

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерно-технологічний
Кафедра механічної та електричної інженерії

Пояснювальна записка
до кваліфікаційної роботи на здобуття ступеня вищої освіти
магістр

на тему: «Покращення паливної економічності автомобільного двигуна при
використанні біоетанолу»

КРМ.133ГМмд_21.10.000 ПЗ

Виконав: здобувач вищої освіти
за освітньо-професійною програмою
*«Машини і засоби механізації
сільськогосподарського виробництва»*
спеціальності 133 *«Галузеве
машинобудування»*
ступеня вищої освіти *магістр*
групи 133ГМмд_21
ІВАНОВ Юрій

Керівник: канд. техн. наук, доцент
ХАРАК Руслан

Полтава – 2023 року

ВСТУП

Автомобільний транспорт в Україні є основою пасажирських та вантажних перевезень, потужним сектором економіки, який обслуговує майже всі галузі економіки та верстви населення. Разом з тим, автомобільний транспорт є одним з основних споживачів природних ресурсів, зокрема атмосферного повітря та нафти. Природні запаси нафти обмежені. Поступове зменшення запасів нафти призводить до зростання цін на неї.

Автомобільні двигуни - це переважно двигуни внутрішнього згоряння (ДВЗ) - бензинові та дизелі, з відпрацьованими газами (ВГ) яких у навколишнє середовище викидається велика кількість забруднюючих речовин (ЗР).

Враховуючи світову тенденцію до збільшення кількості автомобільного транспорту, майже у всіх країнах світу створені програми, спрямовані на зменшення використання палива на нафтовій основі та встановлення більш жорстких норм викидів забруднюючих речовин з відпрацьованими газами транспортних засобів.

Невідновлюваність природних запасів нафти і встановлення жорстких стандартів на викиди забруднюючих речовин змушує багато країн світу проводити науково-дослідні, організаційні та проектні роботи з використання альтернативних видів палива, отриманих з відновлюваних джерел енергії. Слід зазначити, що інтенсивні роботи з переведення двигунів на споживання альтернативних видів палива проводяться як в країнах з обмеженими енергетичними ресурсами, так і в країнах з високим енергетичним потенціалом.

Найбільш поширеними серед палив, отриманих з відновлюваних джерел енергії, є спирти, зокрема біоетанол. Використання біоетанолу забезпечує скорочення викидів токсичних компонентів відпрацьованих газів. Біоетанол отримують шляхом ферментації біомаси з використанням багаторазової дистиляції (перегонки) або процесу ректифікації.

					КРМ.133ГМмд_21.10.000 ПЗ	Арк.
						2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Частка біоетанолу в загальному світовому енергетичному балансі поки що незначна, проте вона стрімко зростає.

Досвід деяких країн світу показує, що біоетанол може використовуватися як самостійне паливо і як компонент модифікованого палива, тобто як добавка до бензину або дизельного палива.

Проведено повний цикл стендових та експлуатаційних випробувань біоетанолу, і в установленому законодавством порядку він був допущений до використання в Україні. Щоправда, його частка в загальному енергетичному балансі країни на сьогодні є незначною. Але, враховуючи площі, заплановані для вирощування рослин з метою отримання рідкого біопалива, та виробничі потужності, виробництво біоетанолу в Україні об'єктивно може становити 2,65 млн т на рік [1].

Враховуючи можливість використання біоетанолу як моторного палива для живлення автомобільного парку України та кліматичні умови, що дозволяють використовувати сировину для виробництва спирту, Державний концерн «Укрспирт» за участю науково-технічних організацій створив нормативно-технічну документацію та організував виробництво біоетанолу.

					КРМ.133ГМмд_21.10.000 ПЗ	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Автомобільний транспорт - одна з галузей, яка значною мірою визначає розвиток промисловості та сільського господарства будь-якої країни. Світовий парк автотранспорту постійно зростає.

Постійно зростаючий видобуток нафти призводить до виснаження природних запасів та збільшення вартості сировини [3]. Наслідком такої тенденції є збільшення попиту на нафтопродукти, які є традиційними для автомобільних двигунів.

Повне вичерпання традиційної енергетичної бази автомобільного транспорту неминуче і є лише питанням часу. На рис. 1.1 показано прогнозований розвиток споживання і видобутку нафти при максимальній і мінімальній оцінці її світових запасів (354 і 182 млрд. тонн відповідно). Ці запаси разом з розширенням виробничої бази забезпечують найбільший видобуток нафти в період між 1985 і 2000 роками, після чого він починає стрімко знижуватися [4].

Неможливо оминати увагою питання забруднення навколишнього середовища автомобілями, серед джерел викидів яких основними є відпрацьовані гази двигунів, що мають складний хімічний склад [5]. Основними шляхами вирішення цієї проблеми є: використання малотоксичних двигунів внутрішнього згорання, каталітичне очищення відпрацьованих газів, використання альтернативних та екологічно чистих видів палива.

Удосконалення систем бензинових двигунів внутрішнього згорання вимагає поліпшення якості палива, зокрема, підвищення його октанового числа.

Питання підвищення октанового числа бензинів до необхідного рівня у світі в основному вирішується у двох напрямках: з одного боку, шляхом удосконалення технологій традиційних процесів нафтопереробки - каталітичного крекінгу, алкілування, ізомеризації, які забезпечують

					КРМ.133ГМмд_21.10.000 ПЗ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

отримання високооктанових компонентів палива; з іншого боку, шляхом використання присадок і добавок до бензинів, які підвищують октанове число [6].

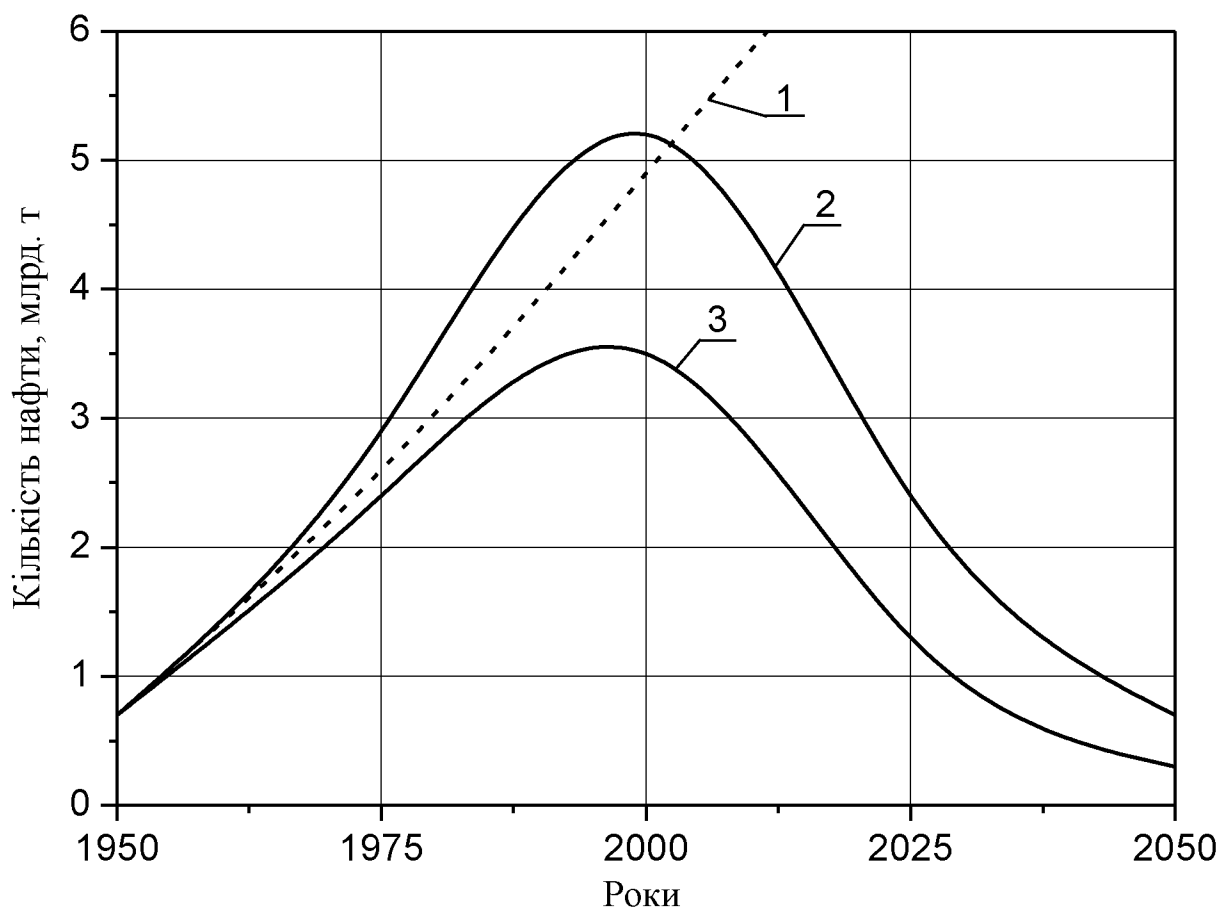


Рисунок 1.1 – Динаміка світового видобутку та споживання нафти [4]:

- 1 – потреба в нафті;
- 2 – видобуток нафти при максимальному рівні запасів;
- 3 – видобуток нафти при мінімальному рівні запасів.

Нестача традиційних моторних палив - автомобільного бензину та дизельного палива - створює проблему пошуку нових, альтернативних видів палива для двигунів внутрішнього згорання.

1.1 Альтернативні палива для двигунів внутрішнього згорання

До альтернативних видів палива відносяться види палива, які не є

продуктами переробки нафти. Альтернативними видами палива вважаються всі види палива, призначені для заправки автомобілів, за винятком традиційних бензину і дизельного палива. Іноді альтернативним називають також модифікований бензин і дизельне паливо. Деякі альтернативні види палива, які можуть використовуватися для живлення двигунів внутрішнього згоряння, наведені в табл. 1.1 [7].

Таблиця 1.1 – Альтернативні палива для двигунів внутрішнього згоряння

Назва	Хімічна формула
Природний газ (метан)	CH_4
Пропан	C_3H_8
Бутан	C_4H_{10}
Метанол	CH_3OH
Етанол	C_2H_5OH
Водень	H_2
Діметил-ефір	CH_3OCH_3
Ріпакова олія	$C_{57}H_{101,6}O_6$
Метилевий ефір ріпакової олії	$C_{19}H_{35,2}O_2$
Метил-третбутиловий ефір (МТБЕ)	$CH_3OC_4H_9$
Етил-третбутиловий ефір (ЕТБЕ)	$C_2H_5OC_4H_9$
Модифікований бензин	—
Модифіковане дизельне паливо	—

Враховуючи специфіку автомобільного транспорту, визначено п'ять основних умов щодо перспектив використання нових енергоносіїв для живлення двигунів внутрішнього згоряння [3, 4, 8]:

- 1) наявність та достатність енергоресурсів;
- 2) прийнятність токсичних та економічних показників процесу використання енергії
- 3) можливість масового виробництва

4) технологічна та енергетична сумісність з транспортними енергетичними установками

5) безпека та нешкідливість експлуатації.

До переваг альтернативних видів палива, порівняно з бензином та дизельним паливом, можна віднести наступні [3, 7]:

- власна сировина для виробництва альтернативних видів палива робить країну енергетично незалежною від країн-постачальників нафти;

- альтернативні види палива, як правило, зменшують викиди парникових газів, що потрапляють в атмосферу з продуктами згоряння. Це стосується всіх альтернативних видів палива. Аналізуючи структурні схеми молекул деяких видів палива, наведені на рис. 1.2, слід зазначити, що молекули метану (з природного газу), пропан-бутану, метанолу та етанолу є простішими за своєю будовою порівняно з молекулами інших речовин, які є типовими компонентами бензину.

Відомо, що простіша структура і малі розміри молекул сприяють більш «чистому згорянню» палива.

Завдяки менш складній структурі та меншим молекулам палива зменшується кількість проміжних хімічних сполук, які можуть бути токсичними, під час їх згоряння в процесі розкладання. Крім того, зменшення вмісту вуглецю по відношенню до вмісту водню в речовині при згорянні альтернативних видів палива призводить до утворення меншої кількості чадного газу в порівнянні зі згорянням бензину. Тому метан, пропан, бутан, метанол, етанол і водень забруднюють повітря цим компонентом під час згоряння не так сильно, як бензин і дизельне паливо [7].

Використання альтернативних видів палива є одним з перспективних і найбільш реальних засобів зменшення негативного впливу відпрацьованих газів автомобільних двигунів на навколишнє середовище, здоров'я людини, а також виконання вимог низки нормативних документів ЄЕК ООН і одночасного скорочення споживання нафтового палива. Більшість експертів

					КРМ.133ГМмд_21.10.000 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вважають, що природний газ, метанол, етанол, водень і диметилловий ефір є найбільш перспективними видами палива в найближчі роки [9].

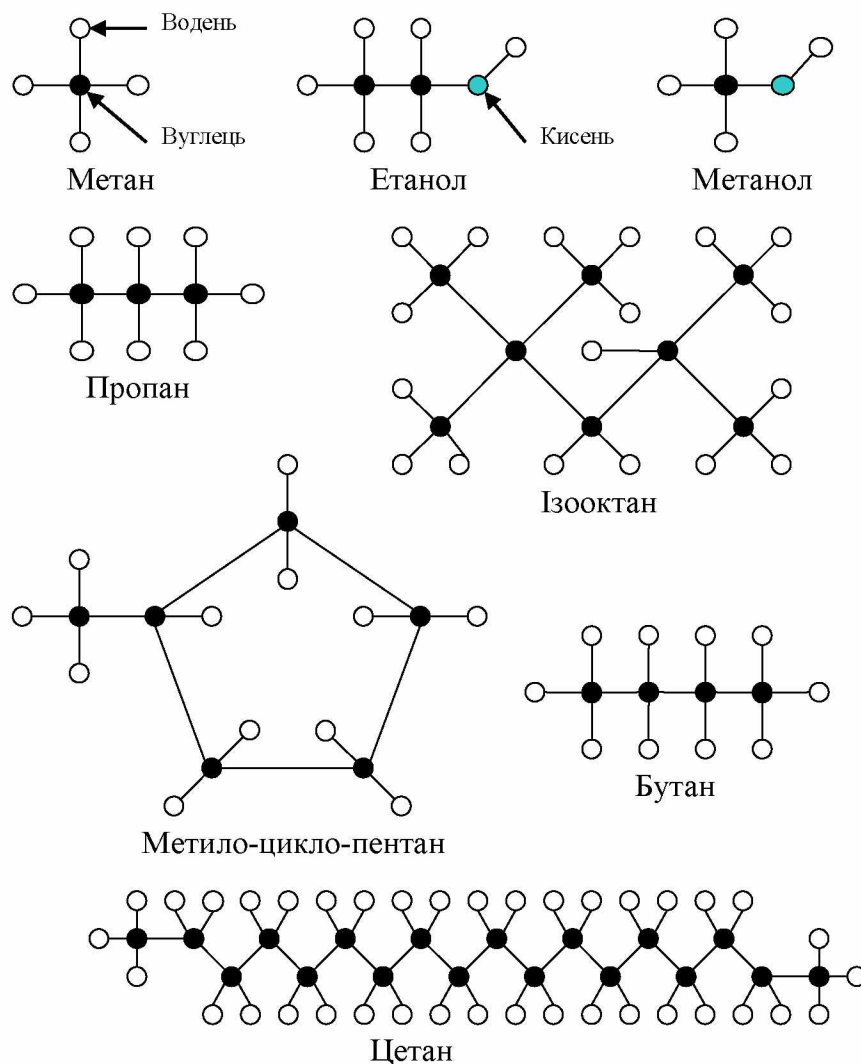


Рисунок 1.2 – Структури молекул деяких палив

Для того, щоб вибір палива був обґрунтованим, доцільно порівнювати перспективні альтернативи щонайменше за двома характеристиками - екологічною безпекою та економічною ефективністю. Порівняння слід проводити не тільки в системі "транспортний засіб - навколишнє середовище", а й з точки зору їх повного життєвого циклу, тобто з урахуванням видобутку і транспортування сировини, виробництва палива, його використання для виробництва енергії, утилізації відходів [9].

1.2 Використання спиртів як палива для автомобільних двигунів

Останнім часом газоподібне паливо (метан) стало широко використовуватися як паливо для двигунів внутрішнього згоряння, але запаси природного газу також вичерпуються. На рис. 1.3 показані природні запаси нафти і газу (метану) в деяких країнах світу.

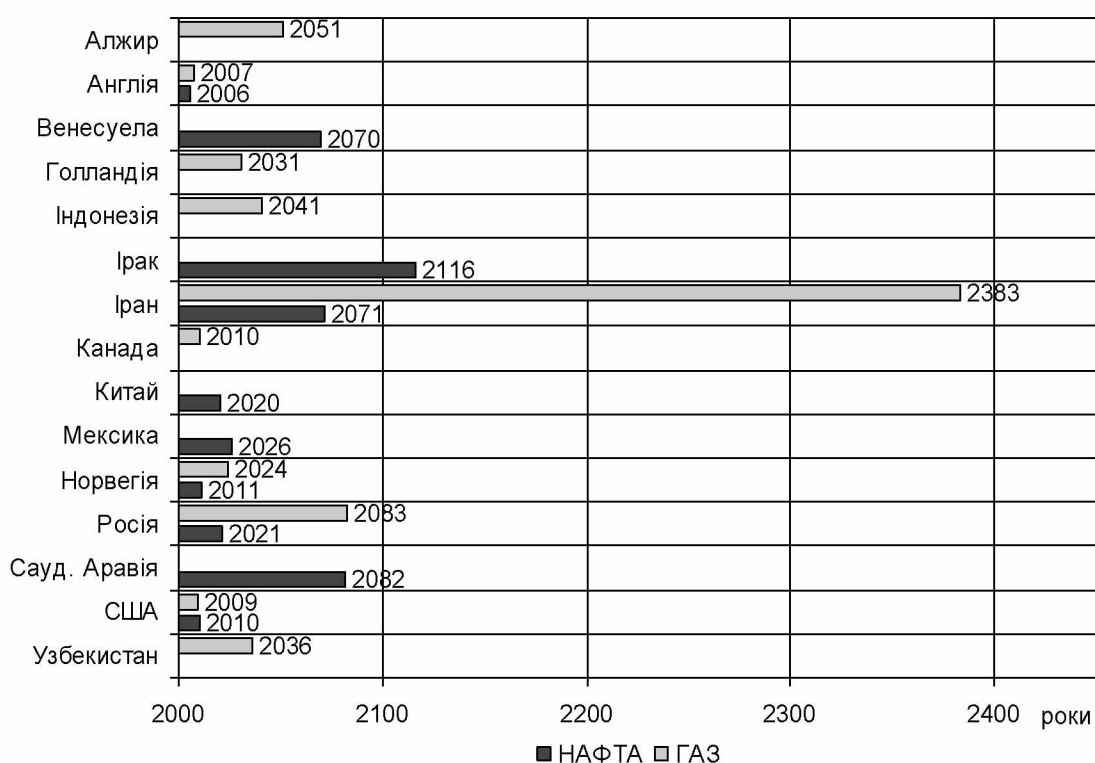


Рисунок 1.3 – Запаси нафти та природного газу [10]

Тому, окрім метану в групі альтернативних палив, необхідно шукати інші види палива, які відповідають умовам перспективності [3, 4, 8].

Своє місце серед альтернативних палив для живлення двигунів внутрішнього згоряння займають спирти. Серед них можна виділити метиловий (метанол), етиловий (етанол) та бутиловий (бутанол) спирти.

Високі антидетонаційні властивості та високий коефіцієнт корисної дії робочого процесу визначають можливість переважного використання спиртів у двигунах внутрішнього згоряння з іскровим запалюванням. При цьому основне переобладнання автомобілів при роботі на чистому спирті зводиться

до збільшення ємності паливного бака (з огляду на необхідність збереження пробігу без дозаправки), підвищення ступеня стиснення двигуна до $\epsilon = 12...14$ з метою повного використання детонаційної стійкості палива і налаштування системи живлення на більш високі витрати, відповідно зі стехіометричним коефіцієнтом.

Використання спиртів як палива для двигунів внутрішнього згоряння може здійснюватися: повною заміною традиційного моторного палива, частковою заміною на певних режимах роботи двигуна або застосуванням спиртів як добавок до традиційних палив.

Спирт як моторне паливо не є чимось новим. Використовувати цю речовину в цьому напрямку почали ще в минулому столітті.

У 1907 році в Німеччині працювало близько 6 000 спиртових двигунів, більшість з них - на бензино-спиртових сумішах. Паризька автобусна компанія протягом 1906-1908 років використовувала суміш бензолу і спирту, на якій загальний пробіг автобусів становив близько 4 млн км. У 1940-х роках через дефіцит нафтового палива в деяких країнах широко використовувалися "потрійні" суміші, що склалися з 65...80% бензину, 5...20% спирту і 10...15% бензолу [8].

У Бразилії паливні суміші, що містять 2-8% етанолу, використовуються з 1930 року. З 1975 року під впливом світової енергетичної кризи в Бразилії реалізується програма "ProAlcool" ("Проетанол"), спрямована на переведення автомобільних двигунів з бензину на спирт, в результаті чого більша частина цукрової тростини використовується для виробництва паливного спирту, а не цукру. До 1980 року перевага віддавалася виробництву зневодненого етанолу, який змішувався з бензином. Але в результаті другої енергетичної кризи більше уваги було приділено процесу повної заміни вуглеводневого палива на дегідратований спирт без додавання бензину.

В даний час близько чверті автомобільного парку в Бразилії працює на паливі, яке складається з бензину і 20% абсолютного спирту [11].

					КРМ.133ГМмд_21.10.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

У США енергетична криза 1970-х років також не пройшла безслідно. Особливо, в той час, коли витрата палива легкового автомобіля становила не менше 40 літрів на 100 км. Тому з 1978 року почали виробляти паливо "газохол" (від англ. gasoline+alcohol), яке складалося з бензину та 10% етилового спирту. У ті ж роки проводяться дослідження з використання метанолу як високооктанової добавки до бензину або альтернативного палива. Зараз етанол як "чисте" паливо використовується в 21 штаті, а "газохол" становить 10% паливного ринку США [11].

У Радянському Союзі в середині минулого століття також було багато двигунів, пристосованих для роботи на спирті. Але спирт як паливо використовувався виключно в спорті, переважно в автоперегонах, аж до 1961 року, коли його використання було заборонено [11]. Тема використання спирту в транспортних засобах народного господарства була неприйнятною для тих часів. Але в останні роки на території колишньої держави, в умовах, що склалися навколо паливного ринку, актуальним стало питання повного заміщення або часткового скорочення потреб в нафтовому паливі за рахунок використання альтернативних джерел енергії, в тому числі спирту.

Виробництво метилового спирту є універсальним - як з невідновлюваних джерел енергії (вугілля, природного газу, вапняку, побутових відходів та відходів лісового господарства), так і з відновлюваних джерел, тобто з біомаси [3, 7, 12, 13].

Етанол переважно отримують з рослинної сировини шляхом ферментації. Спирт з концентрацією 95% можна отримати шляхом простої дистиляції (перегонки) або процесу ректифікації. Для отримання абсолютного спирту його зневоднюють гашеним вапном або гіпсом [3].

Таким чином, метиловий та етиловий спирти можна розглядати як регіональні види палива, тобто виробництво метанолу переважно характерне для зон видобутку вугілля та природного газу, а виробництво етанолу безпосередньо пов'язане з аграрним сектором національної економіки.

					КРМ.133ГМмд_21.10.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Використання спиртів для живлення двигунів внутрішнього згоряння з іскровим запалюванням значною мірою визначається їх фізико-хімічними властивостями у порівнянні з відповідними властивостями бензину, які були отримані в різних дослідженнях і наведені в таблиці. 1.2. Властивості етанолу приписують спирту-ректифікату, який має нижчу ціну порівняно з абсолютним спиртом і розглядається як заміник бензину [3, 14].

Таблиця 1.2 – Основні властивості деяких палив [14]

Властивості	Паливо		
	Бензин	Етанол 95%	Метанол
Октанове число за моторним методом, од	89*	99 88,6**	98
Теоретично необхідна кількість повітря для повного згоряння 1 кг палива, кг повітря/кг палива	14,7	9,0**	6,46
Нижча теплота згоряння, кДж/кг	44000	26200	22375
Теплота випаровування, кДж/кг	318,5	1031	1165
Енергія, що міститься в 1 л суміші при нормальній температурі, кДж/л	4,01	3,88	3,99
Відношення теплоти випаровування до нижчої теплоти згоряння, %	0,73	4,1	5,2
Теоретичне зниження температури суміші внаслідок повного випаровування, °С	19	98	140
Теоретичне значення температури суміші при температурі повітря +30 °С і повному випаровуванні, °С	+11	-68	-110
Розрахункове зростання масового наповнення циліндрів сумішшю, %	100	139	174
Температура полум'я в повітрі, °С	2062...2197	1962	1912
Межі розповсюдження полум'я: нижня ($\alpha_{\text{макс}}$)/верхня ($\alpha_{\text{мін}}$)	1,3 / 0,3	1,7 / 0,4	1,92 / —
Густина палива, кг/м ³	725...780	789	791
Елементарний склад, %: С, Н, О	85,34*** 14,15 —	52,2** 13,6 34,2	37,5 12,5 0,5
Температура кипіння, °С	30	78	65
Температура спалахування, °С	480...550	392	470...500

П р и м і т к и:

					КРМ.133ГМмд_21.10.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

1. * – для бензину А–98;
2. ** – для абсолютного етилового спирту;
3. *** – для автомобільного бензину.

Важливим показником якості моторного палива є октанове число, яке для етилового спирту значно вище, ніж для якісного бензину. При використанні етилового спирту як добавки до бензину, октанове число палива зростає зі збільшенням вмісту спирту. Залежність зміни концентрації палива (за моторним методом) від вмісту етанолу в бензині показано на рис. 1.4 [15].

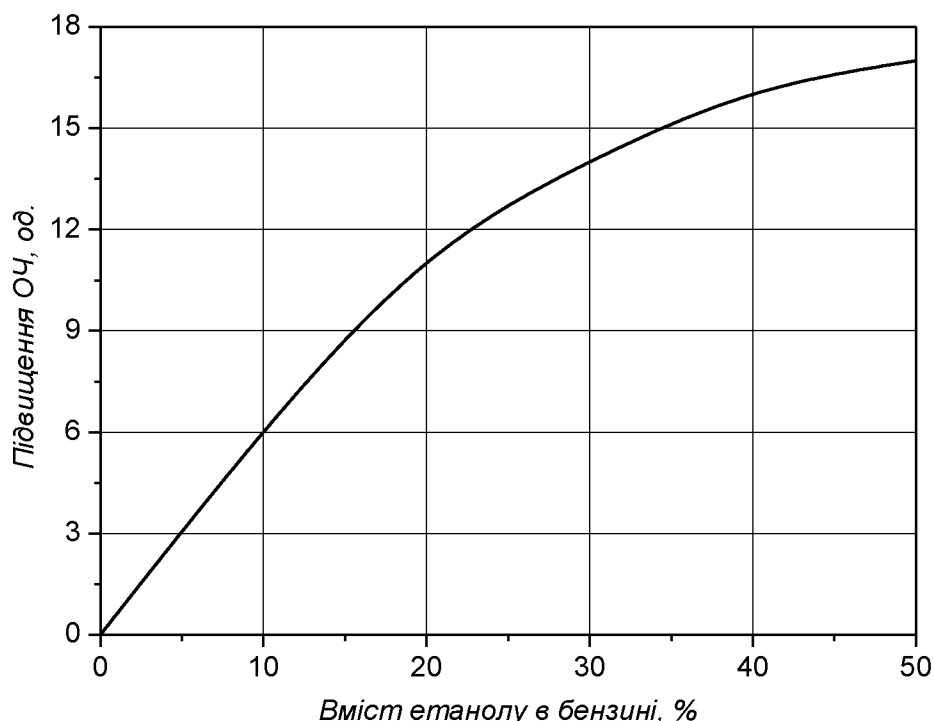


Рисунок 1.4 – Зміна октанового числа від вмісту абсолютного етанолу в бензині з октанове число 70 од. за моторним методом

З рис. 1.4 видно, що використання етанолу як добавки до бензину з метою підвищення паливної ефективності октанове число є найбільш ефективним в діапазоні до 20%.

Однак нижча теплота згоряння етанолу (26,2 МДж/кг) значно нижча, ніж у бензині (44 МДж/кг). Враховуючи, що етанол містить кисень,

необхідна кількість повітря для згорання 1 кг етанолу (9,0 кг/кг) значно менша порівняно з бензином (14,7 кг/кг). Тому енергія, що міститься в 1 л бензино-повітряної та етаноло-повітряної суміші, майже однакова (4,01 та 3,88 кДж/л відповідно). Таким чином, при переході з бензину на спирт можна очікувати незначної зміни енергетичних параметрів двигуна.

Важливим показником палива є також межа стійкого поширення полум'я в суміші, яка оцінюється коефіцієнтом надлишку повітря (α). Для етаноло-повітряної суміші нижня межа ($\alpha_{\text{max}} = 1,7$) значно вища, ніж для бензино-повітряної суміші, що дає підстави очікувати стабільної роботи двигуна на збіднених сумішах [3, 13, 16].

Однією з основних характеристик моторного палива, яка впливає на тепловий режим двигуна, його пускові якості, є теплота випаровування: для етанолу (1031 кДж/кг) вона в 3,24 рази більша, ніж для бензину (318,5 кДж/кг) [3, 16, 17]. Висока теплота випаровування етанолу є причиною значного зниження температури паливо-повітряної суміші на вході (на 98 °С), якщо забезпечити повне випаровування етанолу. Це набагато більше порівняно з бензином (19 °С). Таке значне зниження температури суміші в результаті випаровування може призвести до стану, коли температура паливо-повітряної суміші знизиться до -68 °С (при початковій температурі +30 °С). Це може призвести до значного погіршення характеристик двигуна [3].

Фізико-хімічні властивості метанолу (див. табл. 1.2) близькі до властивостей етанолу, тому з певним наближенням можна очікувати тих же результатів, що і при використанні етилового спирту.

Таким чином, ряд властивостей етанолу та метанолу як моторного палива суттєво відрізняється від властивостей бензину, що може призвести до зміни характеристик двигуна.

Низький тиск насиченої пари і висока теплота випаровування спиртів роблять практично неможливим запуск карбюраторних двигунів навіть при температурі нижче +10 °С. Для поліпшення пускових властивостей до

					КРМ.133ГМмд_21.10.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

спиртів додають 4...6% ізопентану або 6...8% диметилового ефіру, що забезпечує нормальний запуск двигуна при температурі навколишнього повітря від -20 до 25 °С. З цією ж метою спиртові двигуни обладнують спеціальними пусковими підігрівачами. Під час нестабільної роботи двигуна при підвищених навантаженнях через погане випаровування спиртів також потрібен підігрів паливо-повітряної суміші. Це можна забезпечити подачею гарячого повітря або рециркуляцією гарячої ВР [13].

При заміні традиційного нафтового палива на спиртове необхідно оцінити використання останнього з точки зору екологічних показників. Концентрації ЗР у ГВ ДВЗ, виміряні газоаналітичним обладнанням, не характеризують забруднення довкілля цими речовинами. Такою характеристикою є масові викиди ЗР від ДВЗ ВН, які залежать від концентрації ЗР та кількості продуктів згоряння палива [18].

В роботі [19] порівняно токсичність двигуна 8Ч 9,2/8,0 (ЗМЗ–53–12) з іскровим запалюванням при роботі на бензині та етиловому спирті. Масові викиди оксиду вуглецю (CO) при живленні даними видами палив практично однакові. Масові викиди вуглеводнів (C_mH_n) при живленні двигуна бензином ($\alpha > 1,1$) значно вищі, ніж при живленні етиловим спиртом. Масові викиди оксидів азоту (NO_x) у ВГ двигуна, що споживає бензин за багатих сумішей ($\alpha < 1,1$) вищі, а за бідних ($\alpha > 1,1$) – нижчі, ніж у двигуна, що живиться етиловим спиртом.

У цілому, сумарні масові викиди, зведені до CO , при живленні двигуна бензином в середньому на 20% більші, ніж при живленні такого двигуна етиловим спиртом [19].

Відомо, що використання метанолу та етанолу дає можливість позбутися викидів з ВГ сполук свинцю, сірки, високомолекулярних вуглеводневих сполук і знизити викиди сажі, але при цьому при цьому збільшуються концентрації альдегідів у ВГ. Основними альдегідами, які містяться у ВГ, є ацетальдегід (CH_3CHO) – сильний подразник, що має

					КРМ.133ГМмд_21.10.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

рефлекторну дію, і формальдегід ($HCHO$) – сильний подразник, що має алергенні, мутагенні і канцерогенні властивості [20].

Викиди формальдегіду характерні для використання метанолу, тоді як ацетальдегід утворюється переважно при спалюванні етанолу. Мінімальні викиди альдегідів відповідають стехіометричному складу паливної суміші і збільшуються при її збідненні або збагаченні. В середньому викиди альдегідів при роботі на спирті приблизно в 2-4 рази вище, ніж при роботі двигуна на бензині. Їх зниження досягається додаванням до спиртів води (до 5%) і паливних присадок до 0,8% аніліну, підігрівом повітря на вході [13].

Тому в країнах, де спирти широко використовуються як моторне паливо, крім традиційно регламентованих речовин, що містяться в двигунах з іскровим запалюванням, таких як оксид вуглецю, вуглеводні та оксиди азоту, регламентується також вміст альдегідів [21].

У більшості розвинених країн з високою щільністю руху концентрація ацетальдегіду в повітрі становить приблизно 60% від загальної кількості альдегідів в атмосфері [21].

Дослідження двигуна 8Ч 9.2/8.0 (ЗМЗ-53-12) показали, що концентрації формальдегіду та ацетальдегіду у ВГ двигуна при роботі на бензині практично однакові і не залежать від складу паливної суміші. Концентрації ацетальдегіду і формальдегіду у ВГ становлять 68...72 млн-1, але концентрації ацетальдегіду, отримані з урахуванням реакцій вуглеводневих сполук в атмосферному повітрі, майже вдвічі вищі, ніж у ВГ, і вони зростають зі зменшенням коефіцієнта надлишку повітря.

При заправці двигуна етиловим спиртом вміст ацетальдегіду в паливі трохи вищий, ніж при заправці бензином. Його концентрації знаходяться в межах 75...95 млн-1, а завдяки реакціям в атмосферному повітрі вони збільшуються до 100...115 млн-1, тобто на 20...25%.

Вміст формальдегіду у ВГ при заправці двигуна етиловим спиртом майже у 8...10 разів менший, ніж при роботі двигуна на бензині. При цьому концентрації формальдегіду не перевищують 8...10 млн-1 [21].

					КРМ.133ГМмд_21.10.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Сумарний вміст альдегідів у ВГ бензинового двигуна значно перевищує вміст альдегідів у ВГ двигуна, який споживає етиловий спирт. Для бензинового двигуна вони коливаються від 12,5 до 27,5%, для двигуна, що працює на етиловому спирті, - від 5,5 до 6,5%. Вищий вміст загальних альдегідів у бензиновому двигуні пояснюється тим, що при згорянні бензину переважають масові викиди формальдегіду, який, порівняно з ацетальдегідом, має ще вищий коефіцієнт відносної агресивності [19].

Використання спиртів у ДВЗ можливе як добавка до бензину.

Авторами [6, 22] доведено, що використання етанолу як добавки до бензину при вмісті до 5% об'ємних не потребує жодних змін у системі живлення двигуна. Використання суміші з 10% вмістом етилового спирту потребує додаткового регулювання карбюратора. На АТ "АвтоВАЗ" [22] було проведено випробування двигуна на токсичність при заправці бензином А-95 з 10% вмістом етилового спирту. Встановлено, що додавання 10% етанолу до бензину призводить до збіднення паливо-повітряної суміші до 5% і дещо погіршує ходові властивості автомобіля, практично, на всіх режимах руху.

Спирти негативно впливають на гуму та пластмаси (проникаючи в матеріал шлангів і герметичних ущільнень, що збільшує втрати пального при випаровуванні та пожежонебезпеку). Тому в разі використання спиртових сполук доцільно обирати полімерні матеріали, які б забезпечували відповідну стійкість до таких впливів. Випробування, проведені у ВАТ "ВНИИ НП" та ВАТ "АвтоВАЗ", показали, що етанол, доданий до бензину в невеликій кількості, не погіршує якісних показників гумових та пластмасових деталей автомобілів [6].

Для введення будь-якої речовини в обіг, де є безпосередній контакт людини з нею, необхідно оцінити вплив цієї речовини на організм людини. Враховуючи використання спиртів на автомобільному транспорті, мова йде про випаровування під час експлуатації та ремонту транспортних засобів. Наприклад, у роботах [12, 13, 16, 20] наведено дані щодо допустимих

					КРМ.133ГМмд_21.10.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

концентрацій певних речовин у повітрі робочої зони, а саме: для метанолу - 5 мг/м³ , тоді як для етанолу це значення становить 1000 мг/м³ , для бензину - 100 мг/м³.

Порівнюючи властивості метилового та етилового спиртів, слід зазначити, що безпечнішим і перспективнішим є використання етанолу як палива для автомобільних двигунів внутрішнього згорання.

1.3 Використання біоетанолу в Україні

Пошук і використання нових, альтернативних видів палива для двигунів транспортних засобів, з точки зору зниження витрат, триває. Масове впровадження такого палива має здійснюватися за державною програмою.

Враховуючи світові тенденції, актуальним є напрямок отримання моторних палив з відновлюваних джерел, а саме з біологічної сировини, тобто отримання та використання біопалива.

Враховуючи наявний автомобільний парк, якість бензинів та кліматичні умови України, Постановою Кабінету Міністрів України № 1044 від 4 липня 2000 року було затверджено Програму "Етиловий спирт" (далі Програма), якою передбачалося розширення використання спирту етилового як енергоносія та сировини для промисловості.

З метою розширення сфери застосування етилового спирту концерн "Укрспирт" здійснив заходи щодо організації нових виробництв з використанням існуючого обладнання та наявної робочої сили. На деяких державних спиртових заводах організовано виробництво високооктанової кисневмісної добавки (ВКД) до бензинів з відновлюваної сільськогосподарської сировини, яка містить 99,3% етилового спирту. Нафтопереробні заводи України підтвердили свою зацікавленість у використанні ВКД у виробництві сумішевих бензинів [17].

Частина спиртових заводів була переорієнтована на виробництво технічного спирту, який буде використовуватися для подальшої промислової переробки в

					КРМ.133ГМмд_21.10.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Україні та за кордоном. Мінагрополітики спільно з Держпромполітики визначило пріоритетні та перспективні напрямки використання технічного спирту для виробництва продукції промислового та побутового призначення, а також споживачів такої продукції. Більшість із зазначених споживачів виробляють продукцію, в тому числі мінеральні добрива, в яких зацікавлені сільгоспвиробники.

Потенціал щорічного виробництва біоетанолу на основі наявної сировини (меляса, кукурудза, зерно, картопля, деревина) за експертною оцінкою фахівців Міністерства аграрної політики України та концерну "Укрспирт" становить 2648,3 тис. тонн на рік [1].

Враховуючи виробничий потенціал, частка біоетанолу об'єктивно може становити до 70% від загального споживання бензину в Україні. Крім того, світові тенденції збільшення виробництва біопалива сприяють розширенню використання біоетанолу в Україні. Зокрема, у 2005 році у світі було вироблено близько 46 млрд. літрів біоетанолу. При цьому лідерами з виробництва біоетанолу у світі є США (16,1 млрд. літрів), Бразилія (близько 16,0 млрд. літрів), Китай (3,8 млрд. літрів) та Індія (1,7 млрд. літрів) [11].

Метою Програми було створення сприятливих умов для виробництва продукції з використанням біологічно відновлюваних джерел сировини та енергії, а також організація нових для України та переорієнтація діючих виробництв на використання продуктів переробки відновлюваної сільськогосподарської сировини - спирту етилового та його похідних.

ДержавтотрансНДІпроект Міністерства транспорту України та УкрНДІНП "МАСМА" Міністерства палива та енергетики України провели випробування ВКД для бензинів українського виробництва - аналога етанолової паливної добавки до бензинів, яка використовується у світі. В результаті було затверджено галузевий стандарт ГСТУ 320.00149943.015-2000 "Бензини моторні сумішеві. Технічні умови" [23], згідно з яким вміст ВКД у бензинах моторних сумішевих не повинен перевищувати 6% [24].

					КРМ.133ГМмд_21.10.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

Крім того, було розроблено ДСТУ 4063-2001 "Бензини автомобільні. Технічні умови" [25], згідно з яким масова частка біоетанолу не повинна перевищувати 5%. До складу автомобільних бензинів можуть входити також інші кисневмісні сполуки: метанол, ізопропіловий, ізобутиловий, трет-бутиловий спирти, ефіри та інші кисневмісні сполуки з температурою кінця кипіння не вище 210 °С, тому стандарт обмежує вміст кисню, масова частка якого не повинна перевищувати 2,7%.

На початку 2006 року були внесені зміни до законодавства України, прийнято Закон України "Про внесення змін до деяких законів України щодо стимулювання виробництва бензинів моторних сумішевих" [26], згідно з яким термін "високооктанова киснева добавка", який відповідав ТУ У 30183376.001-2000 [27] і був аналогом паливного етанолу, замінено на термін "біоетанол".

Цей закон також визначає умови отримання пільгової ставки акцизного збору на сумішеві бензини моторні з добавками на основі біоетанолу або ЕТБЕ, яка до 2010 року не може перевищувати 70% від ставки акцизного збору на бензини моторні.

1.4 Використання біоетанолу в двигунах з примусовим запалюванням

Як зазначалося вище, основними перевагами етилового спирту (біоетанолу) є високе октанове число, яке значно перевищує октанове число якісного бензину, а нижня межа стійкого поширення полум'я для біоетанолу зміщується в бік збіднення паливо-повітряної суміші. Однак деякі інші властивості біоетанолу значно ускладнюють його використання як повноцінного замітника бензину.

З іншого боку, можлива часткова заміна бензину біоетанолом: методом додавання біоетанолу до складу бензину, тобто виробництвом сумішевих палив (бензинів) з різною кількістю добавки біоетанолу та змішуванням

					КРМ.133ГМмд_21.10.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

біоетанолу з бензином безпосередньо у впускному тракті двигуна. Останній спосіб передбачає переобладнання систем живлення автомобільних двигунів. Тому для реалізації заміни частини бензину на біоетанол раціонально використовувати готові бензино-біоетанольні суміші.

ДСТУ 4063-2001 [25] передбачає використання добавки біоетанолу до бензину до 5%, що дозволяє експлуатувати транспортні засоби без додаткових регулювань та заміни елементів системи живлення двигуна. Однак світова практика використання біоетанолу показує, що вміст біоетанолу в сумішевому паливі постійно зростає (до 40...50% в Бразилії, до 85% в США) [11].

В Україні проводяться роботи з використання бензинових сумішей з різним вмістом біоетанолу. Як свідчать результати досліджень, проведених ДП "ДержавтотрансНДІпроект", максимальний вміст біоетанолу в цих бензинах не перевищує 6% [24].

З метою розширення використання біоетанолу, тобто більшого заміщення бензину біоетанолом в умовах експлуатації автомобілів, НТУ проводить дослідження щодо використання бензинових сумішей з вмістом біоетанолу до 50%. Однак, за результатами досліджень, при використанні стандартних систем живлення необхідно обмежувати вміст біоетанолу в бензині до 20% [28].

В роботі [29] проведено дослідження впливу параметрів керування, зокрема встановлювального кута випередження запалювання, на паливну економічність та екологічні показники автомобіля, які показали, що зміна кута випередження запалювання призводить до зміни основних показників роботи двигуна автомобіля.

Тому необхідно визначити оптимальні значення встановлювального кута випередження запалювання при паливі двигуна бензиновими сумішами з різною кількістю добавок біоетанолу, а для цього доцільно дослідити вплив встановлювального кута випередження запалювання на паливну економічність та екологічні показники автомобіля в умовах експлуатації.

					КРМ.133ГМмд_21.10.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

1.5 Висновки до розділу. Мета і задачі дослідження

1. Актуальним є напрямком отримання моторних палив з відновлюваних джерел, а саме з біологічної сировини. До таких палив відносяться метиловий та етиловий спирти, які можуть використовуватися двигунах як в чистому вигляді, так і в якості добавок до бензину.

2. Етиловий спирт є технологічно та енергетично прийнятним для використання в сучасних ДВЗ; забезпечує кращі показники токсичності ДВЗ під час експлуатації; безпечний та нешкідливий у використанні, на відміну від метанолу, який є нервово-судинною отрутою та має властивість накопичуватися в організмі.

3. Для холодного запуску спиртових двигунів та їх стабільної роботи в умовах підвищених навантажень або при використанні великої кількості спиртової добавки до бензину необхідно застосовувати електропідігрів повітря або паливо-повітряної суміші, часткову рециркуляцію гарячої ВР, використовувати добавки до палива летких компонентів.

4. Високе октанове число біоетанолу може забезпечити вищу ефективність його використання в двигунах внутрішнього згорання з вищим ступенем стиснення, або, у випадку використання біоетанолу в суміші з бензином, дає можливість використовувати менш дорогий бензин з нижчим октанове число.

5. Для живлення двигунів існуючих автомобілів сумішами бензинів з додаванням біоетанолу без конверсії оптимальним і доцільним є вміст біоетанолу в бензині в кількості до 20%.

6. В цілому, проведений аналіз показав перспективність використання добавок біоетанолу до бензинів для живлення автомобільних двигунів в умовах експлуатації. Разом з тим, раціональне використання бензинів з добавками біоетанолу передбачає оптимізацію регульовальних параметрів, зокрема встановлювального кута випередження запалювання, що потребує додаткових, більш детальних досліджень для визначення оптимальних

					КРМ.133ГМмд_21.10.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

значень встановлювального кута випередження запалювання та його впливу на паливну економічність та екологічні показники автомобіля в умовах експлуатації.

Метою роботи є підвищення паливної економічності автомобілів шляхом раціонального використання бензинів з добавками біоетанолу, що передбачає оптимізацію встановлювального кута випередження запалювання.

Для досягнення поставленої мети вирішуються наступні завдання:

- Розробка методики проведення досліджень з раціонального використання бензинів з добавками біоетанолу шляхом удосконалення робочого процесу за рахунок оптимізації параметрів керування системою запалювання.

- Проведення дорожніх випробувань автомобіля для визначення впливу встановлювального кута випередження запалювання на паливну економічність автомобіля при роботі двигуна на бензинах з добавками біоетанолу.

- Розробка рекомендацій щодо раціонального використання бензинів з добавками біоетанолу при живленні двигунів автомобілів в умовах експлуатації.

					КРМ.133ГМмд_21.10.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

2 ТЕОРЕТИЧНІ ПОЛОЖЕННЯ

2.1 Загальні положення дослідження бензинів з добавками біоетанолу при експлуатації автомобілів

Як зазначалося в розділі 1, біоетанол доцільно використовувати як добавку до бензину, зважаючи на низку переваг. Біоетанол є кисневмісною речовиною, тому при використанні бензину з добавками біоетанолу в якості палива для двигунів внутрішнього згорання відбувається збіднення горючої суміші, що надходить в циліндри двигуна, що, в свою чергу, призводить до зниження швидкості згорання горючої суміші, погіршення робочого процесу двигуна, зниження його потужності та паливної економічності. Одним з методів покращення робочого процесу є оптимізація параметрів керування двигуном, зокрема системи запалювання, а саме кута випередження запалювання.

Для правильної організації та проведення досліджень необхідно визначити певну послідовність дій, тобто розробити методіку виконання роботи. З метою визначення оптимальних значень кута випередження запалювання та його впливу на показники автомобіля з бензиновим двигуном при роботі на бензинах з добавками біоетанолу створимо загальну методіку виконання роботи.

Перш за все, необхідно обґрунтувати вибір засобів, методів дослідження та визначити критерії оптимізації кута випередження запалювання при використанні бензинів з добавками біоетанолу.

Наразі автомобільний парк фізичних осіб в Україні налічує майже 5,6 млн одиниць, з яких 4,7 млн - це автомобілі з бензиновими двигунами. Автомобілі з карбюраторними системами живлення складають майже 90% автопарку з бензиновими двигунами [30]. Крім того, вони не обладнані

					КРМ.133ГМмд_21.10.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

автоматичними системами корекції параметрів керування (залежно від детонації та складу паливно-повітряної суміші), на відміну від сучасних автомобілів з електронними системами впорскування палива. Враховуючи, що кількість автомобілів сімейства ЗАЗ становить 13,2% від загальної кількості автомобілів [30], дані дослідження були проведені на вітчизняному автомобілі ЗАЗ-1103 "Славута" з бензиновим карбюраторним двигуном МеМЗ-2457.

Попередніми дослідженнями [28] встановлено, що вміст біоетанолу в бензині до 20% не потребує структурних змін у системах живлення автомобільних двигунів внутрішнього згорання. Тому для використання бензинів з добавками біоетанолу в якості палива для автомобілів, що знаходяться в експлуатації, обмежимося вмістом біоетанолу до 20%. Для більш детального визначення впливу вмісту біоетанолу в бензині на зміну оптимальних значень кута випередження запалювання, паливної економічності автомобільного двигуна дослідження проведено з використанням бензинів з 10 та 20% добавок біоетанолу. Отримані результати дослідження порівнюються з результатами, отриманими під час випробування двигуна на звичайному бензині А-95.

Критеріями оптимізації налаштування кута випередження запалювання при використанні в якості палива бензинів з 10 та 20% добавками біоетанолу є мінімальна питома витрата палива та максимальна потужність двигуна.

Найбільш об'єктивним способом визначення оптимальних значень параметрів, що впливають на паливну економічність автомобіля, є експериментальні випробування в реальних умовах експлуатації або моделювання режимів руху автомобіля на гальмівних стендах з барабанами, що біжать, під час їздових циклів. Такий підхід вимагає досить складного обладнання та потребує значних коштів. Процес підготовки та проведення

					КРМ.133ГМмд_21.10.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

випробувань досить тривалий. Крім того, складно підтримувати однакові параметри руху автомобіля при повторних прогонах.

У реальних умовах експлуатації, зокрема в містах і населених пунктах з великою кількістю перехресть і світлофорів, а також зустрічних і паралельних транспортних потоків, двигуни автомобілів значну частину часу працюють в нестабільних режимах. Серед них режими розгону є найбільш тривалими, маючи найбільше значення серед експлуатаційних режимів з точки зору витрат палива та викидів забруднюючих речовин [2, 31, 32].

2.2 Визначення паливної економічності автомобілів

Згідно з ГОСТ 20306-90 [2] випробування автомобілів загальною масою до 3,5 т, до цієї вагової категорії належить автомобіль ЗАЗ-1103 "Славута", проводяться на стенді з біговими барабанами з виконанням європейського міського їздового циклу згідно з робочою картою, наведеною в таблиці 2.1.

Режими випробувального циклу повністю відтворюють рух автомобіля в експлуатаційних умовах, а саме: холостий хід двигуна при мінімальній частоті обертання колінчастого валу, рушення автомобіля з місця та розгін на першій передачі, рух з постійною швидкістю, перемикання передач, розгін автомобіля на інших передачах, гальмування автомобіля в режимі примусового холостого ходу та застосування службового гальмування автомобіля до повної зупинки.

Схема такого їздового циклу показана на рис. 2.1 [2]. Тривалість циклу - 195 с, відстань, яку проїжджає автомобіль за один цикл - 1013 м.

ГОСТ 20306-90 є чинним на території України і відповідає Правилам ЄЕК ООН № 15 в частині визначення показника 1.4 - витрати палива в міському циклі на стенді [2].

					КРМ.133ГМмд_21.10.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Таблиця 2.1 – Операційна карта міського циклу на стенді з біговими барабанами

Номер режиму	Назва режиму роботи	Прискорення, м/с ²	Швидкість, км/год	Тривалість, с			Передача, що застосовується	Тривалість роботи на передачі, що застосовується, с
				складової частини режиму	режиму роботи в цілому	сумарна		
1	Холостий хід	—	—	11	11	11	<i>H</i> <i>K</i> ₁	6 5
2	Розгін	1,04	0–15	4	4	15	1	4
3	Усталена швидкість	—	15	8	8	23	1	8
4	Уповільнення	-0,69	15–10	2	2	25	1	2
5	Уповільнення з вимкненим зчепленням ³	-0,92	10–0	3	3	28	<i>K</i> ₁	3
6	Холостий хід	—	—	21	21	49	<i>H</i> <i>K</i> ₁	16 5
7	Розгін	0,83	0–15	5	12	54	1	5
	Переключення передач	—	—	2		56	—	—
	Розгін	0,94	15–32	5		61	2	5
8	Усталена швидкість	—	32	24	24	85	2	24
9	Уповільнення	-0,75	32–10	8	11	93	2	8
	Уповільнення з вимкненим зчепленням ³	0,92	10–0	3		96	<i>K</i> ₂	3
10	Холостий хід	—	—	21	21	117	<i>H</i> <i>K</i> ₁	16 5
11	Розгін	0,83	0–15	5	26	122	1	5
	Переключення передач	—	—	2		124	—	—
	Розгін	0,62	15–35	9		133	2	9
	Переключення передач	—	—	2		135	—	—
	Розгін	0,52	35–50	8		143	3	8
12	Усталена швидкість	—	50	12	12	155	3	12
13	Уповільнення	-0,52	50–35	8	8	163	3	8
14	Усталена швидкість	—	35	13	13	176	3	13
15	Переключення передач	—	—	2	12	178	—	—
	Уповільнення	-0,86	32–10	7		185	2	7
	Уповільнення з вимкненим зчепленням ³	-0,92	10–0	3		188	<i>K</i> ₂	3
16	Холостий хід	—	—	7	7	195	<i>H</i>	7

П р и м і т к и:

1. *H* – важіль переключення передач в нейтральному положенні при включеному зчепленні;

2. *K*₁, *K*₂ – включена перша або друга передача, відповідно, зчеплення вимкнено.

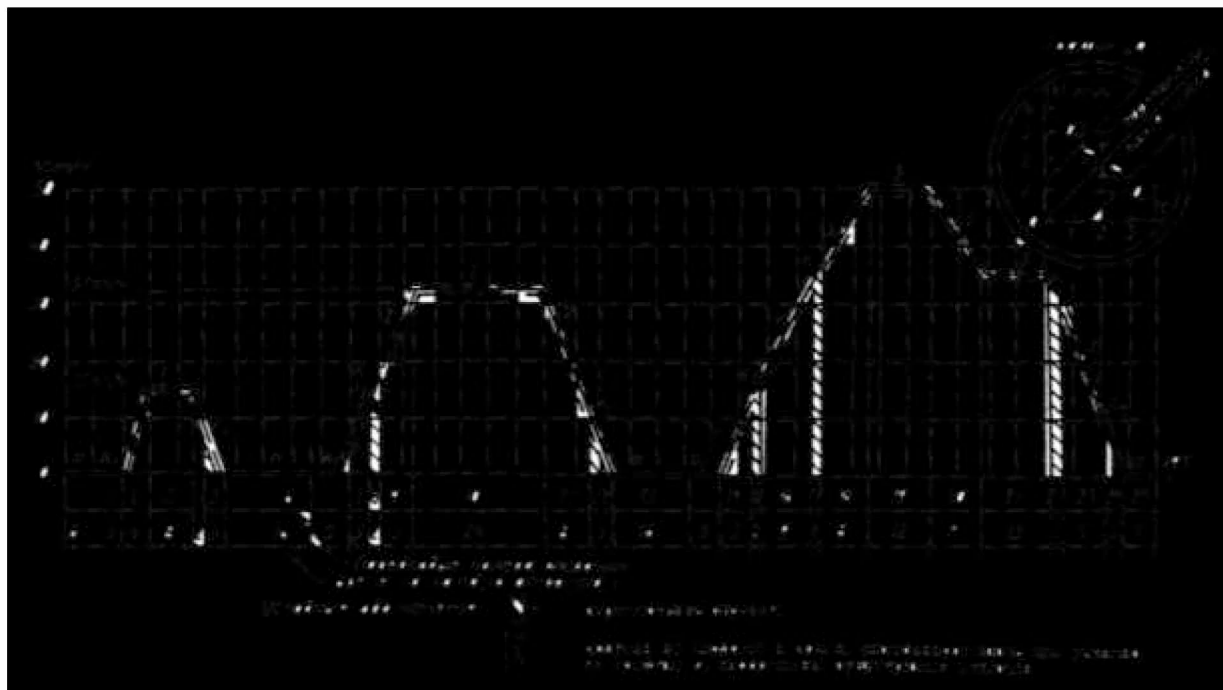


Рисунок 2.1 – Схема Європейського міського їздового циклу на стенді для транспортних засобів повною масою до 3,5 т [2]

Для визначення впливу встановлювального кута випередження запалювання на показники автомобільного двигуна при живленні бензинами з різними за величиною добавками біоетанолу, проводимо експериментальні дорожні випробування автомобіля ЗАЗ-1103 «Славута».

Враховуючи умови експлуатації розробляємо рекомендації щодо раціонального використання бензинів з добавками біоетанолу для живлення автомобільних двигунів.

					КРМ.133ГМмд_21.10.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

3 МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Мета і задачі експериментальних досліджень

Експериментальні дорожні випробування проводилися на автомобілі ЗАЗ-1103 "Славути" з карбюраторним двигуном МеМЗ-2457.

Метою експериментальних досліджень є визначення впливу кута випередження запалювання на паливну економічність автомобіля ЗАЗ-1103 "Славути" при використанні бензину з 10 та 20% добавками біоетанолу.

Відповідно до поставленої мети вирішуються наступні завдання:

1) визначення паливної економічності двигуна МеМЗ-2457 з іскровим запалюванням при використанні штатного бензину та бензину з 10 і 20% добавками біоетанолу при штатному регулюванні системи запалювання;

2) визначення впливу кута випередження запалювання на паливну економічність двигуна МеМЗ-2457 при використанні в якості палива бензину з 10 та 20% добавками біоетанолу;

3) визначення паливної економічності двигуна МеМЗ-2457 при живленні його бензином з добавками 10 і 20% біоетанолу та оптимального значення кута випередження запалювання;

4) отримання паливних характеристик автомобіля ЗАЗ-1103 "Славути" згідно з ГОСТ 20306-90 [2] та витрат палива при русі в с.м.т. Скороходове в реальних умовах експлуатації при заправці звичайним бензином та бензином з 10 та 20% добавками біоетанолу.

3.2 Програма експериментальних досліджень

Програма дорожніх випробувань автомобіля ЗАЗ-1103 "Славути" включала

					КРМ.133ГМмд_21.10.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

1) визначення паливних характеристик автомобіля за ГОСТ 20306-90 [2] при заправці двигуна бензином А-95 з кутом випередження запалювання 5 град. с.к.в., бензином з 10% добавкою біоетанолу з кутом випередження запалювання 5 град. с.к.в. та оптимальним для даного бензину, бензином з 20% добавкою біоетанолу з кутом випередження запалювання 5 град. с.к.в. та оптимальним для даного бензину

2) визначення витрати палива в реальних умовах руху автомобіля по міському маршруту при заправці бензином А-95 з кутом випередження запалювання 5 град. с.к.в., бензином з 10% добавкою біоетанолу з кутом випередження запалювання 5 град. с.к.в. та оптимальним для даного бензину, бензином з 20% добавкою біоетанолу з кутом випередження запалювання 5 град. с.к.в. та оптимальним для даного бензину.

3.3 Перевірка технічного стану двигуна та автомобіля перед проведенням експериментальних досліджень

Для проведення стендових досліджень було вибрано чотиритактний, чотирициліндровий, рядний, карбюраторний двигун МеМЗ–2457 з іскровим запалюванням, рідинним охолодженням, з верхнім розташуванням клапанів – по два на циліндр. Технічну характеристику двигуна наведено в табл. 3.1 [33, 34].

Таблиця 3.1 – Технічна характеристика двигуна МеМЗ–2457

Параметр	Показник
Діаметр циліндра та хід поршня, мм	72x73,5
Робочий об'єм, л	1,197
Ступінь стискання	9,5
Номінальна потужність за ГОСТ 14846–81, кВт (к.с.):	
брутто	44 (58)
нетто	42,6 (56)
Максимальний крутний момент, Н·м (кгс·м):	
брутто	92,4 (9,4)
нетто	90,2 (9,2)

Параметр	Показник
Частота обертання колінчатого вала, хв ⁻¹ :	
номінальна	5300...5500
максимальна	5600
при максимальному крутному моменті	3000...3500
мінімальна на холостому ході	700...950
Порядок роботи циліндрів	1-3-4-2
Встановлювальний кут випередження запалювання, град. п.к.в.	5
Направлення обертання колінчатого вала	Праве
Паливо	Автомобільний бензин А-95

Для проведення дорожніх випробувань було вибрано легковий автомобіль ЗАЗ-1103 «Славута» (державний номерний знак – 249-82 ХВ) (рис. 4.2), технічну характеристику якого наведено в табл. 3.2 [33, 34], з встановленим на ньому двигуна МеМЗ-2457.



Рисунок 2.2 – Автомобіль ЗАЗ-1103 «Славута» під час дорожніх випробувань

					КРМ.133ГМмд_21.10.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

Для проведення дорожніх випробувань автомобіля ЗАЗ-1103 "Славута" було проведено перевірку відповідності технічного стану, відрегульовано двигун та системи автомобіля до нормативних значень, які регламентуються технічною документацією [33, 34].

Перед проведенням випробувань на двигунах були відрегульовані зазори між клапанами та коромислами, перевірені зазори між електродами свічок та робота системи запалювання. Тиск в шинах автомобіля приведено до норми. Напередодні дорожніх випробувань автомобіль пройшов технічне обслуговування.

Крім того, для оцінки технічного стану циліндро-поршневої групи було отримано значення компресії в циліндрах двигуна. Результати вимірювань наведені на рис. 3.2.

Таблиця 3.2 –Технічна характеристика автомобіля ЗАЗ–1103 «Славута»

Параметр	Показник
Кількість місць, включаючи місце водія	4–5
Маса вантажу, що перевозять в багажному відділенні, кг, не більше	50
Маса автомобіля, кг: неспорядженого спорядженого повна	660 710 1110
Розподіл навантаження на дорогу від автомобіля, Н (кгс): на передніх колесах - спорядженого - з повною масою на задніх колесах - спорядженого - з повною масою	4312,0 (440) 5620,0 (573) 2646,0 (270) 5274,7 (537)
Максимальна швидкість руху на вищій передачі, км/год: з повною масою з водієм та пасажиром	140 147
Час розгону автомобіля з місця з переключенням передач до швидкості 100 км/год, с:	

Параметр	Показник
з повною масою	20
з водієм та пасажиром	17,4
Максимальний підйом, що долає автомобіль, %, не менше	36
Витрата палива в л на 100 км шляху зі швидкістю руху:	
90 км/год	5,6
120 км/год	7,5
за міським циклом	8,6

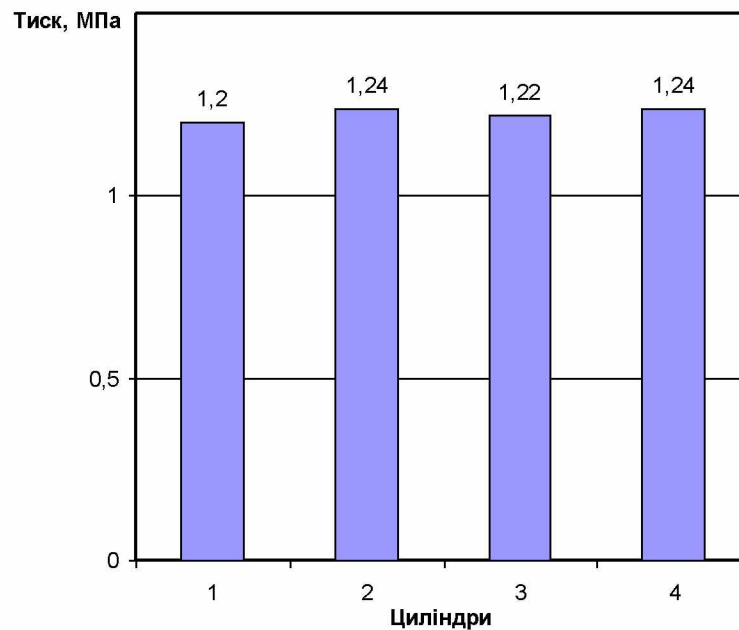


Рисунок 3.2 – Значення компресії в циліндрах двигуна MeM3–2457

Як видно з рис. 3.2, всі значення тиску перевищують 0,9 МПа, що є граничним значенням і відповідає нормальному стану циліндропоршневої групи. Максимальна різниця значень тиску становить 0,04 МПа і не перевищує 0,1 МПа [33, 34].

Наведені дані свідчать про задовільний стан циліндро-поршневої групи.

Підготовка карбюратора ДААЗ 21081-1107010, який встановлюється на двигун MeM3-2457, передбачала очищення елементів карбюратора, перевірку жиклерів і з'єднань, перевірку і регулювання рівня палива в поплавковій камері, визначення продуктивності прискорювального насоса, внесення коректив у дозування палива в режимі холостого ходу за

					КРМ.133ГМмд_21.10.000 ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

показниками токсичності [33, 34].

Рівень палива в поплавковій камері визначається шляхом вимірювання зазору між елементами поплавка і поверхнею прокладки, що прилягає до кришки карбюратора, який становить 3 мм і відповідає допустимим межам 1...3 мм.

Продуктивність прискорювального насоса визначається об'ємом палива в мірному бачку, який був досягнутий за десять повних ходів важеля дросельної заслінки і становить 8 см³, що відповідає межам 5,5...8,5 см³.

3.4 Прилади та обладнання експериментальних досліджень

Кут випередження запалювання вимірювався ламповим стробоскопом SNAP-ON MT1241 відносно заводської мітки верхньої мертвої точки (ВМТ), яка нанесена на кожух ремінної передачі приводу розподільного валу, за шкалою, нанесеною на шків приводу генератора (рис. 3.3). Ціна поділки шкали - 1 град. п.к.в. Сигнал на стробоскоп надходив від індуктивного датчика, прикріпленого до високовольного проводу першого циліндра.

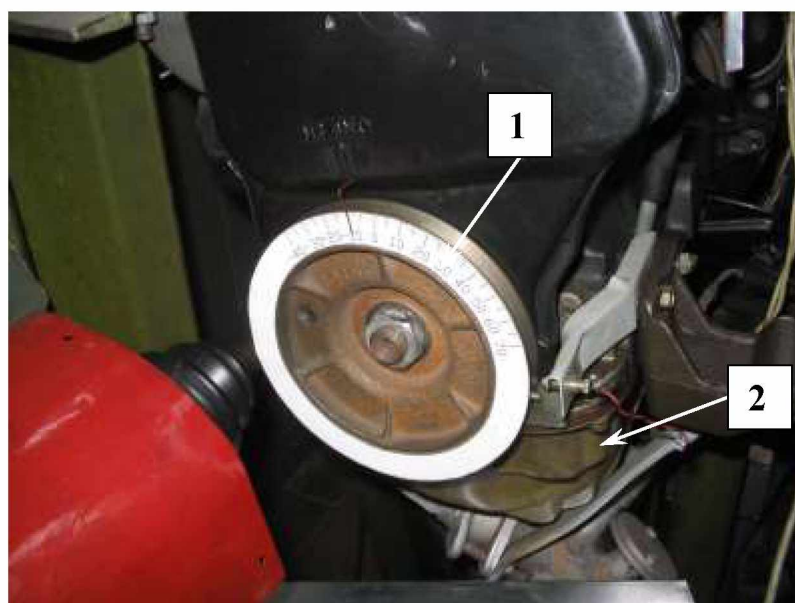


Рисунок 3.3 – Шкала для вимірювання встановлювального кута випередження запалювання (1) та індуктивний датчик для визначення ВМТ (2)

Вимірювання витрати палива автомобілем при заправці його стандартним бензином та бензином з добавками біоетанолу різного об'єму проводили за допомогою витратоміра об'ємного типу (рис. 3.4) з ціною поділки шкали 2,5 мл. Для нагнітання палива в резервуар витратоміра використовувався вакуумний насос (рис. 3.5).



Рисунок 3.4 – Витратомір палива об'ємного типу

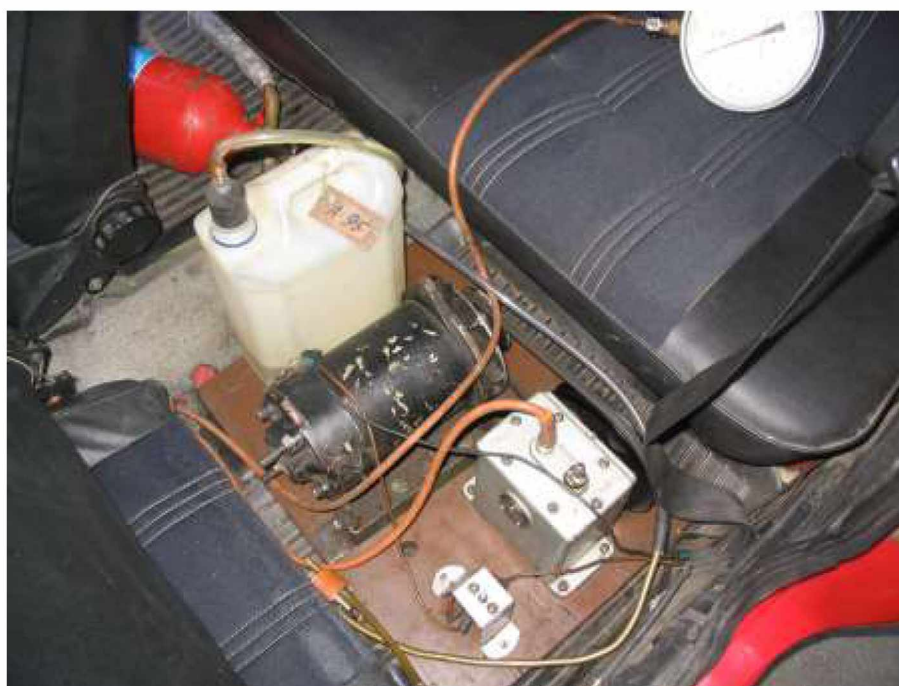


Рисунок 3.5 – Вакуумний насос для закачування палива в ємності витратоміра

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРМ.133ГМмд_21.10.000 ПЗ

Арк.

35

Час вимірювали електронним секундоміром з точністю вимірювання 0,01 с.

3.5 Висновки до розділу

1. Розроблено програму експериментальних дорожніх випробувань автомобіля ЗАЗ-1103 "Славута".

2. Для проведення експериментальних досліджень двигуна МеМЗ-2457 та автомобіля ЗАЗ-1103 "Славута" проведено перевірку їх технічного стану, відрегульовано двигун та системи автомобіля до нормативних значень.

3. Підготовлено та встановлено необхідні для проведення експериментальних досліджень прилади та обладнання, вимірювання яких дозволяє отримати достовірні дані з допустимими похибками.

					КРМ.133ГМмд_21.10.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

4 РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТІВ

Для оцінки ефективності використання бензинів з добавками біоетанолу були проведені дорожні випробування вітчизняного автомобіля ЗАЗ–1103 «Славута». Програма дорожніх випробувань включала отримання паливної характеристики автомобіля за умови усталеного руху згідно з ГОСТ 20306-90 [2] та випробування в реальних умовах експлуатації в с.м.т. Скороходове за схемою Європейського міського їздового циклу.

4.1 Випробування автомобіля в процесі руху в реальних умовах експлуатації

Випробування автомобіля ЗАЗ–1103 «Славута» в реальних умовах експлуатації поводити за маршрутом вул. Софіївська – автомобільна дорога Т 1722 – вул. Миру. Схему маршруту показано на рис. 4.1.

Вибір маршруту здійснювали за інтенсивністю руху транспортних засобів, яка характерна для більшості селищ міського типу. Довжина маршруту становить 2,6 км.

Випробування автомобіля ЗАЗ–1103 «Славута» виконували за умови живлення встановленого на ньому двигуна MeM3–2457 бензином А–95 і бензинами з 10 та 20% добавками біоетанолу, із штатним кутом випередження запалювання та оптимальними кутами випередження запалювання, визначеними для таких бензинів. Програмою випробувань передбачено здійснення заїздів при живленні двигуна бензином А–95 із штатним кутом випередження запалювання $\theta_{вст} = 5$ град. п.к.в.; при живленні двигуна бензином з 10% добавкою біоетанолу із штатним $\theta_{вст} = 5$ град. п.к.в. і оптимальним $\theta_{вст} = 10$ град. п.к.в.; при живленні двигуна бензином з 20% добавкою біоетанолу із штатним $\theta_{вст} = 5$ град. п.к.в. і оптимальним $\theta_{вст} = 14$ град. п.к.в. Для кожного випадку зроблено серію із восьми заїздів.

					КРМ.133ГМмд_21.10.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

Результати заїздів заносили у протоколи випробування автомобіля (додаток А).

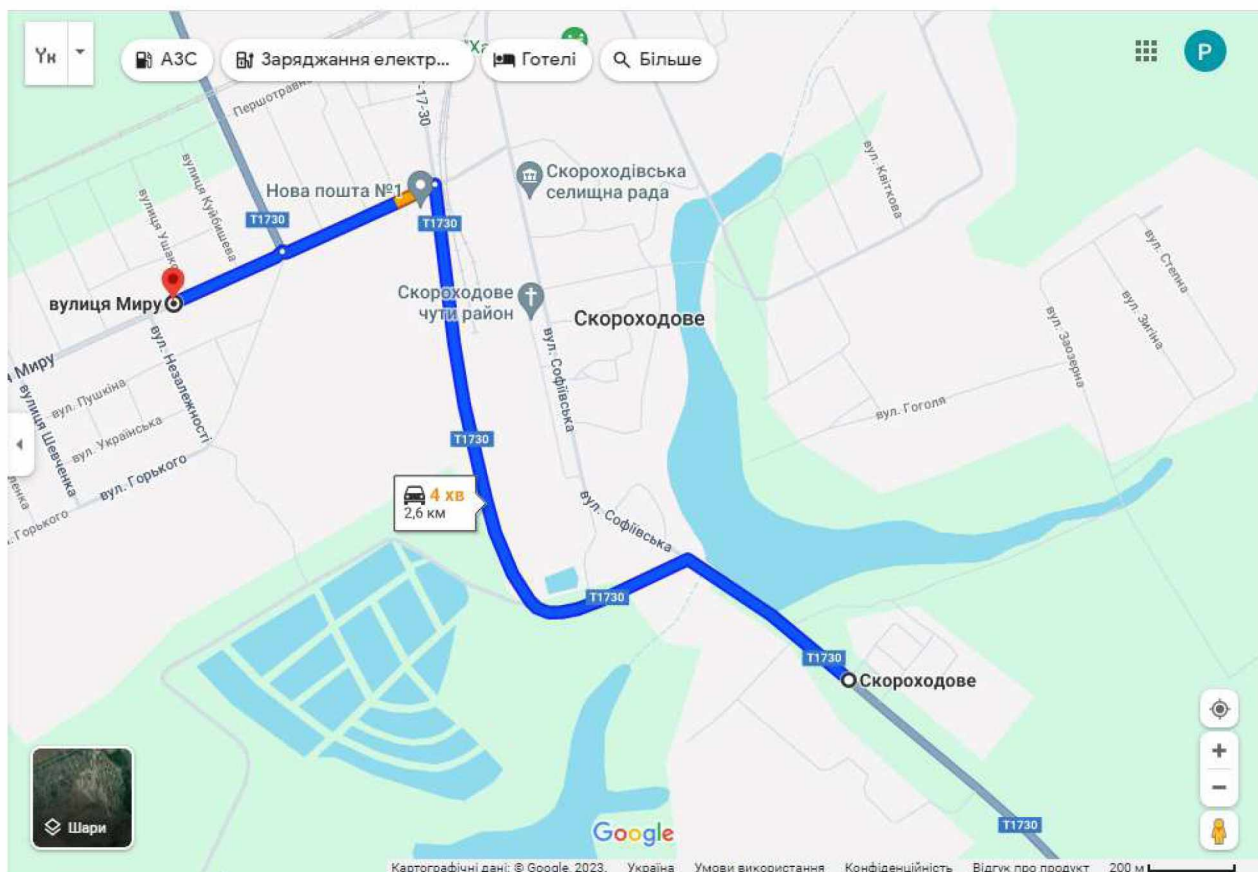


Рисунок 4.1 – Маршрут дорожніх випробувань автомобіля ЗАЗ–1103 «Славута»

В табл. 4.1 наведено середні значення результатів випробування автомобіля в реальних умовах експлуатації. Нерівномірність швидкісного режиму не перевищує 3%.

Аналіз результатів дорожніх випробувань автомобіля ЗАЗ–1103 «Славута» в реальних умовах експлуатації по вулицях с.м.т. Скороходове (табл. 4.1) показує, що при живленні двигуна бензином з 10% добавкою біоетанолу перевитрата палива склала 3,5%. При використанні бензину з 20% добавкою біоетанолу цей показник становить 8,1%.

Таблиця 3.1 – Результати дорожніх випробувань автомобіля ЗАЗ–1103
«Славута» по вулицях с.м.т. Скороходове

Параметр	Живлення двигуна різними бензинами з відповідним ВКВЗ					
	A-95; $\theta_{вст} = 5$ град. п.к.в.	+10% біоетанолу; $\theta_{вст} = 5$ град. п.к.в.	+10% біоетанолу; $\theta_{вст} = 10$ град. п.к.в.	+20% біоетанолу; $\theta_{вст} = 5$ град. п.к.в.	+20% біоетанолу; $\theta_{вст} = 14$ град. п.к.в.	
Середній час заїзду на маршруті, с	333	325	333	353	350	
Середня швидкість руху автомобіля, км/год	28,11	28,80	28,11	26,52	26,74	
Середня витрата палива на маршруті	мл	276,15	285,87	279,57	298,47	281,93
	л/100 км	10,621	10,995	10,753	11,480	10,844
Перевитрата палива по відношенню до бензину, %	–	3,5	1,2	8,1	2,1	

При оптимізації кута випередження запалювання (збільшення кута випередження запалювання на 5 град. п.к.в. від штатного значення) перевитрата бензину з 10% добавкою біоетанолу склала 1,2% порівняно із живленням двигуна штатним бензином.

Для випадку живлення двигуна бензином з 20% добавкою біоетанолу при збільшенні кута випередження запалювання на 9 град. п.к.в. перевитрата порівняно із живленням штатним бензином становить 2,1%.

Це досягається завдяки більш ефективному згорянню палива, тобто збільшенню ефективного к.к.д., при збідненні горючої суміші. При цьому не відмічалось погіршення швидкісних і динамічних властивостей автомобіля та, суб'єктивно, спостерігалась більш «м'яка» робота двигуна.

4.2 Отримання паливної характеристики усталеного руху автомобіля згідно з ГОСТ 20306–90

Для отримання паливної характеристики усталеного руху автомобіля було обрано ділянку дороги довжиною 1 км по автошляху Т 1730 с.м.т.

					КРМ.133ГМмд_21.10.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

Скороходове – с.м.т. Чутове з новим асфальтобетонним покриттям. Необхідну ділянку визначали розташуванням відповідних позначок. Витратомір палива та секундомір включали одночасно з проїздом автомобіля першої позначки із заданою швидкістю і виключали при досягненні другої позначки. Швидкість автомобіля при заїздах вибирали згідно з рекомендаціями (ГОСТ 20306–90 [2]) для автомобіля з повною масою до 3500 кг, і вона складала 20, 40, 60, 80 та 90 км/год. Для виключення впливу ухилу дороги та сили вітру заміри робились по одному в прямому та зворотному напрямках для кожної заданої швидкості. Результати заїздів заносили у протоколи випробування автомобіля (додаток Б).

На рис. 4.2 і 4.3 показано отримані паливні характеристики автомобіля ЗАЗ–1103 «Славути» з використанням бензинів з різними за величиною добавками біоетанолу при різних значеннях кута випередження запалювання. Числові значення паливних характеристик приведені в табл. 3.2 і 3.3.

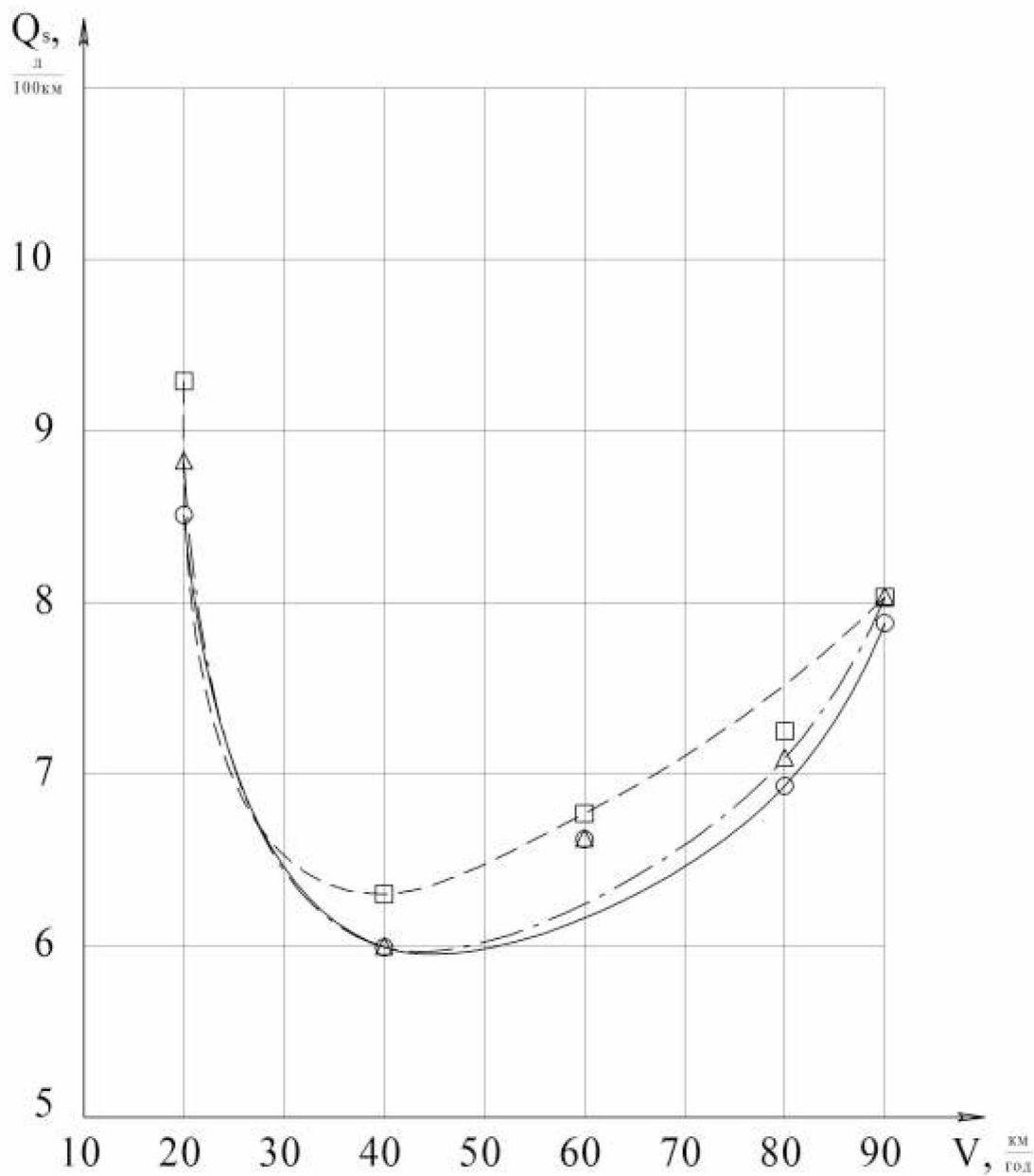
При аналізі паливних характеристик (рис. 4.2) видно, що при живленні двигуна МеМЗ–2457 автомобіля ЗАЗ–1103 «Славути» бензином з 10% добавкою біоетанолу при штатному куті випередження запалювання перевитрата палива по відношенню до штатного бензину складала 2...9,3% залежно від швидкісного режиму. При використанні бензину з 20% добавкою біоетанолу (рис. 4.3) при штатному куті випередження запалювання перевитрата складала 4...10,5%.

Оптимізація встановлювального кута випередження запалювання збільшенням значень на 5 та 9 град. п.к.в. відносно штатного значення за умови живлення двигуна бензинами з 10 та 20% добавками біоетанолу, відповідно, покращує паливну економічність з наближенням значень витрати бензинів з добавками біоетанолу до витрати штатного бензину, відмінність не перебільшує точності вимірювань.

З характеристик (рис. 4.2, 4.3) видно, що при використанні бензинів з 10 та 20% добавками біоетанолу при штатних кутах випередження запалювання перевитрата палива спостерігається при швидкостях до 40

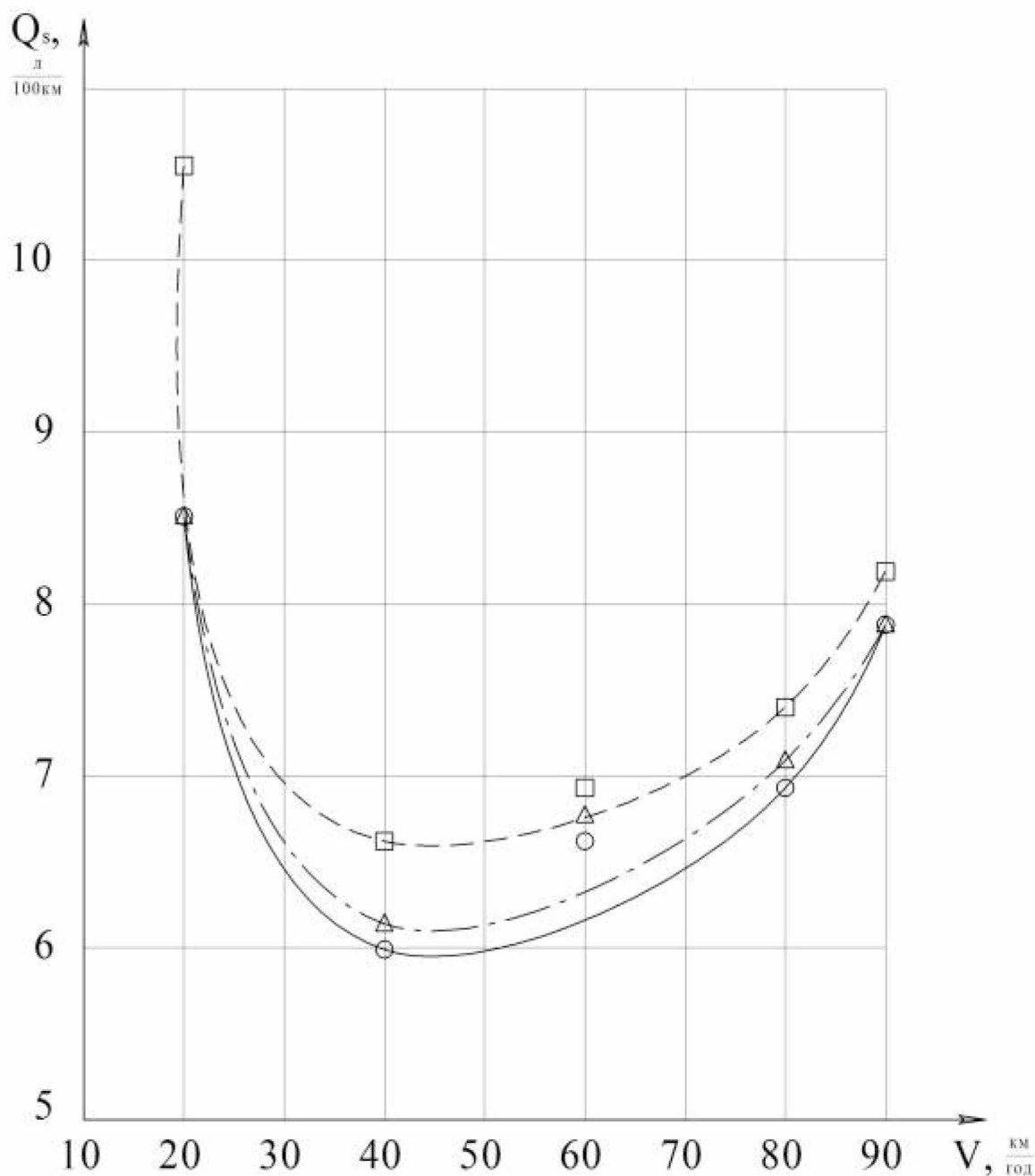
					КРМ.133ГМмд_21.10.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

км/год і складає до 5,3 та 10,5% відповідно. В швидкісному діапазоні від 40 до 90 км/год витрата штатного бензину та бензинів з добавками біоетанолу складає до 4,5 та 6,8% відповідно.



- ○ — А-95; $\theta_{вст} = 5$ град. п.к.в.
- □ — +10% біоетанолу; $\theta_{вст} = 5$ град. п.к.в.
- △ — +10% біоетанолу; $\theta_{вст} = 10$ град. п.к.в.

Рисунок 4.2 – Паливно-швидкісні характеристики усталеного руху автомобіля ЗАЗ–1103 «Славута» (бензин з 10% добавкою біоетанолу)



— ○ — А-95; $\theta_{вст} = 5$ град. п.к.в.

— □ — +20% біоетанолу; $\theta_{вст} = 5$ град. п.к.в.

— △ — +20% біоетанолу; $\theta_{вст} = 14$ град. п.к.в.

Рисунок 4.3 – Паливно-швидкісні характеристики усталеного руху автомобіля ЗАЗ–1103 «Славута» (бензин з 20% добавкою біоетанолу)

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРМ.133ГМмд_21.10.000 ПЗ

Арк.

42

Таблиця 4.2 – Результати виміру паливної характеристики автомобіля ЗАЗ–1103 «Славута» при живленні бензином з 10% добавкою біоетанолу

Швидкість автомобіля, км/ГОД	Витрата палива, л/100 км			Перевитрата палива по відношенню до бензину, %	
	А-95; $\theta_{вст} = 5$ град. п.к.в.	+10% біоетанолу; $\theta_{вст} = 5$ град. п.к.в.	+ 10% біоетанолу; $\theta_{вст} = 10$ град. п.к.в.	+10% біоетанолу; $\theta_{вст} = 5$ град. п.к.в.	+ 10% біоетанолу; $\theta_{вст} = 10$ град. п.к.в.
20	8,51	9,29	8,82	9,3	3,7
40	5,99	6,30	5,99	5,3	0,0
60	6,62	6,77	6,62	2,4	0,0
80	6,93	7,25	7,09	4,5	2,3
90	7,88	8,03	8,03	2,0	2,0

Таблиця 4.3 – Результати виміру паливної характеристики автомобіля ЗАЗ–1103 «Славута» при живленні бензином з 20% добавкою біоетанолу

Швидкість автомобіля, км/ГОД	Витрата палива, л/100 км			Перевитрата палива по відношенню до бензину, %	
	А-95; $\theta_{вст} = 5$ град. п.к.в.	+ 20% біоетанолу; $\theta_{вст} = 5$ град. п.к.в.	+ 20% біоетанолу; $\theta_{вст} = 14$ град. п.к.в.	+ 20% біоетанолу; $\theta_{вст} = 5$ град. п.к.в.	+ 20% біоетанолу; $\theta_{вст} = 14$ град. п.к.в.
20	8,51	10,55	8,51	24,1	0,0
40	5,99	6,62	6,14	10,5	2,6
60	6,62	6,93	6,77	4,8	2,4
80	6,93	7,40	7,09	6,8	2,3
90	7,88	8,19	7,88	4,0	0,0

Паливна економічність при живленні бензином з 10% добавкою біоетанолу та оптимізації встановлювального кута випередження запалювання збільшенням значення на 5 град.п.к.в. відносно штатного значення в порівнянні з штатним бензином покращилась до 2,3% в

швидкісному діапазоні від 80 до 90 км/год. В інших швидкісних режимах витрата бензину з біоетанолом наближається до витрати штатного бензину.

При використанні 20% добавки біоетанолу до бензину з оптимізацією встановлювального кута випередження запалювання збільшенням значення на 9 град. п.к.в. відносно штатного значення паливна економічність спостерігається на всьому швидкісному діапазоні і складає від 2,3 до 2,6%.

Тобто, при використанні бензинів з 10 та 20% добавками біоетанолу з оптимізацією кута випередження запалювання спостерігається економія палива порівняно із живленням штатним бензином завдяки збільшенню індикаторного к.к.д. двигуна при більш ефективному згорянні палива.

4.3 Висновки до розділу

1. Отримано паливні характеристики автомобіля ЗАЗ–1103 «Славута» при живленні двигуна бензином А–95 і бензинами з 10 та 20% добавками біоетанолу із штатними та оптимальними значеннями кута випередження запалювання.

2. При проведенні дорожніх випробувань автомобіля ЗАЗ–1103 «Славута» при живленні двигуна бензинами з 10 та 20% добавками біоетанолу з оптимальними значеннями кута випередження запалювання 10 та 14 град. п.к.в. перевитрата палива (л/100 км) порівняно із штатним бензином становить 3,7 та 2,6% відповідно.

					КРМ.133ГМмд_21.10.000 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ РОЗРОБОК

5.1 Екологічна експертиза

Охорона навколишнього середовища, раціональне використання природних ресурсів, забезпечення екологічної безпеки, життєдіяльності людини - невід'ємна частина суспільного розвитку України. З цією метою в Україні реалізується екологічна політика, спрямована на збереження безпечного навколишнього середовища для живої і неживої природи, захист життя і здоров'я від небезпечних наслідків забруднення навколишнього середовища, охорону, раціональне використання природних ресурсів [35].

25 червня 1991 року Верховна Рада України прийняла Закон України "Про охорону навколишнього середовища". Закон передбачає обов'язкову екологічну експертизу в процесі законодавчо-господарської, управлінської та іншої діяльності, що впливає на стан навколишнього середовища, а також документації на створення нового обладнання, технологій, матеріалів та ін.

Закон України "Про екологічну експертизу" був прийнятий Верховною Радою 9 лютого 1995 року.

Атмосфера завжди містить певну кількість домішок, що надійшли в неї з природних і антропогенних джерел.

Найбільш поширеними забруднювачами атмосфери є: окис вуглецю CO, діоксид сірки SO₂, оксид азоту NO і пил.

Сьогодні підприємство має в своєму розпорядженні машинно-тракторний парк, який включає в себе машинні двори і гаражі. Їх обслуговують майстерні та заправні станції. На стоянках тракторів утворюються плями нафтопродуктів, які випаровуються і потрапляють в повітря. Джерелом забруднення повітря є наявність котельних печей, що

					КРМ.133ГМмд_21.10.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

працюють на рідкому і газоподібному паливі. Продукти згоряння палива з печей зазвичай викидаються в атмосферу по трубах без спеціального очищення. Концентрація пилу в повітрі досягає 2-7 МГМ / м³.

Машинно-тракторний парк господарства є основним джерелом забруднення атмосферного повітря. Інженерно-технічна служба агрофірми стежить за раціональною експлуатацією техніки. Стан систем живлення і запалювання тракторних двигунів контролюється за допомогою діагностичних засобів. При цьому контроль за забрудненням атмосферного повітря здійснюють співробітники Державної автомобільної інспекції та державної технічної інспекції, які мають газоаналізатори для визначення вмісту чадного газу у вихлопних газах.

До основних заходів щодо захисту атмосфери від забруднення відноситься широке застосування систем і пристроїв пиловловлювання. Виходячи з їх сучасної класифікації, заснованої на фундаментальних особливостях процесу очищення, пиловловлююче обладнання ділиться на 4 групи: сухі пиловловлювачі, вологі пиловловлювачі, електрофільтри і фільтри. Пиловловлювачі різних типів, в тому числі електрофільтри, застосовуються при високих концентраціях домішок в повітрі. Фільтри застосовуються для тонкого очищення повітря з концентрацією домішок не менше 100 мг / м². Якщо потрібно тонке очищення повітря при високих початкових концентраціях домішок, то очищення здійснюється в системі послідовного з'єднання пиловловлювачів і фільтрів.

Для підвищення ефективності пиловловлювачів даної конструкції необхідно збільшити несучу швидкість очищуваного потоку в спіральному кожусі (це призводить до різкого збільшення гідравлічного опору пристрою) або зменшити радіус кривизни спірального кожуха (це знижує його продуктивність). Такі машини забезпечують досить високу ефективність очищення повітря при уловлюванні середніх і великих пилових частинок.

					КРМ.133ГМмд_21.10.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

Основними джерелами забруднення водних ресурсів (річки, водосховища та ін.) є забруднення земель стічними водами, нафтопродуктами, пестицидами. Особливо при експлуатації та технічному обслуговуванні машинно-тракторного парку існує велика ймовірність потрапляння у воду нафтопродуктів, що негативно впливають на неї, а також біологічного очищення стічних вод.

Розроблено систему заходів щодо запобігання забрудненню водних ресурсів. Стічні води очищаються на очисних спорудах. Ці очисні споруди являють собою систему сітчастих і фільтруючих елементів, які зменшують кількість шкідливих речовин в них.

Окремо розміщений склад паливно-мастильних матеріалів, побудований за типовим проектом. Відпрацьовані Паливно-мастильні матеріали збираються на пунктах технічного обслуговування автомобілів і тракторів, розливаються в закриті ємності, а потім періодично направляються на районну нафтобазу для регенерації.

У господарстві заборонено мити автомобілі на берегах природних і штучних водойм, річок і каналів. Машинні двори обладнані раковинами. Вони мають в наявності масляні фільтри для очищення стічних вод.

5.2 Охорона праці

5.2.1 Значення охорони праці

Охорона праці – система законодавчих, соціально – економічних, технічних і організаційних заходів, направлених на забезпечення безпеки, збереження здоров'я і працездатності людини в процесі роботи [36].

Політика України в галузі охорони праці відображена в Законі «Про охорону праці», прийнятий 14 жовтня 1992 року, переглянутий 21 листопада 2002 року.

					КРМ.133ГМмд_21.10.000 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В магістерській роботі досліджується ефективність використання метилових ефірів жирних кислот з олії ріпаку, які є альтернативним паливом для дизелів. Тому всі питання, розглянуті в даному розділі, присвячені дизельному паливу і лабораторії, в якій воно досліджується.

5.2.2 Вимоги безпеки при роботі з бензинами

Клас небезпеки бензинів по ГОСТ 12.1.007:

- при інгаляційній дії – 4 (речовини малонебезпечні);
- при попаданні в шлунок – 4 (речовини малонебезпечні);
- при нанесенні на шкіру – 4 (речовини малонебезпечні),

Дизельне паливо надає слабку інгаляційну дію, викликає слабе роздратування оболонки очей і шкіри людини, надає слабовиражену алергічну дію, має слабкі кумулятивні властивості (коефіцієнт кумуляції 4,9).

Для дизельного палива притаманний наркотичний характер дії на організм.

Температура самозаймання дизельного палива мазки Л – 300°C, мазкі З – 310 °С

Клас небезпеки і пожежонебезпечні властивості визначаються при постановці палива на виробництво.

Гранично допустима концентрація пари палива в повітрі робочої зони 300 мг/м³.

У разі попадання палива

– на шкіру – необхідно витерти продукт ганчіркою, забруднене місце промити водою з милом;

– на слизисту оболонку ока – негайно промити великою кількістю води;

– у шлунок – викликати блювоту, промити шлунок і направити потерпілого в лікувальний заклад.

					КРМ.133ГМмд_21.10.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

Контроль повітря робочої зони при роботі з паливом проводять на наявність пари аліфатичних граничних вуглеводнів C1-C10 в перерахунку на вуглець (ПДК = 300 мг/м³ по ГОСТ 12.1.005).

Згідно з ГОСТ 12.1.044 дизельне паливо (зимове для тепловозів і суднових дизелів і газових турбін, літнє і зимове для дизелів загального призначення) є

легкозаймистою рідиною; дизельне паливо (літнє для тепловозів і судових дизелів і газових турбін) є горючою рідиною.

Температурні межі розповсюдження полум'я для палива: марок: літнього – нижній 69°C, верхній 119 °C; зимового – нижній 82 °C, верхній 105 °C.

Вибухонебезпечна концентрація пари палива в суміші з повітрям складає від 2 % до 3 % (за об'ємом).

При загорянні дизельного палива використовують наступні засоби пожежогасіння: розпилену водну піну, вогнегасники порошкових класів В і АВС (універсальні); при об'ємному гасінні – вуглекислий газ, вогнегасні порошки класу В і АВС і засоби аерозольного гасіння.

У разі розливу палива в приміщенні його необхідно зібрати в окрему тару, місце розливу протерти сухою ганчіркою, яку помістити в спеціальний металевий ящик, а потім спалити згідно вимогам СанПиН № 3183.

У разі аварійного розливу палива в приміщенні необхідно використовувати протигазу марок А і БКФ по ГОСТ 12.4.121.

У разі розливу палива на відкритому майданчику місце розливу засипати піском з подальшим видаленням його у відвал згідно вимогам СанПиН № 3183.

Паливо, яке стало непридатним для використання, застосовують як добавку до котельного палива.

При роботі з паливом необхідно використовувати індивідуальні засоби захисту, передбачені типовими галузевими нормами, затвердженими в установленому порядку: костюми по ГОСТ 12.4.112 або ГОСТ 12.4.111,

					КРМ.133ГМмд_21.10.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

черевики по ГОСТ 1,2.4.137, рукавиці по ГОСТ 12.4.010, захисні окуляри типу ЗН по ГОСТ 12.4.013, фартухи по ГОСТ 12.4.029.

Приміщення, де проводяться роботи з паливом, повинні, бути обладнані приточно-витяжною вентиляцією згідно СНиП 2.04.05 і ГОСТ 12.4.021, водопровідною системою і каналізацією по СНиП 2.04.01, штучним освітленням по СНиП Н-4-79, опалюванням по СНиП 2.04.05, питною водою по ГОСТ 2874.

Перед входом в приміщення повинні вивішуватися попереджувальні знаки безпеки згідно ГОСТ 12.4.026.

У приміщеннях для зберігання палива не дозволяється зберігати кислоти, балони з киснем і інші окислювачі.

Все устаткування і комунікації повинні бути захищені від статичної електрики засобами захисту згідно ГОСТ 12.4.124.

У приміщеннях, де проводяться технологічні роботи з паливом, забороняється робити з відкритим вогнем.

При відкритті тари не дозволяється використовувати інструменти, що дають при ударі іскру.

З метою виключення забруднення повітря робочих приміщень необхідне забезпечувати герметичність місткостей, устаткування, комунікацій і засобів відбору проб згідно СанПиН № 1042, затвердженим в установленому порядку.

Персоналу, що працює з паливом, необхідно проходити первинні і періодичні медогляди згідно «Положення про порядок проведення медичних оглядів працівників певних категорій», затвердженого наказом МЗ України від 31.03.1994 р. № 45.

					КРМ.133ГМмд_21.10.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

5.2.3 Аналіз умов виникнення і розвитку аварій в лабораторії по дослідженню палив

Для ідентифікації об'єктів підвищеної небезпеки до небезпечних речовин за їх властивостями відносяться такі категорії речовин:

1. Горючі рідини – рідини з температурою спалаху, що дорівнює або менша 61 град. С у закритому тиглі або температурою спалаху, що дорівнює або менша 66 °С у відкритому тиглі (легкозаймисті рідини згідно з ГОСТ 12.1.044-89);

2. Горючі рідини, перегріті під тиском – горючі рідини згідно з ГОСТ 12.1.044-89, які знаходяться в апаратах, резервуарах або трубопроводах під тиском при температурі, що перевищує температуру кипіння при атмосферному тиску в 1,25 і більше разів.

Якщо рідина являє собою суміш горючих рідин, за температуру кипіння при атмосферному тиску береться температура википання половини маси рідини. Якщо даних про таку температуру немає, за температуру кипіння береться температура на початку кипіння суміші (фракції).

За розрахункову береться максимальна температура за регламентом, робочими інструкціями або іншою технічною документацією. Якщо передбачено блокування.

Схема побудови сценаріїв виникнення й розвитку аварій в лабораторії по дослідженню паливно-мастильних матеріалів представлена на рис.4.1.

Розробка інженерно-технічних заходів, спрямованих на забезпечення безпечного функціонування потенційно-небезпечних ситуацій, захист виробничого персоналу та населення у разі виникнення аварій, надзвичайних ситуацій представлена в таблиці 5.1 [37].

					КРМ.133ГМмд_21.10.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

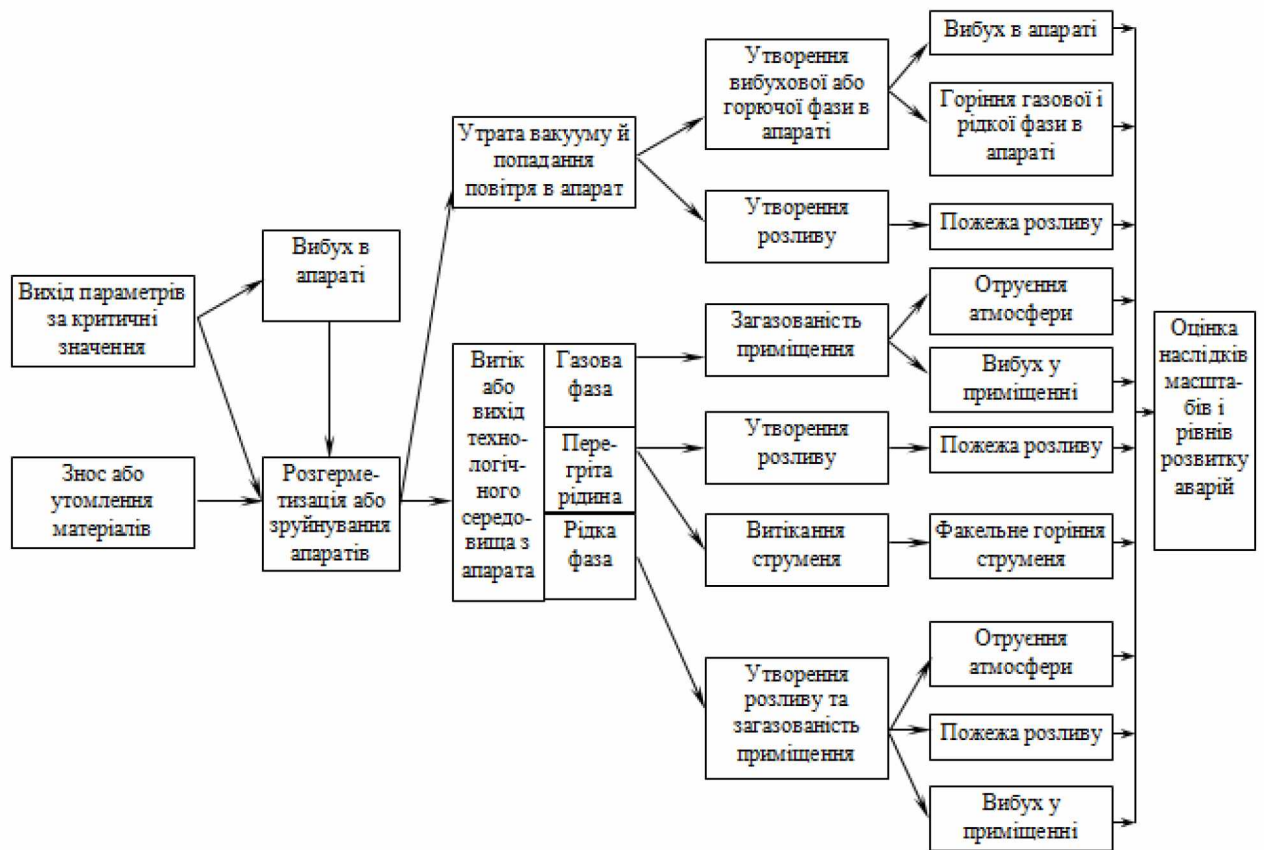


Рисунок 5.1 – Схема побудови сценаріїв виникнення й розвитку аварій в лабораторії по дослідженню паливно-мастильних матеріалів

Таблиця 5.1 – Типова схема поетапного аналізу умов виникнення і розвитку аварій

Найменування стадії розвитку аварійної ситуації (аварії)	Основні принципи аналізу умов виникнення (переходу на іншу стадію) аварійної ситуації (аварії) та її наслідків	Способи і засоби попередження, локалізації аварії
1	2	3
Утворення вибухонебезпечного середовища в апараті (установка для визначення фракційного складу)	Аналіз вибухопожежонебезпечних властивостей речовин під тиском і при температурі технологічних процесів; оцінка можливості й умов утворення вибухонебезпечного середовища	Флегматизація вибухонебезпечної технологічної суміші інертними газами, введення інгібіторів; зміна складу технологічного середовища, температури і тиску процесу, способу введення реагентів до апарата

1	2	3
Наявність джерел запалювання в апаратурі та поза устаткув. (установка для визначення температури спалаху)	Аналіз вибухопожежонебезпечних характеристик речовин під тиском і при температурі технологічних процесів; оцінка можливості й умов утворення джерел запалювання в середині апаратів	Скорочення часу перебування технологічного середовища в апараті, заземлення устаткування, застосування засобів відводу й нейтралізації статичної електрики
Вибух в апаратурі (установка для визначення фракційного складу)	Наявність постійних і випадкових джерел запалювання та їх характеристики у порівнянні з температурою самозаймання й мінімальною енергією запалювання. Наявність вибухонебезпечної суміші	Виключення джерел запалювання, застосування засобів контролю і регулювання щодо запобігання утворенню вибухонебезпечної суміші
Зруйнування апаратури (установка для визначення фракційного складу)	Аналіз кількісних енергетичних характеристик вибуху (надлишковий тиск, швидкість наростання тиску) й порівняння їх із характеристиками міцності апаратури. Наявність засобів захисту устаткування від зруйнування при вибуху (запобіжні клапани, вибухові мембрани, відсікачі і т. ін.)	Оснащення запобіжними пристроями, автоматичними системами придушення вибуху, підвищення характеристик міцності апаратури
Викид продукту з апаратури (установка для визначення температури спалаху)	Визначення маси викинутого продукту, його складу, агрегатного стану, фізико-хімічних, вибухонебезпечних і токсичних властивостей. Перевірка стану міжблочних засобів, які перекривають надходження в апаратуру прямих і зворотних потоків технологічного середовища та теплоносіїв; їх відповідність вимогам нормативних документів; перевірка швидкодії виникальних засобів; перевірка навичок обслуговуючого персоналу щодо приведення в дію блокувальних засобів. Оцінка можливості виникнення вибухонебезпечних паро-, пилогазоповітряних сумішей, розміру площі розливу рідини	Блокування аварійної апаратури, обмеження площі розливу рідкої фази та її відведення в закриті системи, злив рідкої фази з апаратури в аварійну ємність. Скидання газової фази на факал (закриту систему, установку нейтралізації). Виведення людей з небезпечної зони
Розгерметизація апаратури (установка для визначення фракційного складу)	Перевірка відповідності устаткування, трубопроводів, запірної арматури, запобіжних і ущільнюючих пристроїв і т. ін. вимогам нормативів (проекту, регламентам); оцінка технічного стану апаратури (якість зварних з'єднань, складання роз'ємних з'єднань, ступінь зносу і т. ін.); оцінка порядку й повноти діагностичного контролю, ефективності планово-запобіжних ремонтів і т. ін.	Розвиток бази діагностування і дефектоскопії устаткування; вдосконалення системи планово-запобіжного ремонту; заміна морально застарілого, зношеного й не відповідного нормативам устаткування

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

1	2	3
Виникнення пожежі (лабораторія по дослідженню паливно-мастильних матеріалів)	Оцінка й аналіз: можливих масштабів пожежі (площа, кількість горючих продуктів, склад продуктів згорання, в т. ч. неповного); наявності й ефективності засобів гасіння пожежі; вміння персоналу діяти при ліквідації осередку займання; оперативності й оснащення ДПЧ; наявності і характеристик джерел запалювання	Виключення джерел запалювання; оснащення ефективними засобами гасіння пожежі, засобами сигналізації і зв'язку; дії персоналу і спецпідрозділів щодо рятування людей, гасіння пожежі
Перегрів устаткування з ЛЗР, ГР і зрідженими газами при пожежі з наст. вибухом	Наявність ємкісного устаткування з горючими продуктами в зоні можливого поширення пожежі (розлив продуктів). Наявність і ефективність систем аварійного спорожнення та скиду на факел (свічу), систем зрошення (охолодження), екранів і т. ін.	Винос ємкісного устаткування з зони можливого поширення пожежі. Оснащення його засобами аварійного спорожнення, скидання на факел, системами зрошення (охолодження); встановлення екранів і т. ін.

Для покращення стану охорони праці в лабораторії необхідно провести ряд заходів, зокрема:

- розробити нові та переглянути застарілі інструкції по охороні праці;
- дотримуватись потрібної періодичності та обсягів інструктажів по техніці безпеки;
- забезпечити куточки з охорони праці наочними засобами;
- проводити навчання та атестування дослідників з охорони праці та ін.

5.3 Економічна ефективність виробництва та використання біоетанолу

Суттєвим моментом, що характеризує ситуацію на ринку нафтопродуктів в Україні, є поширення впливу нафтовидобувних та постачальницьких компаній на найпотужніші українські нафтопереробні заводи. Це призвело до того, що питання диверсифікації джерел постачання

					КРМ.133ГМмд_21.10.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

сирої нафти на НПЗ не може бути вирішене в принципі. Таким чином, кілька компаній мають можливість повністю контролювати український ринок нафти і нафтопродуктів.

За таких умов абсолютно логічно ставити питання про організацію власного виробництва моторних палив з різними видами паливних добавок, однією з яких є біоетанол. Економічний аспект використання біоетанолу полягає в зниженні вартості палива, запаси якого на світовому ринку постійно зменшуються. Виробництво біоетанолу за діючими в галузі технологіями характеризується значними енерговитратами (5-6 м природного газу та 2,2-23 кВт електричної енергії на 1 дал біоетанолу), а тому існує нагальна потреба у суттєвому зниженні його собівартості, що визначає конкурентоспроможність продукції та рівень рентабельності виробництва.

Найбільш ваговою статтею витрат у собівартості біоетанолу є сировина, питома вага якої становить близько 60% і залежить від цінової ситуації на ринку сировини. Виходячи з цих принципів, важливо визначити економічну доцільність використання різних видів високоенергетичних культур при їх трансформації для промислового виробництва біоетанолу.

До енергопривабливих рослин європейської ґрунтово-кліматичної зони для промислового виробництва біоетанолу експерти відносять однорічні рослини з високим вмістом цукру та крохмалю: цукрові буряки, зернові колосові, кукурудзу, картоплю.

Економічна ефективність цих культур як сировини для виробництва біоетанолу залежить від їхньої врожайності та вмісту цукру або крохмалю. Залежно від цих показників кожна країна визначає свою енергетичну культуру для виробництва біоетанолу. У таблиці 5.2 наведено вартість сировини у собівартості біоетанолу найпотужніших виробників.

					КРМ.133ГМмд_21.10.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

Таблиця 5.2 – Порівняння вартості сировини в собівартості біоетанолу найбільш потужних його виробників

Стаття витрат	Кукурудза, США	Пшениця, Німеччина	Цукровий буряк, Німеччина	Цукрова тростина Бразилія
Сировина: євро/дм ³	0,209	0,277	0,351	0,098
% до собівартості	53	50,5	58,9	67,7
Собівартість, євро/дм ³	0,395	0,55	0,596	0,145
Супутні продукти	-0,067	-0,068	-0,072	-
Дотації	-0,079	-	-	-
Нетто собівартість, євро/дм ³	0,249	0,482	0,524	0,149

Супутніми продуктами є суха зернова барда (кормовий продукт) при переробці кукурудзи і пшениці та жом; біогаз при переробці цукрових буряків.

Технологічна оцінка сировини для виробництва біоетанолу в Україні базується на таких вихідних даних: урожайність зернових – 2,7 т/га, вміст крохмалю - від 54 до 57%, кукурудзи, відповідно, 5,0 т/га і 59-60%, цукрових буряків - урожайність 30,0 т/га, вміст цукру 14%, картоплі - урожайність 30,0 т/га, середній вміст крохмалю - 14%, зеленої маси цукрового сорго - урожайність 80,0 т/га (таблиця 5.3).

Наведені в табл. 5.3, 5.4 розрахунки показують, що найменша посівна площа для виробництва однієї тонни біоетанолу необхідна для вирощування зеленої маси цукрового сорго - 0,14 га, а найбільша - для зернових культур, відповідно, продуктивність одного гектара площі зменшується з 4500 л до 1005 л біоетанолу.

Вартість сировини в собівартості біоетанолу розташовується в наступному низхідному ряду: цукрові буряки > зернові качани > зелена маса цукрового сорго > кукурудза > меляса.

Найбільша конкурентоспроможність біоетанолу досягається при його виробництві з меляси, де повна собівартість, включаючи переробку, становить 0,43 євро за літр. Покращити цей показник можна за рахунок

глибини переробки всіх видів сировини та отримання супутніх продуктів.

Потреба українського ринку в нафтопродуктах оцінюється в 5,5 млн. тонн бензину та 6,5 млн. тонн дизельного палива [24, 25].

Таблиця 5.3 – Технологічна оцінка сировини для виробництва біоетанолу в Україні

Культура	Середня урожайність, т/га	Вихід біоетанолу з однієї тонни сировини, л	Необхідно сировини для виробництва однієї тонни біоетанолу, т	Необхідна посівна площа для виробництва однієї тонни біоетанолу, га	Продуктивність одного гектара площі за біоетанолом, л
Зернові колосові	2,7	372	3,4	1,24	1005
Кукурудза	5,0	399	3,1	0,63	1995
Цукровий буряк	35	88,4	14,1	0,42	3094
Зелена маса цукрового сорго	80	113,7	11,0	0,14	4550
Меляса бурякова	-	303	4,1	-	-
Картопля	18	100,4	12,0	0,66	1807

Таблиця 5.4 – Розрахунок собівартості сировини в одній тонні біоетанолу

Культура	Ціна 1 т сировини, грн.	Вихід біоетанолу з 1 т сировини, т	Вартість сировини в 1 т біоетанолу, грн.	Вартість сировини в 1 л біоетанолу, грн.	Повна собівартість біоетанолу з урахуванням перероблення	
					грн./т	грн./л
Зернові колосові	6726	0,3	22420	16,25	34397	24,94/0,70 €
Кукурудза	5841	0,32	18253	13,23	33409	24,22/0,66 €
Цукровий буряк	1699	0,08	21240	15,40	30796	22,33/0,54 €
Зелена маса цукрового сорго	1699	0,09	21240	15,40	30799	22,33/0,54 €
Меляса бурякова	3540	0,24	14750	10,69	22125	16,04/0,43 €
Картопля	4685	0,08	58565	42,46	81989	59,44/1,55 €

Біоетанол як паливо для існуючих в Україні типів двигунів може використовуватися тільки в суміші з мінеральним паливом: бензином у кількості до 6 об'ємних відсотків і дизельним паливом у кількості 10-12 об'ємних відсотків. Таким чином, при використанні біоетанолу як добавки до

всього обсягу палива, що виробляється в Україні, щорічна потреба в біоетанолі становитиме 1 млн. тонн (1,25 млрд. літрів). Для виробництва такої кількості біоетанолу необхідно 3,4 млн тонн колосків зернових, або 3,1 млн тонн кукурудзи, або 14,1 млн тонн цукрових буряків, або 11 млн тонн зеленої маси цукрового сорго, або 4,1 млн тонн бурякової меляси, або 12 млн тонн картоплі.

Заміна 6% бензину та 10% дизельного палива біоетанолом суттєво вплине на вирішення проблеми забезпечення енергетичної незалежності України. Світовий досвід свідчить про доцільність організації виробництва біоетанольних палив із вмістом біоетанолу 85% (для бензинових двигунів) і 95% (для дизельних двигунів) та автомобілів, здатних використовувати такі палива. Такі автомобілі, окрім США, Канади та Бразилії, з 2005 року використовуються в Німеччині та Швеції. При реалізації такої програми потреба в біоетанолі зростає щонайменше вдвічі.

Таким чином, для виробництва біоетанолу Україна має реальну сировинну базу, сучасні технології його переробки для стабільного та потужного розвитку.

					КРМ.133ГМмд_21.10.000 ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

1. Актуальним є напрямок отримання моторних палив з відновлюваних джерел, а саме з біологічної сировини. До таких палив відносяться метиловий та етиловий спирти, які можуть використовуватися в теплових двигунах як в чистому вигляді, так і в якості добавок до бензину. Високе октанове число біоетанолу може забезпечити більш високу ефективність його використання в двигуні внутрішнього згорання з більш високим ступенем стиснення, або, у разі використання біоетанолу в суміші з бензином, надає можливість використовувати менш дорогий бензин з більш низьким октановим числом.

2. Для живлення двигунів існуючих автомобілів сумішами бензинів з додаванням біоетанолу без конверсії оптимальним і доцільним є вміст біоетанолу в бензині в кількості до 20%.

3. Розроблено програму експериментальних дорожніх випробувань автомобіля ЗАЗ-1103 "Славута". Для проведення експериментальних досліджень двигуна МеМЗ-2457 та автомобіля ЗАЗ-1103 "Славута" було проведено перевірку їх технічного стану, відрегульовано до нормативних значень двигун та системи автомобіля.

4. Паливні характеристики автомобіля ЗАЗ-1103 "Славута" були отримані при живленні двигуна бензином А-95 та бензином з добавками 10 та 20% біоетанолу зі стандартними та оптимальними значеннями встановлювального кута випередження запалювання.

5. Під час дорожніх випробувань автомобіля ЗАЗ-1103 "Славута" при живленні двигуна бензином з добавками 10 і 20% біоетанолу з оптимальними значеннями встановлювального кута випередження запалювання 10 і 14 град. к.к.в. витрата палива (л/100 км) порівняно зі стандартним бензином становить 3,7 і 2,6% відповідно.

					КРМ.133ГМмд_21.10.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59