\text{NO}_x i} / e_{\text{NO}_x \text{ дт}} \quad (3.7)$$

$$J_{\text{CO}} = e_{\text{CO} i} / e_{\text{CO} i \text{ дт}} ; J_{\text{CH}_x} = e_{\text{CH}_x i} / e_{\text{CH}_x \text{ дт}} ,$$

де $\eta_{e i}$, $e_{\text{NO}_x i}$, $e_{\text{CO} i}$, $e_{\text{CH}_x i}$ - параметри дизеля, що працює на i -тому паливі;

$\eta_{e \text{ дт}}$, $e_{\text{NO}_x \text{ дт}}$, $e_{\text{CO} i \text{ дт}}$, $e_{\text{CH}_x \text{ дт}}$ - параметри дизеля, що працює на дизельному паливі.

При вирішенні оптимізаційної задачі з використанням виразу (3.6) узагальнений критерій оптимальності J_0 мінімізується. При цьому питомі масові викиди токсичних компонентів ВГ $e_{\text{NO}_x i}$, $e_{\text{CO} i}$, $e_{\text{CH}_x i}$ (чисельники

виразів для приватних критеріїв J_{NO_x} , J_{CO} , J_{CH_x}) мінімізуються, а ефективний ккд η_e (знаменник виразу для приватного критерію J_{η_e}) максимізує.

При цьому методі оптимізації найбільшою проблемою є вибір вагових коефіцієнтів, який визначається значимістю того чи іншого приватного критерію. У розробленій методиці значимість приватних критеріїв, що характеризують токсичність, визначається по відповідності досліджуваного дизеля чинним нормам на токсичність ВГ (EURO - 2, EURO -3 і т.д.). З метою реалізації такого принципу вибору вагових коефіцієнтів пропонується ваговий коефіцієнт α_{η_e} прийняти рівним одиниці, а вагові коефіцієнти α_{NO_x} , α_{CO} , α_{CH_x} визначати у вигляді відносин дійсної емісії токсичних компонентів ВГ дизеля, що працює на дизельному паливі (e_{NO_x} , e_{CO} , e_{CH_x}), до граничних величин емісії, визначених нормами на токсичність ОГ ($e_{NO_x\text{ гр}}$, $e_{CO\text{ гр}}$, $e_{CH_x\text{ гр}}$), тобто

$$\alpha_{NO_x} = e_{NO_x} / e_{NO_x\text{ гр}}; \alpha_{CO} = e_{CO} / e_{CO\text{ гр}}; \alpha_{CH} = e_{CH_x} / e_{CH_x\text{ гр}}. \quad (3.8)$$

При точній відповідності викидів токсичних компонентів ВГ дизеля нормам на токсичність ВГ (при рівностях $e_{NO_x} = e_{NO_x\text{ гр}}$, $e_{CO} = e_{CO\text{ гр}}$, $e_{CH_x} = e_{CH_x\text{ гр}}$) вагові коефіцієнти α_{NO_x} , α_{CO} , α_{CH_x} також дорівнюють одиниці, а приватні критерії J_{η_e} , J_{NO_x} , J_{CO} , J_{CH_x} стають рівнозначними.

З використанням представленої методики і експериментальних даних табл. 3.6 з економічних та екологічних показників дизеля Д - 245 (4ЧН11/12, 5) Мінського моторного заводу, що працює на дизельному паливі, а також на його сумішах з рапсовою олією в пропорціях 20 : 80, 40 : 60 і 60 : 40 (в об'ємних долях), проведена комплексна оцінка ефективності використання в дизелях зазначених палив.

При визначенні вагових коефіцієнтів, розрахованих з використанням виразу (3.8), в якості базових питомих викидів нормованих токсичних компонентів використані параметри $e_{NO_x} = 7,442$ г/(кВт • год), $e_{CO} = 3,482$ г/(кВт • год), $e_{CH_x} = 1,519$ г/(кВт • год) дизеля Д - 245, що працює на дизельному паливі (таблиця 3.9). В якості граничних значень викидів токсичних

компонентів обрані граничні викиди, лімітуються нормами EURO - 2 ($e_{\text{NOx гр}} = 7,0 \text{ г / (кВт} \cdot \text{год)}$, $e_{\text{CO гр}} = 4,0 \text{ г / (кВт} \cdot \text{год)}$, $e_{\text{CHx гр}} = 1,1 \text{ г / (кВт} \cdot \text{год)}$). Розраховані таким чином вагові коефіцієнти приватних критеріїв оптимальності, що входять у вираз (3.6), виявилися рівними $\alpha_{\eta_e} = 1$, $\alpha_{\text{NOx}} = 1,063$, $\alpha_{\text{CO}} = 0,871$, $\alpha_{\text{CHx}} = 1,381$. Ці вагові коефіцієнти прийняті постійними для всіх досліджуваних видів палива. Значення узагальненого критерію оптимальності J_o , отримані з використанням виразу (3.6), наведено в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 - Параметри дизеля Д-245 при його роботі на різних сумішах палива

Параметри	Параметри дизеля Д-245 при його роботі на різних паливах			
	ДП	80%ДП + 20% РО	60%ДП + 40%РО	40%ДП + 60% РО
Теплота згоряння нижча, МДж/кг	42,5	41,5	40,4	39,4
Питомий викид оксидів азоту e_{NOx} , г/(кВт·ч)	7,442	7,159	7,031	6,579
Питомий икид монооксиду вуглецю e_{CO} , г/(кВт·ч)	3,482	3,814	3,880	3,772
Питомий викид вуглеводнів e_{CHx} , г/(кВт·ч)	1,519	0,965	0,949	1,075
Димність відпрацьованих газів на номінальному режимі при $n = 2400 \text{ хв}^{-1}$, % за шкалою Хартріджа	11,0	8,0	7,0	8,0
Димність відпрацьованих газів на режимі максимального крутного моменту при $n = 1500 \text{ хв}^{-1}$, % за шкалою Хартріджа	25,0	16,5	13,0	11,0
Умовна середня питома ефетківна витрата палива $g_{e \text{ ср}}$, г/(кВт·ч)	247,20	254,38	259,16	272,23
Умовний середній ефективний ккд, $\eta_{e \text{ ср}}$	0,3427	0,3410	0,3438	0,3356
Узагальнений критерій оптимальності J_o	4,315	3,859	3,835	3,884
Відносний узагальнений критерій оптимальності J_o	1,0	0,894	0,889	0,900
Відносна умовна агресивність палива A_T	2,10	1,68	1,26	0,84
Наведений узагальнений критерій оптимальності $J_{\text{оп}}$	4,535	4,017	3,953	3,963
Відносний узагальнений критерій оптимальності $J_{\text{оп}}$	1,0	0,886	0,872	0,874

Порівняння токсичності ВГ і паливної економічності дизеля, що працює на досліджуваних паливах проведено з використанням відносного

узагальненого критерію оптимальності, що представляє собою відношення критерію J_0 , отриманого для даного сумішевого палива, до значення цього критерію $J_{0д}$, відповідному роботі на дизельному паливі, тобто

$$J_0 = J_0 / J_{0д} \quad (3.9)$$

Результати розрахунку відносного узагальненого критерію оптимальності J_0 з використанням виразу (3.8) наведено в табл.3.6 і представлені на рис. 3.4, а. Вони свідчать про те, що мінімум цього критерію $J_0 = 0,889$ досягається при роботі дизеля Д-245 на суміші, що містить 60% ДП і 40% РО. При такому складі сумішевого палива досягається найбільший умовний середній ефективний ккд двигуна $\eta_{е ср} = 0,3438$ і найменший викид вуглеводнів $e_{CH_x} = 0,949$ г / (кВт • год). Сумішеві палива, що містять 40 і 60% РО, забезпечують найменшу димність ВГ (таблиця 3.3)

При використанні сумішевого палива, що містить 40 % РО, вимоги норм EURO - 2 виконуються по всіх газоподібним токсичним компонентам, за винятком викидів оксидів азоту, що опинилися рівними $e_{NO_x гр} = 7,031$ г / (кВт • год). Однак ці викиди практично рівні потрібним граничним викидам $e_{NO_x гр} = 7,0$ г / (кВт • год) норм EURO - 2. Їх різниця становить 0,45 %, що менше похибки визначення емісії цього токсичного компонента (при експериментах концентрації NO_x , CO, CH_x в ВГ визначалися газоаналізатором SAE - 7532 японської фірми YANAKO з похибками вимірювання зазначених компонентів ± 1 %).

Слід зазначити, що при порівнянні різних нетрадиційних палив необхідно враховувати не тільки екологічні показники дизеля, що працює на цих паливах, але і екологічність палива при його виробництві, транспортуванні, зберіганні, заправці і т.д. Таким чином, необхідно враховувати екологічний збиток від застосування в дизелі даного палива в так званому повному життєвому циклі. Такий підхід реалізовано, зокрема, у методиці НАМИ, описаної вище. При цьому слід зазначити, що завдання визначення екологічного збитку від застосування того чи іншого палива в

повному життєвому циклі досить складна і не має однозначного вирішення.

При аналізі властивостей дизельного палива і сумішевих палив (таблиця 3.6) необхідно враховувати, що ріпакова олія є екологічно безпечною. Процес отримання цієї олії при її холодному віджиманні вельми екологічний, а сама олія абсолютно нешкідлива при її використанні на АЗС. Тому за інших рівних умов перевагу слід віддавати сумішевих палив, що містять найбільшу кількість РО.

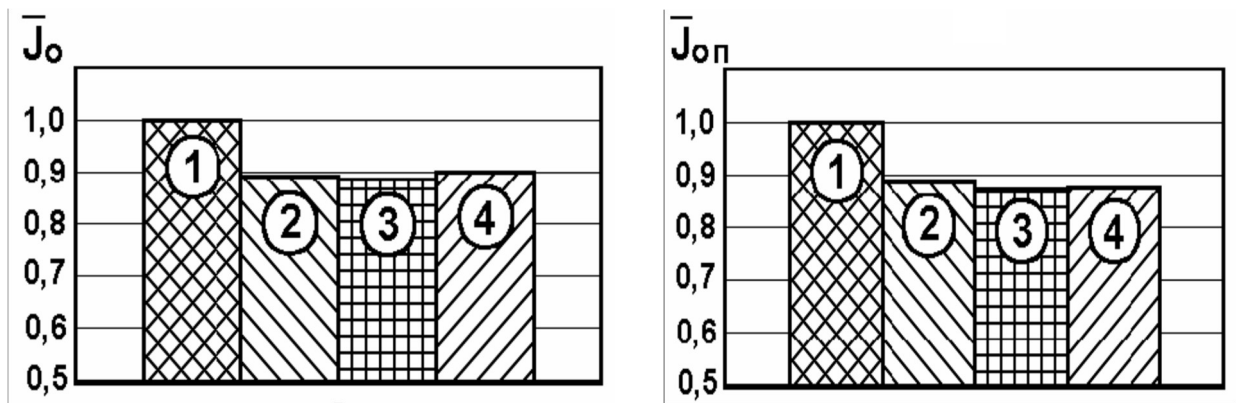


Рисунок 3.4. Значення відносного узагальненого критерію оптимальності $J_o(a)$ і відносного узагальненого наведеного критерію оптимальності J_{op} (б) дизеля Д-24, що працює на різних паливах:

1 - ДП; 2 - 80% ДТ + 20% РО; 3 - 60% ДП + 40% РО; 4 - 40% ДП + 60% РО.

Це враховувалося при розробці методики порівняльної оцінки різних сумішевих палив, запропонованої в МДТУ ім. Н.Е. Баумана. Так само як і в методиці НАМИ, для оцінки екологічних показників використані значення умовної агресивності палива A_T , представлені в таблиці 3.7. Відповідно до даних таблиці 3.7 відносна умовна агресивність A_T дизельного палива дорівнює $A_T = 2,1$. Оскільки рапсова олія практично не володіє токсикологічними властивостями, для неї можна прийняти $A_T = 0$. При визначенні значень A_T для сумішей ДП і РО використана лінійна інтерполяція значень A_T для ДП і РО. Отримані таким чином відносні умовні агресивності A_T досліджуваних сумішевих палив зведені в таблиці 3.6.

На наш погляд, використовуваний в методиці НАМИ підхід до оцінки

токсикологічних властивостей палив, що полягає в множенні сумарною агресивності продуктів згоряння m_i на умовну агресивність самого палива A_T , призводить до надмірно великій різниці добутку $A_T \cdot m_i$ для різних палив. Так, відповідно до даних таблиці 3.2, показник $A_T \cdot m_i / (A_T \cdot m_i)_{дт}$ для дизельного палива дорівнює 1,0, а для етанолу - 0,01, тобто у відповідності з методикою НАМИ токсикологічна небезпека дизельного палива і етанолу в повному життєвому циклі різняться в сто разів.

У методиці МДТУ ім.Н.Е. Баумана для оцінки токсикологічної небезпеки палива в повному життєвому циклі пропонується значення узагальненого критерію оптимальності J_0 , визначеного відповідно з виразом (3.6), множити на вираз

$$[1 + (A_T / A_{NOx})] \quad (3.10)$$

Воно включає відношення умовної агресивності A_T розглянутого палива(для дизельного палива ($A_{NOx} = 2,1$, таблиця 3.3) до умовної агресивності оксидів азоту ($A_{NOx} = 41,1$, таблиця 3.2), що є основним токсичним компонентом ВГ дизелів. Так, представлені на рисунку 3.5 дані, показують, що на частку цього токсичного компонента ВГ припадає до 95 % сумарної токсичності ВГ.

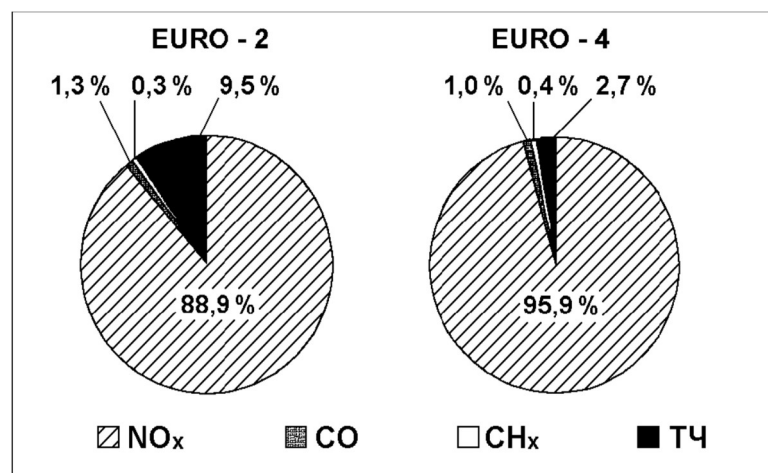


Рисунок 3.5. Вклад нормованих речовин в сумарний збиток навколишньому середовищу у % при виконанні норм EURO - 2 і EURO - 4 (Правила ЄЕК ООН № 49).

Для нетрадиційного палива з коефіцієнтом умовної агресивності $A_T = 0$ (наприклад, для РО) вираз (3.10) стає рівним одиниці, тобто токсикологічна небезпека палива в повному життєвому циклі стає рівною токсикологічній небезпеці, що виникає при його спалюванні в дизелі.

Таким чином, для оцінки екологічних і паливно-економічних показників дизеля, що працює на нетрадиційному паливі, в повному життєвому циклі пропонується використовувати відносний узагальнений наведений критерій оптимальності у вигляді

$$J_{O_{гр}} = J_O \cdot [1 + (A_T / A_{NOx})] \quad (3.11)$$

Порівняння різних нетрадиційних палив в повному життєвому циклі проведено з використанням відносного узагальненого наведеного критерію оптимальності $J_{оп}$, що є відношенням критерію $J_{оп}$ для даного сумішевого палива до значення цього критерію $J_{оп д}$, відповідному роботі на дизельному паливі, тобто

$$J_{оп} = J_{оп} / J_{оп д} \quad (3.12)$$

Розраховані за виразом (3.12) значення критерію $J_{оп}$ наведено в табл. 3.6 і показані на рис.3.4, б. Для сумішей ДП і РО в пропорціях 60 : 40 і 40 : 60 критерій $J_{оп}$ виявився рівним відповідно 0,872 і 0,874. З точки зору значення критерію $J_{оп}$ суміші ДП і РО в пропорціях 60 : 40 і 40 : 60 практично рівноцінні (їх різниця складає всього 0,23 %).

Невелика різниця відносного узагальненого критерію оптимальності J_o (рисунок 3.4, а) і відносного узагальненого наведеного критерію оптимальності $J_{оп}$ (рисунок 3.4, б) для розглянутих сумішевих палив обумовлена невисокими значеннями коефіцієнтів їх умовної агресивності A_T . При цьому вираз (3.10) близько до одиниці. Якщо ж розглядати палива з високими значеннями A_T , то, зокрема, для бензинів з переважанням ненасичених і ароматичних вуглеводнів ($A_T = 17,5$, таблиця 3.4), вираз (3.10) дорівнює $(1 + 17,5 / 41, 1) = 1,426$. Це свідчить про те, що при оцінці

властивостей цього палива критерій $J_{оп}$ перевищує критерій J_0 в 1,426. Таким чином, запропонована методика дозволяє інтегрально оцінити екологічні та паливно - економічні показники дизеля, що працює на альтернативних паливах, не тільки в процесі їх спалювання в КС двигуна, але і в повному життєвому циклі.

Висновки:

Зробивши аналіз існуючих видів палива для ДВЗ, визначивши показники токсичності відпрацьованих газів можна зробити висновок, що одним з найперспективніших альтернативних палив є природний газ. При його використанні як паливо для дизелів в атмосферу практично не надходять поліциклічні ароматичні вуглеводні, сірка, бензол, олефіни і альдегіди. Внаслідок слабкої реакційної здатності метану низька його схильність до озонуутворення.

Також при роботі дизеля на газових паливах відзначається істотне поліпшення процесу сумішоутворення, оскільки паливо (наприклад, природний газ) і окислювач (повітря) перебувають в одному агрегатному стані.

Таким чином, з екологічної точки зору нафтовий газ (пропан) і природний газ (метан) є більш чистими моторними паливами в порівнянні з традиційними моторними паливами - бензином і дизельним паливом.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Нормативні посилання

У пояснювальній записці є посилання на такі нормативні документи [21,22,23]:

- ДСТУ 1.3-93 Порядок розроблення, побудови, викладу, оформлення, узгодження, затвердження, позначення та реєстрації технічних умов:

- ДСТУ 2984-95 Засоби транспортні дорожні. Типи. Терміни та визначення;

- ДСТУ 3310-96 Засоби транспортні дорожні. Стійкість. Методи визначення основних параметрів випробуваннями;

- ДСТУ 3649-97 Засоби транспортні дорожні. Експлуатаційні вимоги безпеки до технічного стану та методи контролю.

- ДСТУ 3215-95 Метрологічна атестація засобів вимірювальної техніки.

Організація та порядок проведення:

- ДСТУ UN/ECE R 36-03:2002 Єдині технічні приписи щодо офіційного затвердження пасажирських транспортних засобів великої місткості стосовно загальної конструкції;

- ДСТУ UN/ECE R 52-01:2003 Єдині технічні приписи щодо офіційного затвердження маломісних колісних транспортних засобів категорій M2 та M3 стосовно їхньої загальної конструкції.

ДСТУ UN/ECE R 67-01:2002 Єдині технічні приписи щодо:

I. Офіційного затвердження спеціального обладнання дорожніх транспортних засобів, двигуни яких працюють на зрідженому нафтовому газі;

II. Офіційного затвердження дорожнього транспортного засобу, оснащеного спеціальним обладнанням для використання зрідженого нафтового газу як палива, стосовно установлення такого обладнання.

ДСТУ UN/ECE R 110-00:2002 Єдині технічні приписи щодо офіційного затвердження:

I. Елементів спеціального обладнання дорожніх транспортних засобів, двигуни яких працюють на стисненому природному газі (СПГ);

II. Дорожніх транспортних засобів стосовно установлення елементів спеціального обладнання офіційно затвердженого типу для використання в їхніх двигунах (СПГ).

- ДСТУ 4276:2004 Атмосфера. Норми і методи вимірювання димності відпрацьованих газів автомобілів з дизелями або газодизелями;

- ДСТУ 4277:2004 Атмосфера. Норми і методи вимірювання вмісту оксиду вуглецю та вуглеводнів у відпрацьованих газах автомобілів з двигунами, що працюють на бензині або газовому паливі.

Правилам СЕК ООН № 115 Единые предписания, касающиеся официального утверждения:

I. Специальных модифицированных систем СНГ (сжиженный нефтяной газ), предназначенных для установки на механических транспортных средствах, в двигателях которых используется СНГ;

II. Специальных модифицированных систем СПГ (сжатый природный газ), предназначенных для установки на механических транспортных средствах, в двигателях которых используется СПГ.

- ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны;

- ГОСТ 949-73 Баллоны стальные малого и среднего объема для газов на $P_p < 19,6$ МПа (200 кгс/см²). Технические условия;

- ГОСТ 9731-79 Баллоны стальные бесшовные большого объема для газов на $P_p < 24,5$ МПа (250 кгс/см²). Технические условия;

- ГОСТ 12247-80 Баллоны стальные бесшовные большого объема для газов на P_p 31.4 и 39.2 МПа (320 и 400 кгс/см²). Технические условия;

- ГОСТ 14254-96 (МЭК 529-89) Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (код IP) ;

- ГОСТ 14771-76 Дуговая сварка в защитных газах. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры:

- ГОСТ 15763-91 Соединения трубопроводов резьбовые на P_y до 63МПа (до 630 кгс/см²).

Загальні технічні умови:

- ГОСТ 25452-90 Рукава резиновые высокого давления с металлическими навивками неармированные. Технические условия;

- ГОСТ 27577-87 Газ природный топливный сжатый для газобаллонных автомобилей. Технические условия;

- ГОСТ 27578-87 Газы углеводородные сжиженные для автомобильного транспорта. Технические условия;

- ГСТУ 3-33-25-95 Автотранспортні засоби. Затяжка різьбових з'єднань.

Норми затяжки. Технічні вимоги:

- ГСТУ 60.2-00017584-011-2001 Засоби транспортні дорожні. Технічні вимоги до безпечності конструкції автобусів загального призначення, які знаходяться в експлуатації;

- РСТ УССР 1960-89 Оформление внешнее информационное подвижного состава автомобильного транспорта УССР. Знаки отличительные и информационные;

- НПАОП 0.00-1.07-94 Правила будови та безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском;

НПАОП 60.2-1.28-97 Правила охорони праці на автомобільному транспорті.

4.2 Газобалонне обладнання (спеціальне обладнання системи живлення газовим паливом)

Спеціальне обладнання газобалонний колісний транспортний засіб (ГБТЗ), яке забезпечує можливість роботи ДВЗ КТЗ на газовому моторному паливі. До складу газобалонного обладнання (ГБО) входять: балони для зберігання газу (з кріпленням і балонною арматурою); з'єднувальні

трубопроводи і шланги; газові редуктори і регулятори; дозатори газу; газоповітряні змішувачі; газові форсунки; теплообмінні пристрої; газові фільтри; клапани зворотні, запобіжні, швидкісні, електромагнітні, обмежувальні та інші; додаткове електрообладнання; електронні блоки керування; витратно-наповнювальне та контрольно-вимірювальне обладнання; вентиляційні пристрої; з'єднувальні деталі тощо.

4.3 Вимоги безпеки до технічного стану газобалонних КТЗ

4.3.1 Вимоги до комплекту ГБО

Комплект ГБО для живлення ДВЗ КТЗ газовим моторним паливом повинен містити систему перемикання подачі різних видів палива (рідинного чи газового), щоб уникнути одночасної подачі в двигун більш ніж одного виду палива. При переході з одного виду палива на другий допускається нетривала одночасна подача двох видів палив тривалістю не більше 5 с. Перемикання роботи двигуна з одного виду палива на другий повинне здійснюватися з робочого місця водія.

Незважаючи на вказане вище, допускається тривала робота ДВЗ КТЗ одночасно на двох видах палива:

- для газодизелів(ГД);
- для ДВЗ із безпосереднім впорскуванням бензину до камери згоряння та впорскування газового палива до впускної труби.

4.3.2 Конструкція ГБО повинна забезпечувати можливість приєднання до окремих пристроїв контрольно-діагностичного обладнання для їх діагностики, регулювання і технічного обслуговування.

4.3.3 Комплект ГБО має бути виготовлений таким чином, щоб після монтування його елементів на КТЗ він забезпечував зовнішню герметичність.

Герметичність з'єднань і елементів ГБО повинна зберігатися у всьому діапазоні робочого тиску та температур і при відносній вологості повітря (навколишнього середовища) від 30 % до 80 %. Необхідно забезпечити

можливість контролю герметичності всіх вузлів та з'єднань, зокрема за допомогою переносних приладів (течешукачів), без зняття і розбирання будь-яких пристроїв КТЗ.

4.3.4 Діапазон робочих температур складових комплекту ГБО, залежно від місця встановлення, повинен відповідати вимогам зазначеним у ДСТУ UN/ECE R 67-01 для ЗНГ або ДСТУ UN ECE R 110-00 для СПГ.

Електромагнітні запірні пристрої з комплекту ГБО повинні бути виготовлені у «нормально зачиненому» положенні.

4.3.5 Характеристики фільтрувальних елементів повинні визначатися за методикою ГОСТ 8002 з перерахунком на параметри газу, що застосовується. Сумарна маса механічних часток у газі після проходження системи фільтрів не повинна перевищувати $1,0 \text{ мг/м}^3$ газу. При цьому газ повинен відповідати вимогам ГОСТ 27577. Матеріали, які використовуються для виготовлення елементів, вузлів і деталей комплекту ГБО, повинні бути сумісні з газом, що застосовується.

4.3.6 До комплекту ГБО не повинні приєднуватися жодні пристрої, що споживають газ, за винятком тих, наявність яких суворо необхідна для забезпечення належного функціонування двигуна КТЗ при роботі на газовому паливі.

4.4 Технічні вимоги до розміщення комплекту ГБО на КТЗ

4.4.1 Конструкція комплекту ГБО та його складових і його розміщення на КТЗ повинні забезпечити безпечну роботу системи живлення ДВЗ КТЗ газовим паливом і заявлені технічні характеристики за робочого тиску, на який воно розраховане і для якого воно офіційно затверджене.

4.4.2 Комплект ГБО повинен встановлюватися таким чином, щоб забезпечувався його максимально можливий захист від пошкодження. Наприклад, від пошкодження, зумовленого зсувом складових обладнання транспортного засобу, зіткненням, влученням гравію або ж зумовленого

навантаженням чи розвантаженням транспортного засобу або зсувом цього вантажу.

4.4.3 Всі елементи комплекту ГБО повинні бути належним чином закріплені, при цьому повинен бути забезпечений доступ до вузлів і комплектуючих (складових) газової апаратури для перевірки герметичності та виконання регулювань, а також не повинно бути ускладнень доступу до пристроїв двигуна, самого КТЗ, при проведенні робіт з їх технічного обслуговування і ремонту без зняття та розбирання яких-небудь пристроїв КТЗ, а також ускладнювати доступ (витягання і установку) до запасного колеса КТЗ.

4.4.4 Жодні складові комплекту ГБО не повинні бути розташовані ближче ніж 100 мм від системи випуску відпрацьованих газів або аналогічного джерела тепла, якщо такі складові обладнання не мають належного теплозахисного кожуха (чи екран із листової сталі товщиною 1 мм).

4.4.5 Жодна деталь складових комплекту ГБО, зокрема будь-який захисний матеріал, що є складовою таких деталей, не повинна виступати за зовнішні габарити транспортного засобу, за винятком заправного блоку або вузла.

Допускається збільшення габаритних розмірів ГБТЗ по висоті завдяки установці газових балонів, без втрати їх стійкості відносно перекидання. Ця вимога повинна перевірятися по ДСТУ 3310.

4.4.6 ГБТЗ, які використовують зріджений нафтовий газ (ЗНГ) як моторне паливо, за винятком паливного балона ЗНГ, у жодному поперечному перерізі транспортного засобу жодна деталь системи обладнання ЗНГ, зокрема будь-який захисний матеріал, що є складовою таких деталей, не може виступати за нижню крайку транспортного засобу, якщо нижче, в межах 150 мм, не розташована якась інша частина транспортного засобу.

4.4.7 Газовий редуктор повинен кріпитися нижче верхнього габариту радіатора двигуна. При цьому довжина газового шлангу від редуктора до га-

зоповітряного змішувача чи рейки газових форсунок повинна бути якомога меншою. Редуктор необхідно встановити таким чином, щоб його вісь була перпендикулярна напрямку руху автомобіля (ця вимога не стосується редукторів, у конструкції яких відсутні діафрагми).

4.4.8 Патрубки газового редуктора мають бути під'єднані до патрубків радіатора пічки обігріву салону (кабіни) із застосуванням трійників паралельно системі циркуляції охолоджувальної рідини радіатора пічки.

4.4.9 Всі частини і пристрої ГБО, зокрема балони, не повинні зменшувати радіус прохідності КТЗ, що повинно перевірятися за ГОСТ 22748.

4.4.10 При розміщенні пристроїв ГБО повинна бути виключена можливість проникнення газу в пасажирський салон або вантажний відсік КТЗ.

4.5 Вимоги до балонів та їх розміщення

4.5.1 На ГБТЗ застосовують автомобільні газові балони для ЗНГ, тип яких офіційно затверджено відповідно до ДСТУ UN/ECE R 67-01, або балони для стисненого природного газу (СПГ), тип яких офіційно затверджено відповідно до ДСТУ UN/ECE R 110-00, або які відповідають вимогам НПАОП 0.00-1.07 та інших чинних нормативних документів і які мають відповідне маркування. Кількість та встановлення балонів для СПГ чи ЗНГ на КТЗ повинні відповідати чинним нормативним документам (ДСТУ UN/ECE R 67-01 або ДСТУ UN ECE R 110-00, технічним умовам, інструкціям виробників ГБО тощо).

4.5.2 На верхній сферичній частині кожного металевого балона повинні бути вибиті (для балонів виготовлених із металопластикових, металокомпозитних та неметалевих матеріалів - чіткий нестираючий напис).

4.5.3 Зовнішня поверхня балонів повинна бути пофарбована в червоний колір. На балонах повинен бути нанесений напис із назвою газу (для ЗНГ - пропан - бутан, для СПГ - метан), колір напису - білий.

4.5.4 Балони для СПГ та ЗНГ місткістю більше 100 л повинні бути за-

безпечені паспортом (форма паспорту - додаток 3, НПАОП 0.00-1.07).

4.5.5 Періодичність технічних опосвідчень балонів, які перебувають в експлуатації (зовнішній і внутрішній огляди та гідравлічне випробування пробним тиском) мають бути проведені в такі терміни:

а) для СПГ:

- виготовлені з легованих сталей і металокомпозитних матеріалів - 5 років;

- виготовлені з вуглецевих сталей і металопластикових матеріалів - 3 роки;

- виготовлені з неметалевих матеріалів - 2 роки;

б) для ЗНГ: - 2 роки.

Результати технічного опосвідчення балонів місткістю понад 100 л заносяться в паспорт балонів. Клейма на балонах у такому разі не ставляться.

4.5.6 Не допускають експлуатацію ГБТЗ із балонами, в яких: вийшов граничний термін використання; вийшов строк назначеного технічного опосвідчення (згідно з НПАОП 0.00-1.07); пошкоджений корпус балона; несправні вентиля; відсутні належні пофарбування, написи, клейма, а також з балонами іншого призначення.

4.5.7 Балон встановлюється на КТЗ стаціонарно, при цьому він не повинен встановлюватися в моторному відсіку. Балон встановлюється таким чином, щоб не відбувалося контакту між металевими поверхнями, за винятком контакту з вузлами кріплення балона (балонів).

Газовий балон повинен кріпитися до рами за допомогою принаймні двох стрічкових хомути кріплення. Якщо на хомути кріплення припадає також вага власне газового балона, то повинні бути передбачені як мінімум три стрічкових хомути кріплення.

Не допускається кріплення газових балонів із використанням сталевих тросів.

Спосіб кріплення не повинен зменшувати міцність конструкції КТЗ. Конструкція КТЗ в місці кріплення балонів може бути посилена для

забезпечення необхідної міцності.

Відстань від газового балона до поверхні дороги не менше 200 мм, при цьому на КТЗ із максимально допустимим навантаженням радіус прохідності та кут заднього з'їзду повинні залишитися без змін.

Не допускається використовувати зварювання для приєднання деталей кріплення до газового балона. Приварення деталей кріплення до газового балона може проводитися тільки підприємством-виробником газових балонів.

Якщо газовий балон встановлюється на КТЗ в поздовжньому напрямку (тобто вісь газового балона з поздовжньою центральною площиною КТЗ створює кут не більше 30°).

Кріплення балона (ів) на даху транспортного засобу до водостоків не допускається.

При переобладнанні КТЗ для роботи на газовому паливі кількість та місткість встановлюваних балонів не повинна перевищувати кількості та місткості регламентованих одними з цих вимог:

- комплектацією заводу-виробника серійних газобалонних автобусів;
- вимогами технічної документації, затвердженої у встановленому порядку;
- вимогами дозволу на переобладнання, узгодженому в порядку, встановленому законодавством.

4.6 Вимоги до елементів захисту і запобіжних пристроїв

4.6.1 Усі балони для СПГ КТЗ категорії М1 мають бути обладнаними клапанами з ручним керуванням (витратними вентилями) або автоматичними клапанами балонів (із 01.01.2010 р. допускають застосовувати тільки автоматичні клапани балонів).

4.6.2 Із 01.01.2010 р. КТЗ категорії М2 та М3 мають бути обладнаними додатковим автоматичним клапаном (магістральним клапаном), а з

01.01.2012 р. усі балони для СПГ КТЗ категорії М2 та М3 мають бути обладнаними автоматичними клапанами балонів.

4.6.3 Із 01.01.2010 р. усі балони для СПГ КТЗ категорії N мають бути обладнаними клапанами з ручним керуванням (витратними вентилями) або автоматичними клапанами балонів, а також додатковим автоматичним клапаном (магістральним клапаном).

4.6.4 Запобіжні пристрої повинні бути розміщені таким чином, щоб у разі їх спрацювання унеможлиблювалось проникнення газу в пасажирський салон або вантажний відсік КТЗ.

4.7 Вимоги до системи вентиляції арматури балонів

4.7.1 Балони оснащують газонепроникними кожухами, що встановлюють поверх арматури балона, за винятком випадків, коли балон встановлений зовні КТЗ. Газонепроникні кожухи повинні відповідати вимогам ДСТУ ШВ/ЕСЕ Р 67-01 або ДСТУ UN ECE R 110-00. Арматура балонів для ЗНГ, що встановлюються зовні КТЗ має бути захищена від попадання бруду і вологи.

4.7.2 Конструкція газонепроникного відсіку (газонепроникного кожуха) у разі виникнення витoku газу повинна унеможливлювати його проникнення в пасажирський салон або вантажний (багажний) відсік КТЗ.

4.7.3 Конструкцією газонепроникного кожуха повинна бути забезпечена можливість доступу до балонних вентилів для їх відкриття і закриття.

Рукоятка балонного вентиля може бути розташована всередині газонепроникного кожуха чи проходити через його стінку при дотриманні таких вимог:

- якщо рукоятка балонного вентиля проходить через стінку, то повинна бути забезпечена герметичність газонепроникного кожуха;

- якщо застосована жорстка конструкція газонепроникного кожуха і рукоятка балонного вентиля повністю розташована всередині відсіку, то доступ до неї повинен бути забезпечений через герметичний люк, який

відкривається без використання інструментів. При цьому на люку повинен бути нанесений напис про те, що він завжди має знаходитися в положенні «зачинено», крім випадків роботи з вентилям;

- якщо застосована нежорстка конструкція газонепроникного кожуха і рукоятка балонного вентиля повністю розташована всередині відсіку, то на поверхні газонепроникного кожуха повинне бути позначене місце розташування рукоятки балонного вентиля для його швидкого виявлення, а також забезпечена можливість екстреного (швидкого) закриття вентиля без порушення герметичності газонепроникного кожуха.

4.8 Вимоги до розміщення заправного блоку або вузла

4.8.1 Заправний блок або вузол повинен бути розміщений тільки зовні КТЗ, на легко доступному місці, яке дає можливість його безпечної експлуатації.

4.8.2 Кріплення заправного блоку чи вузла має виключати можливість його обертання та забезпечити його захист від бруду і вологи.

4.8.3 Заправний пристрій може виступати за зовнішні габарити КТЗ не більш ніж на 10 мм.

4.8.4 Винесений заправний блок з'єднується з балоном для ЗНГ гнучким або жорстким газопроводом, а з балоном для СПГ тільки жорстким газопроводом.

4.9 Вимоги до жорстких та гнучких газопроводів

4.9.1 Рекомендований ряд жорстких газопроводів за зовнішнім діаметром становить 6,0; 8,0; 10,0 або 12,0 мм.

4.9.2 Жорсткі газопроводи для СПГ повинні виготовлятися із суцільнотягнутих трубок із нержавіючої сталі або сталі з антикорозійним покриттям.

Жорсткі газопроводи для ЗНГ, окрім нержавіючої сталі або сталі з антикорозійним покриттям, допускається виготовляти з трубки (за розмірами $d_{\text{зовн.}} \leq 12$ мм, товщиною стінки $\geq 0,8$ мм) з міді. Газопроводи виготовлені з міді повинні мати гумове або пластмасове захисне обплетення.

На зовнішню поверхню сталевих газопроводів (окрім виготовлених із нержавіючої сталі) повинне бути нанесене покриття, стійке до впливу навколишнього середовища.

4.9.3 Газопроводи повинні розміщуватися на КТЗ відповідно до таких вимог:

- газопроводи повинні бути встановлені таким чином, щоб уникнути пошкодження внаслідок вібрації (наприклад, при резонансі з вібрацією двигуна) та виключити місця тертя;

- відстань між двома точками кріплення не повинно перевищувати 1000 мм, встановлення та вигини газопроводів повинні виконуватися з врахуванням вимог виробників труб і фітингів;

- будь-який газопровід, який проходить через пасажирський салон або вантажний (багажний) відсік, повинен мати додаткову герметичну вентилявану оболонку, при цьому довжина такого газопроводу не повинна перевищувати обґрунтовано необхідної величини (відстані від газового балона до борта КТЗ);

- всередині пасажирського салону чи замкненого простору вантажного відсіку не повинні мати місце жодні з'єднання газопроводів, окрім під'єднання до газонепроникного пристрою газового балона і з'єднання між газопроводом і заправним пристроєм;

- для запобігання пошкодження газопроводу він не повинен розташовуватися поза кузовом КТЗ; при розміщенні газопроводу під днищем КТЗ він повинен бути захищений із використанням елементів шасі або іншим способом від абразивного чи ударного впливу;

- газопровід не повинен розміщуватися в недоступних місцях;

- у точках кріплення газопроводи повинні мати захисну прокладку;

- газопроводи повинні мати компенсатори для запобігання їх пошкодження у разі виникнення деформації при перекосах рами КТЗ;

- число з'єднань газопроводу повинне бути мінімальним і до них повинен забезпечуватися вільний доступ для технічного огляду та ремонту; жорсткі газопроводи повинні кріпитися таким чином, щоб вони не зазнавали вібрації під впливом зовнішніх навантажень;

- гнучкі газопроводи повинні кріпитися таким чином, щоб вони не зазнавали зовнішніх навантажень;

- у місцях кріплення, гнучкі або жорсткі газопроводи повинні встановлюватися таким чином, щоб були унеможливлені контакти металевих деталей між собою;

- жорсткі та гнучкі газопроводи не повинні розміщуватися біля підсилювачів кузова для підйому КТЗ (домкратом чи підйомником).

4.9.4 З'єднання газопроводів повинні забезпечувати герметичність, багаторазовість розбирання і надійність в експлуатації. Якщо трубопровід складається з двох або більше частин, то частини необхідно з'єднати із застосуванням деталей з комплекту ГБО, або за вимогами ГОСТ 15763.

4.9.5 З'єднання між пристроями газобалонного обладнання повинні відповідати таким вимогам:

- паяні або зварювальні з'єднання, а також зубчасті з'єднання обтиснення не допускаються;

- трубки з нержавіючої сталі повинні сполучатися тільки за допомогою фітінгів із нержавіючої сталі;

- розподільні перехідники повинні виготовлятися зі стійкого до корозії матеріалу.

4.10 Вимоги до електробезпеки газової апаратури КТЗ

4.10.1 Електроустаткування, що входить до складу ГБО, повинно мати напругу живлення, що не перевищує напруги живлення бортової системи

КТЗ.

4.10.2 Додаткове електрообладнання, що входить до складу ГБО, повинне бути захищене від перевантажень і має містити у своєму складі щонайменше один запобіжник відповідного номіналу.

4.10.3 Подача напруги живлення до елементів електроустаткування через газопроводи не допускається.

4.10.4 Всі елементи електроустаткування повинні приєднуватися й ізолюватися таким чином, щоб унеможливити проходження електричного струму через вузли, по яких проходить газ. Електричні проводи повинні бути належним чином захищені від пошкодження. Електричні з'єднання, що проходять у пасажирському салоні та вантажному відсіку КТЗ, повинні відповідати класу ізоляції IP 40 згідно з ГОСТ 14254 [24]. Інші електричні з'єднання повинні відповідати класу ізоляції IP 54 згідно з ГОСТ 14254.

4.10.5 Конструкція електричних з'єднань і елементів енергоустаткування, що розташовуються всередині газонепроникного відсіку (газонепроникного кожуха), повинна унеможливити появу електричної іскри.

4.11 Вимоги щодо викидів шкідливих речовин із відпрацьованими газами КТЗ

4.11.1 ГБО, що встановлюється на транспортний засіб, повинне в поєднанні з іншими системами забезпечувати відповідність транспортного засобу чинним вимогам щодо викидів шкідливих речовин із відпрацьованими газами.

4.11.2 ГБО і його елементи, призначені для переобладнання КТЗ, що перебувають в експлуатації, а також для заміни раніше встановленого обладнання, повинні забезпечувати відповідність вимогам щодо викидів шкідливих речовин із відпрацьованими газами, встановленими для цього типу транспортних засобів (двигунів) на момент їх випуску, якщо інше не передбачене чинним законодавством.

4.11.3 Конструкція і якість виготовлення пристроїв, вузлів і деталей газової апаратури повинні забезпечувати дотримання вимог щодо викидів шкідливих речовин із відпрацьованими газами протягом всього терміну експлуатації за умови дотримання правил експлуатації та періодичності регулювання згідно з інструкцією з експлуатації ГБТЗ.

4.11.4 Періодичність регулювання газової чи газодизельної апаратури щодо викидів шкідливих речовин у відпрацьованих газах повинна проводитись з періодичністю технічного обслуговування (ТО - 2) або кратно йому.

4.11.5 Концентрації шкідливих речовин у пасажирському салоні та кабіні водія КТЗ при використанні газового палива не повинні перевищувати величин, вказаних у ГОСТ 12.1.005.

4.11.6 Система живлення газовим паливом повинна бути відрегульована згідно з рекомендаціями фірми-виробника. При цьому токсичність відпрацьованих газів має відповідати вимогам ДСТУ 4277:2004.

4.11.7 Газодизельна система живлення та регулювання частоти обертання повинна бути відрегульована згідно з відповідними методиками фірми-виробника. Димність відпрацьованих газів на дизельному та газодизельному режимах роботи має відповідати вимогам ДСТУ 4276:2004.

4.12 Додаткові вимоги до КТЗ, які направляються на переобладнання для встановлення ГБО

4.12.1 КТЗ, який направляються на переобладнання для встановлення ГБО, повинні відповідати вимогам ДСТУ 3649 в частині технічного стану.

4.12.2 У місцях КТЗ, де мають встановлюватись елементи ГБО, не повинно бути тріщин, ослаблених з'єднань, клепаних з'єднань, механічних пошкоджень, наслідків ремонтних впливів: накладок, отворів, додаткових зварювальних швів. У разі наявності пошкоджень необхідно виконати капітальний ремонт кузова. У місцях установки і кріплення ГБО не повинно

бути забруднень.

4.13 Інші вимоги до ГБТЗ

4.13.1 На КТЗ після переобладнання повинні встановлюватись попереджувальні знаки згідно з РСТ УСССР 1960 «Обережно! Інші небезпеки» із пояснювальною табличкою з написом «ГАЗ». Зображення, розміщення та розміри розпізнавального знака повинні відповідати вимогам РСТ УСССР 1960.

4.13.2 Уразі пожежі перекрити постачання газу [25]. Гасіння осередку займання проводити вуглекислотними вогнегасниками типу ОУ-2, ОУ-5.

5 ЕКОНОМІЧНІ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ПОКАЗНИКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТРАКТОРА З ГАЗОДИЗЕЛЬНИМ ДВИГУНОМ

5.1 Практичні випробування газодизеля

Згідно з даними компаній-інсталяторів ГБО, двигуни, переобладнані для роботи на біплевном режимі, мають наступні показники витратків у відсотках у порівнянні з роботою в дизельному режимі:

- 25% дизельного палива та 75% метану пропорційно, якщо використовувати СПГ за умови що $1 \text{ м}^3 = 1 \text{ л ДП}$;

Ціна ГБО формується залежно від таких параметрів, як марка автомобіля, тип двигуна, комплектація устаткування і складність робіт по монтажу.

На сьогодні орієнтовні ціни на установку устаткування ГБО 4 покоління Prins, Landi Srl , Alfatronic , Pegasus на трактори з двигуном:

-4 циліндри - від 4500 до 11000 грн.

-6 циліндрів - від 6500 до 13500 грн.

-8 циліндрів - від 8000 до 17000 грн.

Вартість переобладнання трактора Т-150К на газодизель з 12 балонами згідно з даними компаній-інсталяторів ГБО складає – від 42000 до 50000 грн.

До прикладу, беремо трактор Т-150К який виконує наступні сільськогосподарські операції: глибоке рихлення, дискування та передпосівний обробіток.

Працівники Володимирській машиновипробувальній станції (Російська Федерація) описують роботу трактора Т-150К на газодизелі (із застосуванням

стисненого природного газу метану)[28]. При роботі двигуна на газодизелі рейка паливного насоса забезпечує тільки запальну дозу дизельного палива в камері згоряння, необхідну для забезпечення займання суміші. Хід рейки обмежується механізмом запальної дози. Подача газу в циліндри здійснюється через впускний колектор двигуна.

Процес подачі відбувається в наступному порядку: з балонів обох секцій стиснений газ подається по трубопроводах високого тиску до електромагнітних клапанів, попередньо пройшовши очищення від твердих домішок у фільтрах. Після відкриття електромагнітних клапанів газ подається до редукторів високого тиску (РВТ), де тиск газу знижується до 0,8-1,2 МПа (8,0-12,0 кг/см²). При зниженні тиску в РВД відбувається падіння температури газу, тому для підігріву до РВТ подається рідина від системи охолодження двигуна по гумовим рукавах (шлангах). Потім газ від двох редукторів високого тиску через тройник надходить до двоступінчастого редуктора низького тиску (РНТ), де відбувається подальше зниження тиску газу до 20 мм водяного стовпа. Далі газ надходить у дозатор, потім - у змішувач, а потім - по впускного колектора в циліндри двигуна.

На практиці трактор Т-150К ГД тестували з плугом чизельного ПЧ-2,5; важкою дисковою бороною БДТ-7 і комбінованим АПК-5,7 [17]. За всіма показниками робота трактора відповідав агротехнічним вимогам при роботі на суглинних ґрунтах з вологістю 18-28% і твердістю 0,6-3,9 МПа в залежності від шару ґрунту (0-10 см - 30-40 см). В результаті випробувань, на Володимирській МВС прийшли до висновку, що «експлуатаційна надійність газобалонного трактора добра, управління газобалонним трактором зручне, безпека виконання робіт забезпечена».

Таблиця 5.1 – Експлуатаційні показники обробки ґрунту тракторами

Вид роботи та склад агрегату	Робоча швидкість, км/ч	Продуктивність за годину роботи, га		Витрата палива на одиницю виконаної роботи за технологічний час	
		основного часу	технологічного часу	метан, нм ³ /га (кг/га)	Дизельне паливо, кг/га
Безвідвальний обробіток ґрунту чизельним плугом					
Т-150К ГД + ПЧ-2,5	7,73	3,15	2,72	4,7 (3,31)	3,88
Т-150К + ПЧ-2,5	7,59	3,09	2,68	-	17,12
Дискування ґрунту					
Т-150К ГД + БДТ-7	9,84	6,89	6,21	4,54 (3,20)	2,25
Т-150К + БДТ-7	9,20	6,44	5,84	-	7,57
Обробка ґрунту комбінованим агрегатом під посів					
Т-150К ГД + АПК-5,7	10,1	7,47	6,70	4,01 (2,82)	1,10
Т-150К + АПК-5,7	9,9	7,33	6,59	-	5,29

Слід звернути особливу увагу на високий ступінь економічності вдосконаленого трактора. Витрата газу в номінальному режимі (при повному навантаженні) становить близько 14 м³/год., дизельного палива 2,5 л/год.[15]. А у випадку з номінальним дизельним режимом роботи витрата палива становить 15 л год. Для нових тракторів співвідношення витрат палива становить приблизно 20% дизпаливо і 80% газ; для вживаних - 30% і 70% відповідно.

Правила експлуатації практично не відрізняються від правил експлуатації попередника трактора: трактор заводиться в звичайному режимі, а потім за допомогою спеціального тумблера здійснюється перехід на газодизельний режим роботи.

Кожен трактор налаштовується індивідуально і має свої показники витрати. Розбіг може становити до 5%.

5.2 Економічна ефективність

За основу візьмемо трактор 3 класу (Т-150К) із споживанням дизельного палива. При переобладнанні двигуна цього трактора на газодизельний режим (25 % дизельного палива та 75 % метану пропорційно), розрахунки проводимо за умови якщо використовувати $1 \text{ м}^3 \text{ СПГ} = 1 \text{ л ДП}$;

5.2.1 Вартість витраченого пального у режимі -"дизель", грн.:



Рисунок 5.1 – Використання палива у режимі -"дизель"

$$V_d = Q_{dn} \times C_{dn} \quad (5.1)$$

де Q_{dn} - кількість витраченого палива, л ДП;

C_{dn} - ціна 1 л дизельного пального, 25 грн.

$$V_d = 1 \cdot 25 = 25 \text{ грн}$$

5.2.2 Вартість витраченого пального у режимі - "газодизель", грн.:

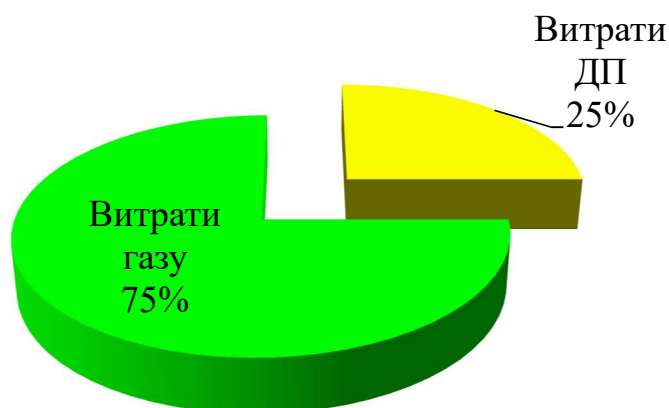


Рисунок 5.2 – Використання палива у режимі - "газодизель"

$$V_{2d} = 0,25Q_{dn} \times C_{dn} + 0,75Q_2 \times C_2 \quad (5.2)$$

де Q_2 - кількість вираченого палива, 1м^3 ;

C_2 - ціна 1м^3 СПГ (метан), 15 грн.

$$V_{\text{гд}}=0,25 \cdot 1 \cdot 25 + 0,75 \cdot 1 \cdot 15 = 17,5 \text{грн}$$

5.2.3 Економія від використання газодизеля, грн.:

$$E = V_{\partial} - V_{\text{гд}} \quad (5.3)$$

$$E = 25 - 17,5 = 7,5 \text{грн}$$

Результати розрахунків вносимо до таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Показники економічної ефективності використання газодизеля на тракторі 3 класу

Показники	Режим - "дизель"	Режим "газодизель"
Витрати ДП, л	1	0,25
Витрати газу, м^3 .	-	0,75
Ціна ДП, грн.	25	25
Ціна СПГ(метан), грн.	-	11
Вартість витраченого пального, грн.	25	17,5
Економія , грн.	-	7,5

Висновки

Для переобладнання трактора 3 класу на газодизельний режим роботи нам потрібно зробити внесок інвестиційних вкладень у розмірі від 42000 до 50000 грн в залежності від марки газового обладнання.

Показник економії від використання газодизеля на тракторі 3 класу склав 7,5 грн. на 1 л використаного палива. Термін окупності інвестиційних вкладень залежить від кількості використаного палива в газодизельному режимі при визначеному обсязі робіт. І може бути розрахований в умовах практичного використання.

ВИСНОВКИ

1. Аналіз фізико – хімічних властивостей дизельного та альтернативних палив показав, що для роботи трактора можна використовувати шість альтернативних палив з властивостями близькими до ДП.
2. Отримано в роботі величини відносного комплексного критерію паливної економічності та токсичності ВГ. Вони свідчать про те, що при використанні розглянутих нетрадиційних палив ефективність роботи дизелів, обумовлена значенням цього критерію.
3. Встановлено, що ефективність використання того чи іншого палива в значній мірі залежить від типу використовуваного двигуна і від розподілу режимів його роботи. Так, у більшості випадків в якості палива доцільно використовувати стислий природний газ ($K_{те} = 1,136, 1,069, 1,049$).
4. Аналіз існуючих видів палива для ДВЗ по показникам токсичності відпрацьованих газів показав, що одним з найперспективніших альтернативних палив є природний газ. При його використанні як паливо для дизелів в атмосферу практично не надходять поліциклічні ароматичні вуглеводні, сірка, бензол, олефіни і альдегіди.
5. Порівнявши та оцінивши властивості альтернативних палив встановлено, що при роботі дизеля на газових паливах відзначається істотне поліпшення процесу сумішоутворення, оскільки паливо і окислювач перебувають в одному агрегатному стані.
6. З екологічної точки зору нафтовий газ (пропан) і природний газ (метан) є більш чистими моторними паливами в порівнянні з дизельним паливом, тому вони гарантують екологічні безпеку під час виконання техніко-технологічних процесів в сільськогосподарському виробництві.
7. В роботі розроблені заходи з охорони праці при роботі ДВЗ на стислому природному паливі.
8. Показник економії від впровадження газодизеля підтверджують правильність вибору теми роботи.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Устименко В.С. Поліпшення екологічних показників автомобілів та розширення паливної бази автомобільного транспорту шляхом застосування біоетанолу: дис.канд. техн. наук: 05.22.20 / Державне підприємство "Державний автотранспортний науково- дослідний і проектний ін-т". – К., 2006.
2. Федоров В.В. Покращення екологічних показників автотранспортних засобів за рахунок зменшення їх рівня зовнішнього шуму: автореф. дис.канд. техн. наук: 05.22.02 /; Нац. трансп. ун-т. - К., 2004. - 19 с. - укр.
3. Мартыненко А. Г. Очистка нефтепродуктов от загрязнений./ А. Г. Мартыненко, В. П. Коноплѣв, Г. П. Ширяева. – М. г. Химия, 1974. -111с.
4. Двигатели внутреннего сгорания / ред.: А.Ф. Шеховцев. - Х., 2001. - 124 с. - (Вестн. Нац. техн. ун-та "ХПИ"; № 2). - рус.
5. Якубовский Ю. Автомобильный транспорт и защита окружающей среды. - М.: Транспорт, 1979.
6. Горелик Д.О. Мониторинг загрязнения атмосферы и источников выбросов. Аэроаналитические измерения./ Конопелько Л.А. – М.:Издательство стандартов, 1992.
7. Дидур В. В. Обоснование технических требований к чистоте дизельного топлива.// Механіка та машинобудування ШІ/АН ВШУ./В. В. Дидур, В. Н. Кюрчев. – ХДПУ м. Харків – 2000. с. 54-59
8. Иванов В.Н. Экология и автомобилизация./ Сторчевус В.К., Доброхотов В.С. - Киев: Будівельник, 1983.
9. Бандман А.Л. Вредные химические вещества. Галоген - и кислородсодержащие органические соединения: Справочник / Войтенко Г.А., Волкова Н.В. / Под ред. В.А. Филова, Л.А. Тиунова. – СПб.: Химия, 1994. - 686 с.
10. Звонов В.А. Оценка традиционных и альтернативных топлив по

полному жизненному циклу./ Козлов А.В., Теренченко А.С. // Автостроение за рубежом. – 2001. - № 12. - С. 14-20 с.

11. Марков В.А. Токсичность отработавших газов дизелей и возможности ее снижения / В.А. Марков // Грузовик &. - 2009. - № 8.

12. Кутенев В.Ф. О методике комплексной оценки уровня экологической безопасности автомобиля в жизненном цикле /В.А. Звонов, А.В. Козлов и др. // «Автомобильные и тракторные двигатели»: Межвуз.сб. - М.: Изд-во ТУ «МАМИ», 1999. - Вып.15. - С. 88-96.

13. Шкаликова В.Н. Применение нетрадиционных топлив в дизелях./ Патрахальцев Н.Н. – М.: Изд-во Российского университета дружбы народов, 1993. - 64 с.

14. Лыков О.П. Производство моторных топлив из природного газа // Химия и технология топлив и масел. - 1996. - № 3. - С. 15-24.

15. Лютко В. Применение альтернативных топлив в двигателях внутреннего сгорания./ Луканин В.Н., Хачиян А.С. – М.: Изд-во МАДИ (ТУ), 2000. - 311 с.

16. Кириллов Н.Г. Альтернативные моторные топлива XXI века // Автогазозаправочный комплекс + альтернативное топливо. - 2003. - № 3. - С. 58-63.

17. Жегалин О.И. Альтернативные топлива и перспективы их применения в тракторных дизелях: Обзор./ Пономарев Е.Г., Журавлев В.Н. – М.: ЦНИИТЭИтракторосельхозмаш, 1986. - 40 с.

18. Лютко В. Применение альтернативных топлив в двигателях внутреннего сгорания./ Луканин В.Н., Хачиян А.С. – М.: Изд-во МАДИ (ТУ), 2000. - 311 с.

19. Анискин В.И. Внедрение в сельскохозяйственное производство техники, работающей на компримированном природном газе // Автогазозаправочный комплекс + альтернативное топливо. - 2005. - № 1. - С. 17-18.

20. Звонов В.А. Оценка традиционных и альтернативных топлив по

полному жизненному циклу./ Козлов А.В., Теренченко А.С.// Автостроение за рубежом. - 2001. - № 12. - С. 14-20 с.

21. Фукс И.Г. Экологические аспекты использования топлив и смазочных материалов растительного и животного происхождения./Евдокимов А.Ю., Джамалов А.А.// Химия и технология топлив и масел. - 1992. - № 6. - С. 36-40.

22. Звонов В.А. Методика комплексной оценка эффективности применения альтернативных топлив в двигателях внутреннего сгорания./ Заиграев Л.С., Козлов А.В.// Экотехнологии и ресурсосбережение. - 1996. - № 1. - С. 10-13.

23. Ерохов В.И. Газодизельные автомобили (конструкция, расчет, эксплуатация): Учебное пособие./ Карунин А.Л. – М.: Изд-во «Граф-Пресс», 2005. - 560 с.

24. Парсаданов И.В. Повышение качества и конкурентоспособности дизелей на основе комплексного топливно-экологического критерия. - Харьков: Изд-во Харьковского политехнического института, 2003. - 244 с.

25. Закон "Про охорону праці".

26. Міністерство Інфраструктури України наказ 17.08.2012 № 521 “ Про затвердження Порядку затвердження конструкції транспортних засобів, їх частин та обладнання та Порядку ведення реєстру сертифікатів типу транспортних засобів та обладнання і виданих виробниками сертифікатів відповідності транспортних засобів або обладнання ”.

27. Рогач Ю.П. Пожежна безпека / Ю.П. Рогач. - Сімферополь, Таврія Плюс, 2001-124с.

28. Бутко Д. А. Безпека технологічних процесів при ремонті і технічному обслуговуванні машин та обладнання в АПК: навчальний посібник / Д. А. Бутко, В. Л. Луценков, М. Т. Воїнов, – Сімферополь: Бізнес-Інформ, 1999. – 328 с.

29. Набок В. Про переваги газодизельного трактора. Газодизель: то же топливо, но дешевле/ В. Набок //Зерно – 2011.- №10.

30. Шкрабок В. С. Экономия жидкого топлива путем переоборудования дизеля в газодизель / В. С. Шкрабок // Трактора и сельхозмашины. – 2002 - №4 с. 17 – 20

31. Акт полевых испытаний трактора Т-150К, оборудованного для работы по газодизельному циклу на компримированном природном газе от 21.05.2003-
Режим доступа:
<http://www.dissercat.com/content/ekspluatatsionnaya-otsenka-energeticheskikh-i-kinematicheskikh-svoistv-kolesnykh-traktorov-p>

32. Кугель Р. В. Эксплуатационная надежность тракторов./ Р. В. Кугель. – М.: Агропромиздат. 1990. – 114с.

33. Ильчук А. Газодизель: экономия на сэкономленном [Электронный ресурс]/ А. Ильчук// - Режим доступа:
<http://autoexpert.com.ua/stati/tehnologii-i-remont/4032-gazodizel-yekonomiya-na-syekonomlennom.html>