

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: «Вплив паливних добавок автомобільних бензинів на техніко-
економічні показники двигуна»

КРМ.133ГМмд_22.20.000 ПЗ

Виконав: здобувач вищої освіти
за освітньо-професійною програмою «Ма-
шини і засоби механізації сільськогосподар-
ського виробництва» спеціальності 133
«Галузеве машинобудування»
ступеня вищої освіти *магістр*
групи 133ГМмд_22
СИТНИК Дмитро

Керівник: канд. техн. наук, доцент
ХАРАК Руслан

Полтава – 2023 року

ВСТУП

Основною сировиною для виробництва ПММ є нафта, яка відноситься до невідновлювальних видів сировини, і її запаси в надрах землі скорочуються з кожним роком. Нафтородовища поступово вичерпуються, а нові, якщо і відкриваються, то у важкодоступних місцях або на морському шельфі, тому собівартість на добування нафти зростають.

Це призводить до того, що темпи росту добутку нафти в останні роки значно скоротився в багатьох країнах світу. Тому виникла невідповідність між всезростаючими потребами в нафтопродуктах для різноманітних видів техніки і можливістю задовільнити потреби нафтопереробною галуззю. Для подолання такої різниці необхідні значні зусилля як виробників нафтопродуктів, так і їх споживачів, тобто всіх галузей народного господарства. Шляхи збалансованого виробництва і споживання ПММ в перспективі на найближчі 10...15 років в загальному вигляді можуть бути представлені наступними трьома напрямками:

1. Збільшення обсягів рідких нафтових палив і олив завдяки поглибленій переробці нафти.
2. Використання альтернативних палив і олив.
3. Економне та раціональне використання ПММ.

Кожний з цих напрямків передусім включає раціональні шляхи їх реалізації.

Разом із складністю і багатофакторністю проблеми забезпечення енергетичними ресурсами сільськогосподарських виробників залишилося ще багато невирішених задач, пов'язаних з розробкою шляхів їх ефективного використання. Це, передусім, впровадження енерго- та ресурсозаощадних технологій, припинення спаду виробництва, поліпшення ефективності використання ресурсного потенціалу виробництва біопалив, покращення структури споживання паливо-енергетичних ресурсів.

					КРМ.133ГМмд_22.20.000 ПЗ	Арк.
						2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

За останній час прийнято ряд нормативних документів, які регламентують економію паливно-енергетичних ресурсів та розвиток альтернативних джерел енергії. Але, через їх недостатню економічну обґрунтованість і недосконалу політику ціноутворення потрібних результатів не досягнуто. В цих умовах раціональне використання паливно-енергетичних ресурсів та використання альтернативних видів палива – необхідні фактори підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва.

					КРМ.133ГМмд_22.20.000 ПЗ	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1. Умови застосування і основні вимоги до бензинів

До двигунів з примусовим запалюванням відносяться поршневі і роторно-поршневі карбюраторні двигуни, двигуни з системою впорскування палива (інжекторні) і двигуни, що працюють на газоподібному паливі. Основним рідким паливом для таких двигунів є бензин. Бензин - це складна суміш летких ароматичних, нафтових і парафінових вуглеводнів та їх похідних з числом атомів вуглецю 5-10 і середньою молекулярною масою близько 100 одиниць. Легкозаймиста, безбарвна або жовтувата (без спеціальних домішок) рідина, що має температуру кипіння 35...205 °С [1].

Карбюраторні двигуни характеризуються зовнішнім сумішоутворенням. Паливна суміш утворюється в спеціальному пристрої - карбюраторі. Процес сумішоутворення полягає в розпиленні, випаровуванні та змішуванні бензину з кількістю повітря, необхідною для його повного згорання. Випаровування бензину і його змішування з повітрям відбувається як у впускному трубопроводі двигуна, так і в циліндрі під час тактів впуску і стиснення. Якість змішування бензину з повітрям впливає на швидкість і повноту згорання робочої суміші, і, як наслідок, на економічність роботи двигуна.

Одним з основних недоліків карбюраторних двигунів є нерівномірний розподіл паливної суміші в циліндрах і робота їх з різними коефіцієнтами надлишку повітря. Це супроводжується появою у відпрацьованих газах оксидів вуглецю при збагаченні суміші і оксидів азоту, в разі збіднення, відбувається підвищена токсичність відпрацьованих газів і знижується економічність роботи двигуна.

Недоліком безпосереднього впорскування палива є скорочення часу на утворення суміші. Це збільшує жорсткість бензинового двигуна.

					КРМ.133ГМмд_22.20.000 ПЗ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Бензин повинен відповідати всім основним вимогам, що пред'являються до будь-якого палива, крім деяких спеціальних: мати високі сумішоутворювальні властивості при роботі двигуна на різних режимах, а також високу детонаційну стійкість, що забезпечує нормальне згоряння палива на різних режимах роботи двигуна.

На утворення однорідної паливної суміші впливає вміст механічних домішок і вологи.

Механічні домішки в бензині шкідливі, оскільки призводять до засмічення паливних фільтрів, паливопроводів і форсунок. Це порушує нормальну роботу двигуна. Крім того, потрапляючи в двигун, механічні домішки прискорюють роботу його циліндро-поршневої групи. Вода в бензині не допускається. При температурі нижче 0 °С, тому що при замерзанні вода утворює кристали, які можуть зупинити доступ бензину. Вода також сприяє окисленню бензину, оскільки в ній розчиняються стабілізатори. Вода є основною причиною корозії деталей системи живлення. Тому необхідно регулярно зливати воду і осад з паливних баків.

1.2 Нормальне і детонаційне згоряння

Від характеру і повноти згоряння робочої суміші, моменту початку і закінчення згоряння істотно залежать як потужність, так і економічність роботи двигуна.

Згоряння робочої суміші може бути нормальним, полум'яним або неконтрольованим (в результаті самозаймання) і детонаційним.

Нормальне згоряння. У двигунах з примусовим запалюванням робоча суміш стискається до 1...1,5 МПа і нагрівається за рахунок теплоти стиснення до 350...380 °С, запалюється електричною іскрою і згорає в процесі поширення фронту полум'я по всій камері згоряння. При цьому розрізняють три фази

					КРМ.133ГМмд_22.20.000 ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

горіння (рис. 1.1): створення осередку горіння (ділянка а), швидке поширення фронту полум'я (ділянка б) і процес догорання (ділянка в).

Рисунок 1.1 – Індикаторна діаграма бензинового двигуна

Перша фаза починається з іскри і закінчується значним підвищенням тиску внаслідок горіння. У цій фазі початок горіння відбувається між електродами свічки, при цьому він поступово перетворюється на розвинений фронт полум'я.

Друга - основна фаза. Швидке поширення фронту полум'я (середня швидкість 15...80 м/с) відбувається, як правило, при постійному об'ємі, оскільки поршень під час цієї фази знаходиться поблизу верхньої мертвої точки. Ця фаза закінчується при досягненні максимального тиску в циліндрі двигуна.

					КРМ.133ГМмд_22.20.000 ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Третя фаза - це процес допалювання робочої суміші.

Для забезпечення максимальної потужності і економічності роботи двигуна точки початку і кінця другої фази повинні бути розташовані майже симетрично відносно верхньої мертвої точки (ВМТ). Положення всіх фаз відносно ВМТ регулюється зміною встановленого кута випередження запалювання. Кут в градусах повороту колінчастого валу від моменту подачі іскри між електродами свічки до ВМТ називається кутом випередження запалювання. Оптимальний кут випередження запалювання в основному залежить від властивостей палива, конструктивних особливостей двигуна, режимів його роботи і для сучасних двигунів коливається в межах $12...15^\circ$.

Детонаційне згоряння. При роботі двигуна через низку причин (висока температура, невідповідність октанового числа бензину вимогам двигуна, а також якості бензину вимогам стандарту тощо) під час детонаційного згоряння фронт полум'я поширюється зі швидкістю $1000...2300$ м/с, а температура підвищується до $2500... 3000$ °С.

Механізм детонаційного горіння робочої суміші ще до кінця не вивчений. Найбільшого поширення набула теорія органічних пероксидів, згідно з якою детонація відбувається в результаті ланцюгових реакцій утворення і розщеплення пероксидів вуглеводнів під впливом високих температур і тиску в робочій суміші, яка горить останньою. Під час розщеплення пероксидів виділяється багато тепла і утворюються нові активні частинки [1].

Спочатку займання робочої суміші відбувається від іскри свічки запалювання, а фронт полум'я при температурі $2000 ... 2500$ °С поширюється з нормальною швидкістю. При цьому згорає навіть при інтенсивній детонації, як правило, 75% робочої суміші, а при слабкій детонації - 95% .

При підвищенні температури ($400...450$ °С) і тиску ($3...4$ МПа) в частині незгорілої робочої суміші в результаті передполум'яних реакцій відбувається попереднє окислення вуглеводнів з утворенням пероксидних сполук. При досягненні відповідної концентрації пероксидів і активних продуктів їх розкладання

					КРМ.133ГМмд_22.20.000 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

в одній частині зони незгорілої робочої суміші внаслідок самозаймання виникає нове полум'я, яке поширюється з надзвуковою швидкістю в напрямку нормального фронту горіння. Тиск і температура різко зростають за рахунок детонаційної хвилі, яка запалює сусідній шар суміші, а нова детонаційна комірка, що утворилася, в свою чергу, запалює наступну ділянку суміші і так далі.

Тиск у циліндрі різко зростає, а потім, вібруючи, зменшується з розширенням, викликаючи характерний гучний металевий стукіт через вібрацію стінок і головки циліндра від удару детонаційної хвилі. Крім того, детонація супроводжується появою чорного диму у вихлопних газах.

При детонаційному згорянні двигун перегрівається, працює важко і нестабільно, знижується його потужність, збільшується витрата бензину. При тривалій роботі двигуна з детонацією прогорають поршні, клапани, поршневі кільця, пошкоджуються підшипники та інші деталі кривошипно-шатунного механізму.

Некероване (жарове) запалювання. Однією з форм аномального горіння є горіння, яке викликане неконтрольованим займанням, коли робоча суміш включається не іскрою в певний момент, а мимовільно перегрітими деталями (випускними клапанами, електродами свічок запалювання) або гарячими частинками сажі. Теплове займання порушує нормальний хід процесу згорання і відповідно погіршує техніко-економічні показники двигуна.

Самозаймання може відбутися до і після запалювання суміші свічкою. Самозаймання для іскрового запалювання особливо небезпечно. При цьому відбуваються явища, характерні для великого кута випередження запалювання: різке підвищення тиску і температури викликає збільшення навантаження на поршень, шатун і колінчастий вал. Особливістю теплового займання є його зв'язок з детонацією. Теплове займання може призвести до детонації, а тривала детонація може перетворитися на теплове займання. Для сучасних форсованих карбюраторних двигунів теплове займання є основною перешкодою для їх подальшого форсування.

					КРМ.133ГМмд_22.20.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

Тенденція бензину до неконтрольованого займання не нормалізується.

Характерною рисою зовнішньою ознакою теплового займання в карбюраторному двигуні є продовження роботи двигуна з дуже низькою частотою обертання колінчастого вала ($200 \dots 300 \text{ хв}^{-1}$) після вимкнення запалювання.

Основними заходами боротьби з тепловим займанням є вдосконалення конструкції камер згоряння, зміна властивостей утворюється сажі шляхом додавання в паливо спеціальних присадок. Дія найбільш поширених фосфатних добавок (наприклад, трикрезилфосфату) обумовлено його здатністю взаємодіяти з продуктами горіння теплових електростанцій. В цьому випадку пухка (пухка) окалина з низькою температурою самозаймання перетворюється в щільну з більш високою температурою самозаймання.

Ви можете знизити безпеку теплового займання, вибравши правильні свічки. вони підбираються для конкретного двигуна таким чином, щоб, з одного боку, виключити можливість теплового займання в теплонапружених режимах, а з іншого боку, забезпечити некоксування свічки запалювання на мінімальних режимах.

1.3 Октанове число

Здатність бензину протистояти детонації оцінюється октановим числом, мінімальне значення якого відображається на марці бензину.

Октанове число (ОЧ) бензину дорівнює процентному (за об'ємом) вмісту ізооктану в такій суміші з нормальним гептаном, яка еквівалентна за антидетонаційними властивостями цьому паливу за стандартних умов випробувань.

Октанове число визначається шляхом порівняння детонаційної стійкості цього бензину з еталонним паливом, октанове число якого відоме, на стандартному одноциліндровому двигуні зі змінним ступенем стиснення.

Еталонним паливом є суміш з різним вмістом (за об'ємом) двох вуглеводнів - ізооктану (C_8H_{18}) і нормального гептану (C_7H_{16}), а також більш дешеві

					КРМ.133ГМмд_22.20.000 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

види палива (суміш бензолу з авіаційним бензином, суміш авіаційного бензину з уайт-спіритом та ін.) на ізооктані і гептані. Ізооктан має високу детонаційну стійкість, яку умовно приймають за 100, нормальний гептан - дуже низьку, яку приймають за 0. Якщо необхідно визначити детонаційну стійкість високооктанового бензину (октанове число більше 100), до ізооктану додають спеціальну антидетонаційну присадку.

Розроблено та стандартизовано низку методів визначення октанового числа бензину. Найчастіше використовують два методи (табл. 1.1): моторний (ГОСТ 511-82) та експериментальний (ГОСТ 8226-82). Оцінка ОЧ одночасно двома методами дозволяє визначити чутливість бензину до зміни режиму роботи двигуна. Чутливість бензину оцінюється за різницею між ОЧ, отриманими експериментальним і моторним методами.

Оцінка детонаційної стійкості бензину в лабораторних умовах на одноциліндрових двигунах є відносною і не завжди збігається з фактичною детонаційною стійкістю бензину на повнорозмірних двигунах в умовах експлуатації. Вважається, що експериментальний метод певною мірою характеризує антидетонаційні властивості бензину при роботі двигуна в умовах міського руху при відносно низьких теплових режимах. При підвищеному тепловому режимі (рух по ґрунтових дорогах, перевезення великогабаритних вантажів тощо) фактична детонаційна стійкість бензину більше відповідає октановому числу, визначеному моторним методом.

Точніше, детонаційну стійкість бензину визначають на повнорозмірних двигунах в стендових умовах за дійсним октановим числом (ОЧ) і найбільш точно в дорожніх умовах безпосередньо на автомобілях за октановим числом (ОЧ).

					КРМ.133ГМмд_22.20.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

Таблиця 1.1 – Технічні умови визначення октанового числа на установці УИТ-65

Показник	ОЧМ	ОЧД
Двигун	Одноциліндровий із змінним ступенем стиску	
Частота обертання вала, хв^{-1}	900±10	600±10
Температура, °С		
в системі охолодження	100±2	100±2
повітря	40...50	52±2
пальної суміші	140±1	не підігрівається
масла в картері	50...75	50...75
Кут випередження запалювання	Змінний: 26° до ВМТ при $\epsilon=5$ 19° до ВМТ при $\epsilon=5$	Постійний: 13° до ВМТ
Склад пальної суміші	Відповідає найбільшій детонації	

Різниця між ДОЧ, ОЧМ і ОЧД (чутливість дороги) можуть широко варіюватися в залежності від компонентного і вуглеводневого складу бензину. Особливо високу дорожню чутливість етилованих бензинів (до 10 одиниць), тому вони значно менше неетилваних, забезпечують вимоги, що пред'являються до них.

Увага багатьох дослідників зосереджена на створенні немоторних методів оцінки детонаційної стійкості бензину, які б визначали октанові числа безпосередньо при виробництві товарного бензину і в умовах його використання (в господарствах).

На виникнення та інтенсивність детонації впливають як конструктивні, так і експлуатаційні фактори двигуна. До конструктивних факторів відносяться: ступінь стиснення, діаметр циліндрів, форма камери згоряння, матеріал, з якого виготовлені деталі циліндропоршневої групи, розташування свічок запалювання і багато іншого.

До експлуатаційних факторів відносять: частота обертання колінчастого вала, кут випередження запалювання, склад паливної суміші, температура і вологість, якість відкладень на поршневій групі, температура охолоджувальної рідини тощо.

Детонація найчастіше виникає при прогріванні двигуна до повного навантаження на низьких частотах обертання колінчастого вала. Погіршення охолодження двигуна (сажа, накип, ослаблення ременів вентилятора тощо), збільшення відкриття дросельної заслінки, зменшення частоти обертання колінчастого вала двигуна, збільшення кута випередження запалювання сприяють детонації.

Змінивши режим роботи двигуна, можна запобігти або зупинити детонацію, що почалася. Однак надмірне зменшення, наприклад, кута випередження запалювання, призводить до збільшення витрати бензину і погіршує динамічні властивості автомобіля. Тому октанове число бензину має бути таким, щоб двигун міг працювати в різних умовах без детонації.

Основним фактором, що впливає на виникнення детонації, є ступінь стиснення, який залежить від температури і тиску в камері згорання. Чим вищий ступінь стиснення, тим більша ймовірність детонації, тим вищі вимоги до детонаційної стійкості бензину. Враховуючи те, що зі збільшенням ступеня стиснення двигунів поліпшуються їх техніко-економічні та експлуатаційні показники, вимоги до детонаційної стійкості бензинів постійно підвищуються. Залежність між необхідним октановим числом бензину, ступенем стиснення ϵ і діаметром циліндра D двигуна описується емпіричною формулою [1]:

$$ОЧ = 125,4 - \frac{413}{\epsilon} + 0,183 \cdot D \quad (1.1)$$

В останні роки з'явилася нова вимога до якості високооктанових бензинів-рівномірний розподіл октанового числа між фракціями, що важливо для нормальної роботи двигуна на змінних режимах, переважно при розгоні, і пов'язано з широким розвитком риформінгу. У високооктанових автомобільних бензинах збільшився вміст ароматичних вуглеводнів, октанові числа яких пе-

					КРМ.133ГМмд_22.20.000 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ревищують 100 і вони знаходяться в "хвостових" фракціях. При середньому октановому числі таких бензинів 93 ... 95, "хвостові" фракції мають октанове число приблизно 100, а "основні" фракції мають тільки 62 ... 65.

Використання бензинів з таким нерівномірним розподілом октанових чисел по фракціях знижує надійність і довговічність двигуна, тому їх використання в чистому вигляді в якості товарного бензину не допускається.

Рівномірність розподілу детонаційної стійкості бензинів по фракціях відповідно до комплексу методів кваліфікаційної оцінки автомобільних бензинів контролюється октановими числами двох фракцій, які кип'яють до 100 ° С і вище. Відношення цих октанових чисел, розраховане експериментальним методом, називається коефіцієнтом розподілу детонаційної стійкості. Вона повинна бути не менше 0,8 для бензину А - 76 і не менше 0,75-для бензину А-92.

Висока детонаційна стійкість товарних бензинів досягається трьома основними способами: використанням сучасних технологій отримання палив, таких як каталітичний крекінг, риформінг та ін., які дозволяють отримувати базові бензини з октановими числами ОХМ 75... 80 і ОЧД 80 ... 94 (табл. 1.2); підвищення октанового числа, для чого додають до 40% високооктанових компонентів (ізооктан, алкілбензол та ін.), що мають ОКМ близько 100 (табл. 1.3); введення антидетонаторів, тобто хімічних сполук, які при дуже низьких концентраціях різко підвищують октанове число бензину. Цей спосіб підвищення детонаційної стійкості є найбільш поширеним і ефективним.

Найбільш ефективним антидетонаційним засобом є тетраетилсвинець ТПП-ПБ (C₂H₅)₄-безбарвна або жовтувата рідина з високою щільністю ($\rho_{20} = 1652$ кг / м³), добре розчинна в бензині, температура кипіння близько 200 ° С.ККД теплових електростанцій в 600 разів вище, ніж у бензолу. За своїми антидетонаційними властивостями він практично не має собі рівних.

					КРМ.133ГМмд_22.20.000 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.2 – Антидетонаційні властивості бензинів, одержаних термічним і каталітичним процесами [2]

Спосіб одержання бензину і сировина	ОЧД	ОЧМ	Чутливість бензгону
Термічний крекінг мазуту з суміші куйбишевської нафти	71,2	64,2	7,0
Каталітичний крекінг легкої дистилятної сировини з суміші куйбишевської нафти	82,6	74,9	7,7
Термічний крекінг напівгудрону	75,6	68,5	7,1
Каталітичний крекінг важкої десятилітної сировини з нафти:			
Ромашкінської	83,8	76,2	7,6
Туймазинської	87,0	77,8	9,2
Гідрокрекінг	75,0	71,0	4,0
Каталітичний риформінг (платформінг):			
легкого режиму	83,7	77,0	6,7
жорсткого режиму	96,6	86,0	10,6

Механізм дії антидетонаційних засобів, у тому числі ТЕС, пояснюється перекисною теорією детонації та ланцюгових реакцій. При високих температурах горіння (500 ... 600 ° С) антидетонатор повністю розкладається на свинцеві і етилові радикали. Утворився свинець окислюється з утворенням діоксиду свинцю, який вступає в реакцію з пероксидами і руйнує їх. При цьому утворюються неактивні продукти окислення вуглеводнів, а оксид свинцю, який взаємодіє з киснем повітря, повторно окислюється до діоксиду свинцю, який здатний вступати в реакцію з новою молекулою пероксиду. Кожна зруйнована молекула пероксиду може бути початком самостійного ланцюга утворення нових пероксидів. Цим пояснюється висока ефективність невеликої кількості антидетонаторів, що вводяться в бензин.

Таблиця 1.3 – Антидетонаційні властивості високооктанових компонентів бензину

Компонент	ОЧД	ОЧМ	Чутливість бензгну
Бутанова фракція	94	89	5
Ізобутанова фракція	101	97	4
Ізопентанова фракція	93	90	3
Газовий бензин (33...103°C)	89	86	3
Диізобутилен (ізооктилен)	100	88	12
Полімербензин	100	85	15
Толуол	115	103	12
Алкілбензин	107	100	7
Піробензин	102	88	14
Ізооктан технічний	100	100	0

Недоліком ТЕС є висока токсичність, вона робить негативний вплив в основному на центральну нервову систему. Він має властивість накопичуватися в організмі, може проникати в організм через шкіру і органи дихання. Тому при роботі з ним необхідно дотримуватися суворих заходів безпеки і захисту. У чистому вигляді цей антидетонатор не використовується, так як при його згорянні утворюється оксид свинцю, який осідає на стінках камери згорання, днище поршня, клапанах і електродах свічок запалювання. Для запобігання цьому використовується суміш теплових електростанцій з наповнювачем, що забезпечує перетворення сполук свинцю при горінні в газу. Ця суміш називається етиловою рідиною, а бензин-етилованим. вони пофарбовані, щоб попередити про їх токсичність.

В останні роки були проведені випробування і організовано промислове виробництво більш ефективного антидетонаційного засобу-тетраметилеада (ТМС). Він має більш високу температуру поділу і в високооктанових бензинах ефективніше теплових електростанцій на 0,5 ... 1 октанову одиницю. Темпе-

ратура кипіння ТМС становить 110°C , що сприяє її рівномірному розподілу між циліндрами двигуна і детонаційному опору між бензиновими фракціями.

В даний час застосування свинцевих антидетонаційних засобів різко скорочено. Їх заборонено використовувати в ряді розвинених країн, так як при їх спалюванні утворюються токсичні продукти. Підраховано, що щорічно в атмосферу викидається понад 250 000 тонн сполук свинцю у вигляді аерозолів, тому марганцевий антидетонатор (ВТМ) був запропонований в якості заміни теплових електростанцій. За своїми антидетонаційними властивостями ВТМ практично не поступається свинцю і нетоксичний. Однак його широке промислове впровадження затягується з ряду причин. Основним недоліком ВТМ є інтенсивне утворення оксиду марганцю на електродах свічок запалювання, що призводить до замикання іскрового проміжку і тим самим до зупинки двигуна. Крім того, при сильному освітленні ВТМ розкладається, утворюючи в паливі розчинні в бензині пластівці.

В останні роки зростає інтерес до використання деяких кисневмісних сполук в якості високооктанових компонентів автомобільних бензинів. Прикладом такого високооктанового компонента є метил-трет-бутиловий ефір (МБТЕ) $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$. він нетоксичний, неактивний до корозії, добре змішується з мастильними матеріалами, не руйнує пластмасові вироби. При додаванні 7 ... 10% МБТЕ до бензину, це значно збільшує його октанове число від "основної" фракції, тобто покращує антидетонаційну характеристику легких бензинових фракцій. Це дозволяє збільшити потужність двигуна при розгоні автомобіля. Крім того, МБТЕ покращує склад продуктів згоряння бензину, а також володіє противообледенітельними властивостями для карбюратора.

1.4 Стабільність і схильність бензинів до відкладень

Фізична стабільність. Бензини містять найбільш леткі фракції вуглеводнів, тому їх втрати від випаровування більше, ніж в інших рідких паливах.

					КРМ.133ГМмд_22.20.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Схильність бензинів до втрат при випаровуванні залежить від їхнього фракційного складу, тиску насичених парів, хімічного складу, але задовільної кореляції між втратами і цими показниками немає.

Бензини, що містять Бутан або Бутан-бутенові фракції, найбільш схильні до втрат при випаровуванні. Бензин і ізопентан мають менший вплив на сприйнятливність бензину до втрат. Втрати зимового бензину приблизно в 1,5 рази перевищують літні втрати при тих же умовах зберігання. Однак при правильному транспортуванні зберіганні втрати бензину невеликі, а зміна їх якості незначно.

При низьких температурах бензин може утворювати тверду фазу у вигляді кристалів льоду або вуглеводнів. Вільна вода, яка може випадково потрапити в паливо, тут не розглядається. Йдеться про воду, яка з'явилася в бензині через поглинання вологи з повітря. Ароматичні вуглеводні мають найбільшу здатність поглинати вологу з повітря (гігроскопічність) і вона зменшується з підвищенням температури, зниженням вологості і тиску. Крім кристалів льоду, бензин може містити кристали деяких вуглеводнів, таких як бензол, ксилол та ін., навіть при підвищених температурах, так як температура кристалізації бензолу становить $5,5^{\circ}\text{C}$, а ксилолу $-13,3^{\circ}\text{C}$ [3].

Хімічна стабільність. Хімічна стабільність бензинів безпосередньо залежить в основному від групового хімічного складу палива і кількості ненасичених вуглеводнів. Кількісно хімічна стабільність бензину оцінюється по індукційному періоду. Чим довше індукційний період бензину, тим він стабільніший.

У бензинах риформінгу і термічного крекінгу багато ненасичених вуглеводнів з низькою хімічною стабільністю, індукційний період яких, зазвичай, не перевищує 100 ... 200 хвилин.

Бензини каталітичного крекінгу більш стабільні, а бензини каталітичного риформінгу і продукти алкілування, ізомеризації і гідрування мають високу хімічну стабільність.

					КРМ.133ГМмд_22.20.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Підвищення хімічної стабільності бензинів досягається, як і інших продуктів, двома способами: очищенням нестабільних дистилатів і застосуванням спеціальних антиоксидантних добавок. Найбільш перспективним методом очищення є гідроочищення, але для бензинових фракцій гідроочищення застосовується в основному для підготовки сировини до платформування.

Ефективним і економічним способом підвищення хімічної стабільності є введення антиоксидантних добавок-речовин, здатних порушувати ланцюгові реакції окислення, тим самим збільшуючи індукційний період. Порівняльна ефективність вітчизняних антиоксидантів наведена в таблиці. 1.4 (індукційний період бензину 285 хвилин).

Таблиця 1.4 – Ефективність антиокислювачів в неетильованому бензині

Антиокислювач	Концентрація, %	Індукційний період, хв
Деревносмоляний	0,065	560
ФЧ-16	0,065	615
<i>n</i> -оксидифеніламін	0,01	785
Іонол (Агідол-1)	0,03	705

Антиокислювачі деревносмоляний і ФЧ-16 характеризуються обмеженою розчинністю в бензині і доброю у воді, тому вони поступово замінюються на Іонол і Агідол-12 [4].

Антиокислювальні присадки, крім попередження окислення вуглеводнів бензину, ефективні і в стабілізації тетраетилсвинцю. В умовах зберігання і використання тетраетилсвинцеві може окислятися киснем повітря і утворювати твердий осад. Такий бензин до використання в двигуні непридатний.

Схильність до відкладень. Під час роботи двигуна відкладення можна побачити на деталях системи живлення, у впускному колекторі, на стінках камери згоряння. Кількість відкладень у впускному трубопроводі безпосередньо залежить від наявності фактичних смол в бензині. У зв'язку з тим, що вміст фактичних смол при зберіганні збільшується за рахунок окислення ненасичених

вуглеводнів, стандарт обмежує їх вміст як за місцем виробництва, так і за місцем споживання. У сучасних автомобільних бензинах вміст фактичних смол на місці виробництва не повинен перевищувати 5 мг на 100 мл палива, а на місці споживання - 7 мг на 100 мл.

Смолисті речовини, що містяться в бензині, не згорають повністю, а під дією високих температур перетворюються в лакоподібні речовини (лаки) і сажу. Лаки призводять до вигорання компресійних кілець, поршня. В результаті потужність двигуна знижується, а витрата масла збільшується.

Сажа-тверді вугільні відкладення, що утворюються з смолистих речовин на стінках камери згоряння, впускних клапанах під дією високих температур. Сажа має дуже низьку теплопровідність, тому охолодження камер згоряння погіршується, що позначається на потужності і ККД двигуна. Сажа також викликає теплове займання. Схильність бензину до осадження залежить головним чином від вмісту і складу ароматичних вуглеводнів, етилової рідини і сірчистих сполук, присутніх в ньому.

Ароматичні вуглеводні мають високу детонаційну стійкість, тому вони бажані в бензині, але вони збільшують схильність бензину до окису вуглецю. З огляду на це, оптимальний вміст ароматичних вуглеводнів в бензині знаходиться в межах 30 ... 55%.

Етилований бензин більш схильний до впливу чадного газу, ніж неетилований. Крім того, зі збільшенням концентрації тетраетилсвинцю зростає схильність бензину до чадного газу.

Сполуки сірки, присутні в бензині, беруть участь в утворенні сажі, і чим більше сірки в бензині, тим більше кількість сажі:

Вміст сірки в бензині, %	0,046	0,1	0,2	0,367
Маса нагару в двигуні, г	1,9	2,93	4,26	5,67

1.5 Корозійні властивості

Бензин викликає корозію різних металів і сплавів, що контактують з ним при транспортуванні, зберіганні і використанні.

У технічних умовах на якість бензину проводиться оцінка корозійної активності-випробування "на мідній пластині", оскільки особливо сильно сірка і її сполуки діють на мідь і її сплави. Прийнято два методи випробування палива на мідній пластині-стандартний і прискорений. За стандартною методикою випробувань він триває 3 години при температурі 50 ° С, за прискореною-18 хвилин при температурі 100 ° С (рис. 1.2) [1].

Рисунок 1.2 – Схема приладу для визначення активної сірки (на мідній пластинці):

1 – водяна баня; 2 – колба з паливом; 3 – пластинка з рафінованої міді;
4 – холодильник

Якщо паливо пройшло випробування, то це свідчить про те, що вміст сірководню в бензині становить не більше 0,0003%, а вільної сірки - 0,0015%. При таких концентраціях ці сполуки мало впливають на корозійну активність бензинів.

					КРМ.133ГМмд_22.20.000 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вміст органічних кислот у товарних бензинах обмежений показником-кислотністю. Для автомобільних бензинів кислотність не повинна перевищувати 3 мг КОН / 100 мл, а для бензинів більш високої якості - від 0,8 до 1,0 мг КОН / 100 мл.

Водорозчинні кислоти і луки зазвичай є випадковими домішками в бензині. Згідно з технічними умовами, водний екстракт автомобільних бензинів повинен мати нейтральну реакцію.

1.6 Асортимент бензинів

На сьогодні в Україні діє два стандарти на автомобільні бензини: ДСТУ 4063–2001 [6] і ДСТУ 4839:2015 [7].

Основні показники якості автомобільних бензинів згідно ДСТУ 4839:2015 приведені в табл. 1.5.

Таблиця 1.5 – Основні показники якості автомобільних бензинів згідно ДСТУ 4839:2015 [7]

Назва показника	Значення для марок		
	А-92-Євро	А-95-Євро	А-98-Євро
1	2	3	4
1. Детонаційна стійкість:			
– октанове число за дослідним методом, не менше ніж	92,0	95,0	98,0
– октанове число за моторним методом, не менше ніж	82,5	85,0	88,0
2. Концентрація свинцю, мг/дм ³ , не більше ніж	5	5	5
3. Густина за температури 15 °С, кг/м ³ , у межах	720-775	720-775	720-775
4. Вміст сірки, мг/кг, не більше ніж			
вид I	10	10	10
вид II	50	50	50
5. Стійкість до окислення (індукційний період), хв., не менше ніж	360	360	360

Продовження таблиці 1.5

1	2	3	4
6. Концентрація фактичних смол, мг/100 см ³ , не більше ніж	5	5	5
7. Випробування на мідній пластинці чи корозія мідної пластинки (3 год ± 5 хв) за температури 50 °С, клас не більше ніж	витримує		
	1	1	1
8. Зовнішній вигляд	прозорий та світлий, без механічних домішок і води		
9. Об'ємна частка вуглеводнів, %, не більше ніж: – олефінових – ароматичних	18	18	18
	35	35	35
10. Об'ємна частка бензолу, %, не більше ніж	1,0	1,0	1,0
11. Масова частка кисню, %, не більше ніж	2,7	2,7	2,7
12. Об'ємна частка органічних кисневмісних сполук, %, не більше			
– метанолу	3	3	3
– етанолу	5	5	5
– ізопропілового спирту	10	10	10
– ізобутилового спирту	10	10	10
– третбутилового спирту	7	7	7
– простих ефірів	15	15	15
– інших органічних кисневих сполук з температурою кінця кипіння не вище 210 °С.	10	10	10

Вимоги до класу леткості бензинів

Назва показника	Значення показника для класів леткості					
	A	B	C/C ₁	D/D ₁	E/E ₁	F/F ₁
1. Тиск насиченої пари, кПа, (ТНП) у межах	45,0-60,0	45,0-70,0	50,0-80,0	60,0-90,0	65,0-95,0	70,0-100,0
2. Фракційний склад: – за температури 70 °С випаровується, % (об.), (B70), у межах	20,0-48,0	20,0-48,0	22,0-50,0	22,0-50,0	22,0-50,0	22,0-50,0
– за температури 100 °С випаровується, % (об.), (B100), у межах	46,0-71,0	46,0-71,0	46,0-71,0	46,0-71,0	46,0-71,0	46,0-71,0
– за температури 150 °С випаровується, % (об.), (B150), не менше ніж	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0
– кінець кипіння, °С не вище ніж	210	210	210	210	210	210
– залишок у колбі, % (об.), не більше ніж	2	2	2	2	2	2
3. Індекс парової пробки (ПП), не більше ніж (ПП) = 10 · ТНП + 7 · B70)	–	–	C ₁ 1050	D ₁ 1150	E ₁ 1200	F ₁ 1250

Класи леткості: літні класи – А, В; зимові класи – С, D, E, F; перехідні класи – C₁, D₁, E₁, F₁.

Всі бензини діляться на літні і зимові. Сезонність бензину визначається тільки двома показниками його якості: фракційним складом і тиском насичених парів. Літні бензини використовуються з 1 квітня по 1 жовтня (в південних регіонах їх можна використовувати протягом усього року), зимові - з 1 жовтня по 1 квітня. При переході з літнього на зимовий бензин і навпаки допускається використання бензинів як літнього, так і зимового типів, а також їх сумішей (перехідних) протягом 1 місяця.

					КРМ.133ГМмд_22.20.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Використання літнього бензину взимку призводить до витрати палива на 3 ... 5%.

У більшості промислово розвинених країн використовуються дві марки бензину-Преміум з ОКР 97 ... 98 і регулярно з ОКР 90 ... 94. У США, Англії та Німеччині існує ще одна марка "Супер" з ОХД 100 ... 101, виробництво якої не перевищує 4 ... 6% від загального обсягу виробництва бензину. У багатьох країнах використовується тільки одна марка бензину.

					КРМ.133ГМмд_22.20.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

2 ТЕОРЕТИЧНІ ПОЛОЖЕННЯ

2.1 Паливні добавки (присадки) до автомобільних бензинів

Значно поліпшити експлуатаційні характеристики бензину можна за допомогою паливних присадок (присадок). Розглянемо, наприклад, присадки до палива від BASF [8].

Виробляючи широкий асортимент спеціальних хімікатів, BASF є одним з провідних світових виробників присадок до моторних палив і хімікатів для нафтопереробки. Асортимент присадок BASF охоплює практично весь спектр доступних в даний час способів поліпшення властивостей і експлуатаційних характеристик палив. Таким чином, BASF не має окремих видів присадок до палива, але має комплексні рішення для палива в цілому.

Для чіткого опису асортименту продукції BASF для нафтопереробки їх можна розділити на три групи:

1. до першої групи належать присадки, використовувані для приведення якості палив до вимог стандартів. Європейські стандарти жорстко обмежують вміст сірки, ароматичних і поліциклічних вуглеводнів в паливі, встановлюють набагато більш високий рівень цетанового числа і вводять показник "змащуваність палива". Для забезпечення цих показників BASF пропонує повний спектр присадок: цетанові, противообрастаючі, депресорні і диспергуючі, антикорозійні, антиоксидантні, антистатичні, антифриз-присадки і дезактиватори металів.

2. до другої групи належать багатофункціональні пакети присадок для різних видів палива. Їх основне призначення-забезпечити паливу додаткові експлуатаційні та екологічні властивості, що дозволяють позиціонувати його як паливо більш високої якості. Перш за все, до цієї групи товарів відносяться пакети миючих добавок Керопур. BASF також пропонує пакети присадок для комплексної стабілізації керопонових палив.

					КРМ.133ГМмд_22.20.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

3. до третьої групи належать барвники і маркери для ідентифікації марок палив і запобігання їх фальсифікації. Використання маркерів і барвників дуже важливо на ринках країн СНД у зв'язку зі значною часткою фальсифікації палива.

Виробництво моторних палив, що відповідають сучасним вимогам, практично неможливо без застосування присадок різного призначення.

В останні роки нафтові компанії все більше уваги приділяють підвищенню якості і конкурентоспроможності палив, а за допомогою цих присадок підвищують їх експлуатаційні та екологічні властивості. Провідним напрямком в області комплексного поліпшення експлуатаційних та екологічних властивостей палив є використання присадок.

2.2 Миючі присадки автомобільних бензинів

Використання миючих засобів у світі стимулюється головним чином з двох причин:

а) маркетинг. Бензинові компанії на конкурентних ринках прагнуть підвищити якість свого палива в боротьбі за споживача. Використання миючих присадок нафтовими компаніями по всьому світу допомогло збільшити частку продажів бензину цими компаніями за рахунок поліпшення якості.

б) законодавча. Законодавчі вимоги щодо введення миючих засобів в паливо. Найяскравіший приклад-США, де закон вимагає обов'язкового використання миючих засобів.

У Західній Європі використання миючих засобів законодавчо не регулюється, але, згідно зі статистикою, більше 95% бензину змішується з миючими засобами, що, безумовно, стимулюється маркетинговими міркуваннями.

Основне призначення пакетів присадок Керориг-очищення впускних систем двигуна і запобігання утворенню в них відкладень.

					КРМ.133ГМмд_22.20.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Однак сучасні види палива, незважаючи на відповідність високим вимогам стандартів EN, можуть привести до значного утворення відкладень у впускних системах двигунів.

Основними джерелами відкладень є бензин, моторне масло, а також картерні і вихлопні гази. Утворення відкладень на цих деталях призводить до порушення первинного управління двигуном і відхилень від оптимального складу паливної суміші.

В результаті відкладення призводять до:

1. Погіршення керованості (забруднена система впуску перешкоджає підтримці оптимального складу паливоповітряної суміші і, як наслідок, нерівномірному згорянню). Двигун дуже вимогливий до ОЧ, особливо при високих навантаженнях;
2. Збільшення витрати палива;
3. Збільшення вмісту забруднюючих речовин у вихлопних газах;
4. Скорочення терміну служби двигуна.

Сучасні двигуни більш чутливі до утворення відкладень. Навіть невелика кількість відкладень в системі подачі палива або в камері згорання може привести до несправностей двигуна.

Миючі засоби можуть ефективно вирішити ці проблеми. BASF має широкий спектр багатофункціональних пакетів присадок Керориг, які дозволяють ефективно очищати впускні системи двигуна і запобігати утворенню в них відкладень. Пакети присадок Керориг доступні як для бензину, так і для дизельного палива.

Схема дії присадки на бензин показана на рис. 2.1.

Принцип дії миючих засобів полягає в наступному. Вони:

1. формують захисну плівку у впускній системі двигуна, яка запобігає накопиченню відкладень
2. забезпечують чистоту паливних форсунок
3. видаляють існуючі відкладення

					КРМ.133ГМмд_22.20.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Рисунок 2.1 – Схема дії присадки Керориг на бензин [9]

Крім того, інгібітор корозії, що входить до складу пакету присадок, запобігає корозії паливних баків, систем подачі палива і паливопроводів.

Схема дії присадки на бензин приведена на рис. 2.1.

Миючий засіб - це "ключ", який покращує якість палива в присутності присадок. Тому основним компонентом пакетів присадок до бензину Керориг є комбінація миючого засобу на основі поліізобутилену і масла-носія, що забезпечує чистячі властивості. Однак, крім того, в комплект поставки входять і інші

					КРМ.133ГМмд_22.20.000 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

присадки, здатні комплексно поліпшити експлуатаційні та екологічні властивості палива, такі як інгібітори корозії і деемульгатори, а також барвники, маркери та ароматизатори. Найбільш ефективні комбінації присадок підбираються для різних видів палива в залежності від складу і вимог замовника. Як остання розробка BASF, пакет Кегориг може включати в себе присадку до бензину.

Виробництво високоякісного палива вигідно нафтовим компаніям з розвинутою мережею АЗС. Багато європейських виробників використовують мильні засоби для створення паливних брендів, які позиціонуються на ринку як паливо найвищої якості. Прикладами можуть служити бренди «V-Power» фірми Shell, «Ultimate» фірми BP. У СНД є досвід створення таких паливних брендів, як Лукойл «Екто» в Росії, «Есо Force» в Казахстані, «Ventus» і «Pulls» в Україні [8].

					КРМ.133ГМмд_22.20.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

3 МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Мета і програма експериментальних досліджень

Метою експериментальних досліджень є визначення впливу паливних добавок Керориг на паливну економічність автомобільного двигуна ВАЗ-2112.

Дослідження проводилися в лабораторних умовах.

Програмою досліджень передбачалося:

1. Визначення фракційного складу, густини та тиску насичених парів бензину А-95-Євро.
2. Визначення фракційного складу, густини та тиску насичених парів етанолу бензину Pulls 95.
3. Визначення характеристики холостого ходу двигуна ВАЗ-2112 з бензинами А-95-Євро і Pulls 95.

3.2 Визначення фракційного складу

Фракційний склад дизельного палива визначають на приладі (рис.3.1) [10, 11]. В колбу заливають 100 мл. досліджуваного дизельного палива (наливаючи паливо, колбу треба тримати похило, щоб воно не потрапило у відвідну трубку). В середину колби кидають 2-3 шматки пористої речовини (пемзи, шамоту або фарфору), щоб при нагріві створювалось рівномірне кипіння. Колбу закривають пробкою з встановленим в неї термометром, який встановлюють так, щоб верхній кінець ртутної кульки був на рівні нижнього кінця відвідної трубки. В цьому випадку можливо відмітити температуру пари, що надходить в холодильник. Колбу з'єднують трубкою з холодильником і під її дно підставляють електроплитку.

Температуру, при якій падає перша крапля до прийомника, відмічають як температуру початку кипіння нафтопродукту. На протязі всього досліджу

					КРМ.133ГМмд_22.20.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

слідкують, щоб швидкість розгонки не перевищувала 4-5 мілілітрів / хв.

1 – термометр; 2 – колба; 3 – баня холодильника; 4 – мірний
циліндр; 5 – електрична плитка; 6 – кожух

а) схема установки

б) загальний вигляд

Рисунок 3.1 – Установка для розгонки нафтопродуктів

Під час перегонки через кожні 10 мл. зібраного в прийомнику продукту

					КРМ.133ГМмд_22.20.000 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

записують температуру. Показниками кінця розгонки є те, що у шийці колби з'являється біла пара, температура різко падає.

Після закінчення перегонки припиняють нагрів та дають на протязі п'яти хвилин витікати в прийомник рідині, з конденсованої з пари, цей об'єм добавляють до того, при якому відмічена температура кінця кипіння.

Ту незначну кількість палива, яка залишилась після охолодження, вимірюють маленькою градуйованою мензуркою. Різницю між 100 мл. взятого палива і сумою залишку і відгону, зібраного в прийомнику приймають за витрати при перегонці.

Результати розгонки палива оформляють у вигляді графіка, названого кривою фракційної розгонки. По осі абсцис відкладають температуру, а по осі ординат – об'єм випаруваного палива (рис. 3.2). Одержані результати порівнюють з ГОСТом [12, 13].

Рисунок 3.2 – Крива фракційної розгонки

					КРМ.133ГМмд_22.20.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

3.3 Визначення густини нафтопродуктів

Густину нафтопродуктів визначають нафтоденсиметрами. Сухий і чистий нафтоденсиметр обережно опускають в циліндр з нафтопродуктом (рис. 3.3). Після припинення коливань відраховують значення густини по верхньому краю меніску, встановлюючи око на одному рівні з шкалою підрахунку і по термометру приладу записують температуру [14, 15].

Густина нафтопродукту залежить від температури, тому якщо визначення густини проводилось при температурі відмінній від стандартної 20°C, необхідно внести поправку (табл.3.1) за формулою [16, 17] (3.1):

а)

б)

в)

а – нафтоденсиметр; б – замір густини нафтопродукту; в – загальний вигляд нафто денсиметру; 1 – шкала густини, 2 – шкала температури.

Рисунок 3.3 – Прилад для визначення густини нафтопродукту

$$\rho^{20} = \rho^t + \gamma \cdot (t - 20), \quad (3.1)$$

					КРМ.133ГМмд_22.20.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

де ρ^{20} – густина при 20 °С, г/см³;

ρ^t – густина при температурі нафтопродукту, г/см³;

γ – температурна поправка густини.

Середні температурні поправки для нафтопродуктів наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 3.1. – Середні температурні поправки для нафтопродуктів [18]

Відносна густина	Температурна поправка на 20°C	Відносна густина	Температурна поправка на 20°C
1	2	3	4
0,6900...0,6999	0,000910	0,8500...0,8599	0,000699
0,7000...0,7099	0,000897	0,8600...0,8699	0,000686
0,7100...0,7199	0,000884	0,8700...0,8799	0,000673
0,7200...0,7299	0,000870	0,8800...0,8899	0,000660
0,7300...0,7399	0,000857	0,8900...0,8999	0,000647
0,7400...0,7499	0,000844	0,9000...0,9099	0,000633
0,7500...0,7599	0,000831	0,9100...0,9199	0,000620
0,7600...0,7699	0,000818	0,9200...0,9299	0,000607
0,7700...0,7799	0,000805	0,9300...0,9399	0,000594
0,7800...0,7899	0,000792	0,9400...0,9499	0,000581
0,7900...0,7999	0,000778	0,9500...0,9599	0,000567
0,8000...0,8099	0,000765	0,9600...0,9699	0,000554
0,8100...0,8199	0,000752	0,9700...0,9799	0,000541
0,8200...0,8299	0,000738	0,9800...0,9899	0,000528
0,8300...0,8399	0,000725	0,9900...0,9999	0,000515
0,8400...0,8499	0,000712		

3.4 Методика визначення тиску насичених парів автомобільних бензинів

3.4.1 Обладнання для визначення тиску пари за Рейдом

Визначення тиску насичених парів автомобільних бензинів проводиться відповідно ГОСТ 1756-2000 [20]. Схема установки приведена на рис. 3.4.

					КРМ.133ГМмд_22.20.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Рисунок 3.4 – Схема установки визначення тиску насичених парів автомобільних бензинів за Рейдом

1 – контрольний резервуар; 2 – ртутний манометр з безпосереднім відліком; 3 – хлоропренова каучукова трубка; 4 – хомут для кріплення манометра до підставки; 5 – мідна трубка; 6 – переривник швидкої дії; 7 – голчатий клапан; 8 – бомба Рейда; 9 – мікрометричний клапан; 10 – резервуар із ртуттю.

Бомба (для вимірювання тиску насичених парів за Рейдом) показана на рис. 3.5. Бомба складається з двох камер - повітряної (верхня) і рідинної (нижня).

					КРМ.133ГМмд_22.20.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

а) повітряна камера б) рідинна камера

Рисунок 3.5 – Бомба Рейда для визначення тиску насичених парів

1 – з'єднувальний внутрішній діаметр 13 мм;

2 – вентиляційний отвір; 3 – з'єднувальний внутрішній діаметр 5 мм; 4 – з'єднувальний зовнішній діаметр 13 мм

Повітряна камера. Верхня секція або повітряна камера (рис. 3.5 а) являє собою циліндричний посудину з внутрішнім діаметром (51 ± 3) мм і довжиною (254 ± 3) мм і злегка похилими внутрішніми поверхнями країв, що забезпечують повне спорожнення судини у вертикальному положенні. На одному кінці повітряної камери повинен бути передбачений перехідник вимірювального приладу з внутрішнім діаметром не менше 5 мм для прийому 6-міліметрового

					КРМ.133ГМмд_22.20.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

з'єднання. На іншому кінці повітряної камери має бути передбачено отвір діаметром близько 13 мм для з'єднання з рідинної камерою. Перехідники на кінцях отворів не повинні перешкоджати повному висиханню камери.

Рідинна камера. Нижня секція або рідинна камера (рис . 2.5 б) являє собою циліндричний посудину з тим же внутрішнім діаметром, що і повітряна камера, і таким чином, щоб співвідношення обсягів повітряної і рідинної камер становило 3,95... 4,05.

На одному кінці рідинної камери знаходиться отвір діаметром близько 13 мм для з'єднання з повітряною камерою. Внутрішня поверхня камери, прилегла до переходника, повинна бути нахилена для забезпечення повного висихання камери при перевертанні. Інший кінець рідинної камери повинен бути повністю закритий.

Спосіб з'єднання повітряної і рідинної камер. Можна використовувати будь-який спосіб з'єднання повітряної і рідинної камер, який виключає втрату випробуваного продукту, стиснення і витік із зібраного апарату під час випробування. Щоб запобігти випаровуванню бензину при складанні, бажано, щоб рідинна камера являла собою ковпачок із зовнішнім різьбленням, відповідної переходнику. Для запобігання стиснення повітря при складанні відповідного різьбового з'єднання можна використовувати вентиляційний отвір, що забезпечує атмосферний тиск в повітряній камері.

Перед використанням обладнання слід встановити, що процес складання не призводить до стиснення повітря в повітряній камері. Для цього щільно закривають отвір рідинної камери і монтують обладнання звичайним способом, використовуючи манометр на 0 ... 35 кПа. Будь-яке підвищення тиску на манометрі вказує на те, що обладнання не відповідає технічним вимогам і слід звернутися до виробника за консультацією і ремонтом.

Ємність повітряної і рідинної камер. Щоб встановити об'ємне співвідношення камер в межах 3,05... 4,05, беруть обсяг води більше, ніж потрібно для заповнення рідинної і повітряної камер. Рідка камера повністю заповнена

					КРМ.133ГМмд_22.20.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

водою, різниця між вихідним і залишився об'ємом буде дорівнює обсягу рідкої камери. Потім, після з'єднання камер, повітряна камера заповнюється додатковою водою до місця з'єднання манометра, різниця в обсязі буде дорівнює обсягу повітряної камери.

3.4.2 Підготовка пробних зразків

Рідинну камеру апарату наповнюють охолодженою пробною бензином і з'єднують з повітряною камерою при температурі $37,8\text{ }^{\circ}\text{C}$. Бомбу занурюють у водяну баню з температурою $(37,8 \pm 0,1)\text{ }^{\circ}\text{C}$ і періодично струшують до досягнення постійного тиску, який показує манометр, сполучений з бомбою. Показання манометра, скориговане відповідним чином беруть за тиск насичених парів за Рейдом.

Рисунок 3.6 – Спосіб перенесення проби в рідинну камеру з контейнерів відкритого типу

а – контейнер з пробною; б – контейнер з пристроєм для переносу проби, в – рідинна камера, поміщена над контейнером, з пристроєм для переносу проби; г – положення системи при перенесенні проби; 1 – рідина; 2 – пар; 3 – пристрій для переносу охолодженої проби; 4 – охолоджена рідинна камера; 5 – охолоджена проба

Висока чутливість методу до втрат при випаровуванні і незначній зміні складу вимагає граничної точності і ретельної уваги при підготовці проб.

Контейнер для відбору проби місткістю 1 дм^3 повинен бути заповнений

					КРМ.133ГМмд_22.20.000 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

пробою на 70-80 %.

Контейнер з пробєю перед відкриванням осаджують до температури від 0 до 1 °С.

Тиск насичених парів за Рейдом визначають на новій відібраній пробі. При перенесенні проби з великих контейнерів або відбору проби для інших випробувань використовують спосіб, зазначений на рис.3.6.

3.4.3 Підготовка до досліджень

Насичення зразка повітрям в контейнері. Помістіть зразок в контейнер на холодну водяну баню або холодильник. Ємність з пробєю при температурі 0... 1 °С виймають з охолоджуючої водяної лазні або відкривають холодильник і перевіряють вміст рідини, яке повинно становити 70... 80% ємності ємності. Правильно заповнену ємність закривають, енергійно струшують і знову поміщають в охолоджуючу водяну баню або холодильник.

Підготовка рідинної камери. Відкрита рідинна камера і з'єднувальний пристрій для перенесення проби повністю занурюються в водяну охолоджуючу ванну або холодильник на час, достатній для досягнення температури в камері і перехіднику ванни 0... 1 °С.

Підготовка повітряної камери. Повітряна камера і манометр продуваються і промиваються. Підключіть манометр до повітряної камери. Повітряну камеру безпосередньо перед її з'єднанням з рідкою камерою занурюють у водяну баню з температурою $(37,8 \pm 0,1) ^\circ\text{C}$ на глибину не менше 25 мм від верхньої частини камери і інкубують не менше 10 хв. не допускається виймати повітряну камеру з ванни до тих пір, поки рідка камера не заповниться пробєю.

					КРМ.133ГМмд_22.20.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

3.4.4 Проведення досліджень

Передача зразка. Охолоджений контейнер із зразком витягують з ванни або холодильника, відкривають і вставляють охолоджене пристрій для перенесення зразка (мал. 3.6).

Охолоджена рідинна камера швидко спорожняється і поміщається на трубу пристрою для перенесення зразка. Ця система (контейнер, трубка і рідинна камера) швидко перевертається так, щоб рідинна камера перебувала у вертикальному положенні на одній осі з трубкою пристрою перенесення зразка, яке повинно знаходитися в рідинній камері на відстані 6 мм від дна камери.

Рідка камера заповнена пробом до країв. Злегка постукайте по рідинній камері, щоб видалити бульбашки повітря з зразка. Якщо рівень проби знижується, камера знову заповнюється до країв.

Монтаж обладнання. Надлишкова проба додається в рідинну камеру перед переливом. Зніміть повітряну камеру з водяної бані з температурою 37,8 0С. повітряна і рідинна камери з'єднуються в найкоротші терміни. Повна збірка обладнання після заповнення рідинної камери повинна здійснюватися не більше ніж на 20 С.

При використанні ртутного манометра перевірте голчастий клапан, щоб переконатися, що він закритий, і підключіть шланг манометра до перехідника верхньої частини повітряної камери.

Монтаж обладнання в лазні. Зібраний апарат для визначення тиску пари перевертають догори дном для переливання проби з рідини в повітряну камеру і енергійно струшують в напрямку, паралельному осі апарату. Апарат занурюють у ванну, відрегульовану на температуру $(37,8 \pm 0,1)$ 0С, в похилому положенні так, щоб перехідник рідинної і повітряної камер розташовувався нижче рівня води у ванні і можна було визначити витік.

Якщо витіку не спостерігається, пристрій занурюється не менше ніж на 25 мм вище верхньої частини повітряної камери. Витік з апарату контролю-

					КРМ.133ГМмд_22.20.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

ється протягом усього випробування. Якщо під час випробування виявляється витік, зразок викидається і випробування проводиться на свіжому зразку.

Вимірювання тиску пари. Тримайте зібраний пристрій зануреним у воду протягом 5 хвилин, злегка постукуючи по манометру, і знімайте показання.

Щоб уникнути охолодження, вийміть пристрій з ванни якомога швидше, Киньте його, енергійно струсіть і покладіть назад у ванну. Для забезпечення рівноважних умов повторіть перемішування і знімайте показання приладу не менше п'яти разів з інтервалом не менше 2 хвилин, поки два послідовних показання не будуть ідентичні.

Ці операції займають 20-30 хвилин. Візьміть кінцеві показання манометра з точністю 0,25 кПа для манометра з ціною поділки 0,5 кПа, а з точністю 0,5 кПа - для манометра з ціною поділки 1,0... 2,5 кПа; запишіть це значення як "нескоригований тиск" насиченого ларі випробуваного зразка. Манометр негайно знімається, і його показання перевіряються манометром, який показує тиск пари по рейду.

Результат тесту являє собою середнє арифметичне результатів двох визначень.

Підготовка обладнання до наступного випробування. Від'єднайте повітряну і рідинну камери і манометр. З манометра Бурдона залишилася рідина наступним чином: манометр поміщають між долонями рук, утримуючи праву руку на лицьовій стороні манометра і різьбовим з'єднанням з нею манометр направляють вперед. Стрілки з манометром витягуються вперед і вгору під кутом 450 і по дузі приблизно 1350, використовуючи відцентрову силу і силу тяжіння для видалення залишилася рідини. Ця дія повторюється три рази, поки вся рідина не буде видалена. Манометр очищають, пропускаючи не менше 5 хвилин слабкий струмінь повітря через трубку манометра Бурдона.

Повітряну камеру ретельно промивають, наповнюючи її теплою водою (вище 32 0С) і залишають сушитися. Полоскання повторюють не менше п'яти

					КРМ.133ГМмд_22.20.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

разів. Після ретельного вилучення попереднього зразка з рідинної камери його занурюють в охолоджуючу ванну до наступного випробування.

3.4.5 Удосконалення установки по визначенню тиску насичених парів

Враховуючи сучасний рівень вимірювальної техніки, на кафедрі механічної та електричної інженерії була удосконалена установка по визначенню тиску насичених парів, описана в розділі 3.4.

Електрична схема удосконаленої установки представлена на рис. 3.7.

Рисунок 3.7 – Електрична схема установки по визначенню тиску насичених парів автомобільних бензинів

ВК – датчик температури; PS – цифровий показчик температури; КА – котушка електромагнітна; ЕК – електроплитка; PV –

					КРМ.133ГМмд_22.20.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

цифровий показчик тиску; ВР – датчик тиску; Б2 – бомба Рей-
да; Б1 – водяна баня; DS – термореле.

Загальна схема установки показана на рис. 3.8.

Установка складається з бомби Рейда 1, датчика температури 2 (рис. 3.9), датчика тиску 3 (рис. 3.10), цифрового показчика тиску 4, цифрового показчика температури 5, термореле 6 (рис. 3.11).

Рисунок 3.8 – Загальний вид установки по визначенню тиску насичених парів
автомобільних бензинів

					КРМ.133ГМмд_22.20.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

Рисунок 3.9 – Датчик температур

Рисунок 3.10 – Датчик тиску MPXV5050

Рисунок 3.11 – Термореле TP-16

Методика та послідовність визначення тиску насичених парів бензинів не відрізняється від стандартної описаної в розділі 3.4.

					КРМ.133ГМмд_22.20.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

3.5 Об'єкт досліджень

Для проведення стендових досліджень було вибрано чотиритактний, чотирициліндровий, рядний, інжекторний двигун ВА3-2112 (рис. 3.12) з іскровим запалюванням, рідинним охолодженням, з верхнім розташуванням клапанів – по чотири на циліндр. Технічну характеристику двигуна наведено в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Технічна характеристика двигуна ВА3-2112

Параметр	Показник
1	2
Діаметр циліндра та хід поршня, мм	82x71
Робочий об'єм, л	1,5
Ступінь стискання	9,8
Номінальна потужність за ГОСТ 14846–81 нетто, кВт (к.с.):	68 (92,5)
Максимальний крутний момент, Н·м (кгс·м): нетто	128,3
Частота обертання колінчатого вала, хв ⁻¹ :	
номінальна	5600
при максимальному крутному моменті	3700...3900
мінімальна на холостому ході	800...850
Порядок роботи циліндрів	1–3–4–2
Паливо	автомобільний бензин А-95

Рисунок 3.12 – Двигун ВАЗ-2112

3.6 Висновки до розділу

1. Розроблено програму експериментальних досліджень бензинів А-95-Євро і Pulls 95, стендових випробувань двигуна ВАЗ-2112.

2. Для проведення експериментальних досліджень двигуна ВАЗ-2112 проведено перевірку відповідності його технічного стану, відрегульовано системи двигуна до нормативних значень.

3. Підготовлено та встановлено необхідне для проведення експериментальних досліджень прилади і обладнання, вимірювання за допомогою яких дозволяє з допустимими похибками отримувати достовірні дані.

					КРМ.133ГМмд_22.20.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

4 РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТІВ

4.1 Сумішоутворюючі властивості бензинів

Процес утворення сумішей в двигунах з іскровим запалюванням умовно ділиться на дві стадії: дозування і випаровування палива. У карбюраторних двигунах ці ступені взаємопов'язані, так як в дозуючому карбюраторі одночасно знаходяться два ступені, і випаровування тут відбувається лише частково. У системах уприскування палива ступені дозування палива чітко розділені часом і простором.

На дозування палива впливають його основні фізичні властивості-щільність і в'язкість.

Щільність палива для комерційних бензинів не стандартизована, але її необхідно знати не тільки для розрахунку систем дозування, але і при перекладі об'ємних одиниць в масові і навпаки, при прийомі і подачі бензину.

При розрахунку ємності форсунок в карбюраторі або дозуючих пристроях систем уприскування необхідно враховувати, що зі зниженням температури в'язкість палива збільшується у 8... 10 разів швидше, ніж щільність, тому масова частка витрати палива через дозатор зменшується. .

Для надійної роботи двигуна буде недостатньо точно здійснити дозування палива, дуже важливо, щоб паливо випаровувалося перед згорянням і утворювалася паливна суміш. Пропорція суміші палива і повітря залежить як від фізичних властивостей самого палива (фракційний склад, тиск насичених парів, поверхневий натяг), так і від умов, в яких протікає цей процес (відносна швидкість палива і повітря, їх температура і ін.).

Фракційний склад встановлює залежність між кількісним вмістом паливної фракції (у відсотках за обсягом) і температурою, при якій вона переганяється. Від фракційного складу бензину безпосередньо залежить запуск двигуна, час його прогріву і впуску, робота частин циліндропоршневої групи; витрата

					КРМ.133ГМмд_22.20.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

палива і масла; токсичність вихлопних газів і ін. Для характеристики фракційного складу в стандарті вказуються температури початку перегонки, температури, при яких переганяється 10, 50 і 90% бензину, А також температура закінчення його кипіння; визначають залишок після перегонки і втрати.

При температурі перегонки 10% бензину ($T_{10\%}$) робиться висновок про наявність в ньому стартових (основних) фракцій, від яких залежить легкість запуску холодного двигуна. Чим нижче ця температура, тим легше і швидше можна запустити двигун, тому що більше бензину буде надходити в циліндр у вигляді пари. Важливо, щоб температура $t_{10\%}$ була низькою для бензинів, що використовуються при низьких температурах повітря.

При високій температурі перегонки 10% бензину важко запустити холодний двигун, так як основна маса бензину подається в циліндр в рідкому стані. Цей бензин розбавляє масло, змиваючи його зі стінок циліндрів і призводить до підвищеного зносу деталей двигуна.

Якщо бензин має дуже низьку температуру $T_{10\%}$, то на прогрітому двигуні, особливо в спеку, під капотом в енергосистемі можуть випаровуватися низькокиплячі вуглеводні, утворюючи пари, обсяг яких становить у 15 ... 200 разів більше обсягу бензину . У той же час вони порушують подачу палива з паливного бака в паливний насос, тому це явище називають "парової пробкою". Для запобігання цьому рекомендується використовувати бензин при температурі навколишнього середовища ($t_{\text{ср}}$) не вище [1, 5]:

$$t'_{\text{п}} = t_{10\%} + 10. \quad (4.1)$$

Крім того, кількість низькокиплячих вуглеводнів в бензині обмежена температурою ТЕС, яка для всіх марок літнього бензину повинна бути не менше 35 ° С. за цієї умови втрати низькокиплячих вуглеводнів від випаровування при зберіганні зменшуються в разі нагріву резервуарів сонячними променями.

Використання бензину з високим вмістом низькокиплячих фракцій, крім утворення "парових пробок", може привести при високій вологості до об-

					КРМ.133ГМмд_22.20.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

мерзання карбюраторів, обумовленому різким зниженням температури у впускній системі.

Можна розрахувати мінімальну температуру повітря (t_i), при якій двигун може бути запущений [1, 3]

$$t_i = \frac{1}{2}t_{10\%} - 50,5. \quad (4.2)$$

У системах уприскування бензину ризик "парових пробок" практично виключений, так як паливо подається до форсунок спеціальним насосом, розташованим не під капотом, а поруч з паливним баком.

Після запуску двигуна інтенсивність його прогріву і впуску (інтенсивність розгону автомобіля до певної швидкості після різкого відкриття дросельної заслінки) залежить в основному від температури перегонки 50% бензину (Т50%). Чим нижче буде ця температура, тим легше випаровуються середні фракції бензину, забезпечуючи стабільну роботу двигуна на холостому ході і хороший впуск.

Однак використання бензину з низькою температурою Т50% може привести до зниження коефіцієнта наповнення, і як наслідок, потужності двигуна. Тому температура перегонки 50% палива для бензину становить 100 ... 115 ° С.

При температурі перегонки 90% (Т90%) - і температурі закінчення кипіння (ТПП) роблять висновок про інтенсивність і повноту згоряння робочої суміші, наявності важких (хвостових) фракцій в бензині. При наявності важких фракцій паливо випаровується неповністю, що призводить до нерівномірного розподілу паливної суміші між циліндрами, розведення масла паливом, підвищення продуктивності двигуна і витрати палива. Чим менше температурний діапазон від Т90% до ТЕС, тим вище якість палива.

За величиною втрат при перегонці бензину робиться висновок про його здатність випаровуватися при транспортуванні і зберіганні.

Щільність нафтопродукту є важливим його показником. Це необхідно знати для обліку витрати і нормування нафтопродуктів в господарствах, так як отримують їх з нафтової бази в одиницях ваги (кг, т), а на АЗС видають в

					КРМ.133ГМмд_22.20.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

об'ємних одиницях (л). Крім того, по щільності можна судити про тип нафто-продуктів і їх змішуванні один з одним.

Тиск насичених парів характеризує випаровування основних фракцій бензину і в першу чергу їх стартові властивості. Чим вище тиск насичених парів бензину, тим легше він випаровується і тим швидше заводиться і прогрівається двигун. Дуже високий тиск насиченої пари призводить до утворення "парових пробок", зменшення наповнення циліндрів, а отже, і до зниження потужності. Тому тиск насичених парів для літнього бензину допускається не більше 66,7 кПа, для зимового-66,7 ... 93,3 кПа.

По тиску насичених парів згідно з ДСТУ 4839:2015 «Бензини автомобільні підвищеної якості. Технічні умови» бензини класифікують по класу леткості (табл. 4.1).

Таблиця 4.1 – Вимоги до класу леткості бензинів

Назва показника	Значення показника для класів леткості						Метод контролювання
	A	B	C/C ₁	D/D ₁	E/E ₁	F/F ₁	
Тиск насиченої пари, кПа, (ТНП) у межах	45,0-60,0	45,0-70,0	50,0-80,0	60,0-90,0	65,0-95,0	70,0-100,0	ДСТУ 4160 або ГОСТ 1756

Класи леткості: літні класи – А, В; зимові класи – С, D, E, F; перехідні класи – С₁, D₁, E₁, F₁.

Визначення фракційного складу, густини та тиску насиченої пари проводилось бензинів А-95-Євро і Pulls 95.

4.2 Визначення сумішоутворюючих властивостей бензинів

Бензин А-95-Євро (ОЧМ не менше 87) готують на основі бензину каталітичного риформінгу (платформінгу) жорсткого режиму з додаванням невеликої кількості легкого бензину (етильований варіант) і алкілату або алкілбензину (неетильований варіант). Він призначений для двигунів сучасних легкових автомобілів зі ступенем стиску 8...8,5.

Бензин Pulls 95 отримують змішуванням бензину автомобільного не-

					КРМ.133ГМмд_22.20.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

тильованого А-95 «Premium» виробництва ORLEN (Литва) та паливної добавки BASF Keropur 3770 в концентрації 0,1% від об'єму.

В таблиці 3.2 наведені результати визначення фізичних властивостей даних бензинів.

Таблиця 4.2 – Результати визначення фізичних властивостей бензину А-95-Євро і Pulls 95

Показник	ДСТУ	А-95-Євро	Pulls 95
Фракційний склад, %			
70 °С	20...48	27	42
100 °С	46...71	48	65
150 °С	не менше ніж 75,0	85	92
кінець кипіння	не вище ніж 210	155	181
Залишок у колбі, %	не більше ніж 2,0	3,0	1,2
Густина , кг/м ³ , при 15 °С	720...775	735	733
Тиск насиченої пари, кПа	45...80	66,0	69,5

Як видно з таблиці 4.3, бензин А-95-Євро і Pulls 95, взяті для досліджень, відповідають ДСТУ 4839:2015 «Бензини автомобільні підвищеної якості. Технічні умови». Але необхідно відмітити, що відсотки випаровування бензину Pulls 95 при 70, 100 і 150 °С більші ніж в А-95-Євро. Тому пускові властивості і прийомистість двигуна з бензином Pulls 95 будуть кращі. Більший тиск насиченої пари бензину Pulls 95 свідчить про те, що він легше випаровується і швидше відбувається пуск і прогрівання двигуна.

					КРМ.133ГМмд_22.20.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

4.3 Визначення характеристик холостого ходу двигуна ВАЗ-2112

Для визначення дослідним шляхом залежності витрати палива від обертів колінчастого вала двигуна, визначення плавної витрати палива із збільшенням числа обертів колінчастого вала використовують характеристику холостого ходу.

Характеристика холостого ходу представляє собою залежність графічну залежність зміни годинної витрати палива від числа обертів колінчастого вала двигуна. По цій характеристиці роблять висновок про економічність роботи двигуна на холостому ходу. Частоту обертання змінюють від мінімально стійкої до 75% номінальної.

При проведенні досліджень нами змінювалась частота обертання колінчастого вала двигуна від 800 до 4000 хв⁻¹.

Витрата палива і частота обертання фіксувались електронним блоком керування «Январь 5.1». Зчитування отриманих даних відбувалось за допомогою персонального комп'ютера і програми Opendiagfree1.4.

На рис. 4.1 показана залежність витрати палива від частоти обертання колінчастого вала двигуна для бензинів А-95-Євро і Pulls 95. Результати досліджень представлені в таблиці 3.3.

Таблиця 4.3 – Результати вимірювань витрати палива з бензинами бензинів А-95-Євро і Pulls 95

Частота обертання колінчастого вала, n , хв ⁻¹	Витрата палива, $G_{п}$, кг/год		Економія палива з Pulls 95 порівняно з А-95-Євро, %
	А-95-Євро	Pulls 95	
1	2	3	4
800	0,62	0,60	2,4
1000	0,97	0,94	3,1
1500	1,21	1,18	2,7
2000	2,16	2,09	2,8

Рисунок 4.1 – Залежність витрати палива від частоти обертання колінчастого вала двигуна для бензинів А-95-Євро і Pulls 95

					КРМ.133ГМмд_22.20.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

Продовження таблиці 4.3

2500	3,46	3,35	3,2
3000	5,01	4,85	3,1
3500	8,81	8,59	2,5
4000	14,7	14,2	3,05

Таким чином економія палива з бензином Pulls 95 порівняно з А-95-Євро склала 2,4...3,2%.

4.4 Висновки по розділу

1. Бензини А-95-Євро і Pulls 95, взяті для досліджень, відповідають ДСТУ 4839:2015 «Бензини автомобільні підвищеної якості. Технічні умови». Пускові властивості і прийомистість двигуна з бензином Pulls 95 будуть кращі. Більший тиск насиченої пари бензину Pulls 95 свідчить про те, що він легше випаровується і швидше відбувається пуск і прогрівання двигуна.

2. Проведеними дослідженнями була підтверджена ефективність застосування присадки BASF Керориг 3770. По результатах експериментальних досліджень на бензиновому двигуні ВАЗ-2112 отримано зниження витрати палива до 3,2%.

					КРМ.133ГМмд_22.20.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

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.

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, окис вуглецю CO, діоксид сірки CO₂, окис азоту NO і пил.

Сьогодні в господарствах є машинно-тракторний парк, що 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 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.

					КРМ.133ГМмд_22.20.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

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.

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.

					КРМ.133ГМмд_22.20.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

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.

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

В магістерській роботі досліджується ефективність використання добавок біоетанолу, який є альтернативним паливом для двигунів. Тому всі питання, розглянуті в даному розділі, присвячені бензинам і лабораторії, в якій воно досліджується.

					КРМ.133ГМмд_22.20.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

5.2.2 Вимоги безпеки при роботі з автомобільними бензинами

Клас небезпеки автомобільного бензину по ДСТУ 12.1.007:

- при вдиханні-4 (речовини низького ризику);
- при попаданні всередину-4 (речовини низького ризику);
- при нанесенні на шкіру-4 (речовини низького ризику)

автомобільний бензин має слабку інгаляційну дію, викликає легке подразнення очей і шкіри, має слабку алергічну дію, має слабкі кумулятивні властивості (коефіцієнт кумуляції 4,9). Дизельне паливо надає наркотичну дію на організм.

Температура самозаймання мазків автомобільного бензину Л-300 ° С, мазків с-310 ° с

Клас небезпеки і пожежонебезпечні властивості визначаються при введенні палива у виробництво.

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

У разі контакту з паливом

- на шкірі-необхідно протерти виріб серветкою, промити забруднену ділянку водою з милом;
- на слизову оболонку ока-негайно промити великою кількістю води;
- у шлунку-викликати блювоту, промити шлунок і відправити потерпілого в лікарню.

Контроль повітря робочої зони при роботі з паливом здійснюється на наявність пари аліфатичних граничних вуглеводнів С1-С10 в перерахунку на вуглець (ГДК = 300 мг / м³ по ДСТУ 12.1.005).

Згідно ДСТУ 12.1.044 паливо (зимове для локомотивів і суднових дизелів і газових турбін, літнє і зимове для дизелів загального призначення) -

горюча рідина; дизельне паливо (літнє для локомотивів і суднових дизелів і газових турбін) - горюча рідина.

					КРМ.133ГМмд_22.20.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

Температурні межі поширення полум'я для палива: марки: літо-Нижній 69 ° С, верхній 119 ° С; зима-Нижній 82 ° С, верхній 105 ° С.

Вибухонебезпечна концентрація парів палива в суміші з повітрям становить від 2% до 3% (за обсягом).

При займанні автомобільного бензину використовують такі засоби пожежогасіння: розпилену водяну піну, вогнегасники порошкових класів В і АВС(універсальні); для об'ємного гасіння - вуглекислий газ, вогнегасні порошки класів В і АВС і аерозольні вогнегасні речовини.

У разі розливу палива в приміщенні його необхідно зібрати в окрему ємність, протерти розлив сухою ганчіркою, яку поміщають в спеціальний металевий ящик, а потім спалити відповідно до вимог СанПіН № 3183.

У разі аварійного розливу палива в приміщенні необхідно використовувати протигази марок А і БКФ відповідно до ДСТУ 12.4.121.

У разі розливу палива на відкритому майданчику засипте місце розливу піском і потім приберіть його на звалище відповідно до вимог СанПіН № 3183.

Паливо, що прийшло в непридатність, використовується в якості добавки до котельного палива.

При роботі з паливом необхідно використовувати індивідуальні засоби захисту, передбачені Типовими галузевими нормами, затвердженими в установленому порядку: костюми по ДСТУ 12.4.112 або ДСТУ 12.4.111, черевики по ДСТУ 1,2.4.137, рукавички по ДСТУ 12.4.010, окуляри типу ДСТУ 12.4.013, Фартухи по ДСТУ 12.4.029.

Приміщення, в яких проводяться паливні роботи, повинні бути обладнані припливно-витяжною вентиляцією по СНиП 2.04.05 і ДСТУ 12.4.021, водопроводом і каналізацією по СНиП 2.04.01, штучним освітленням по СНиП Н-4-79, опаленням по СНиП 2.04.05, питною водою по ДСТУ 2874.

Перед входом в приміщення повинні бути вивішені попереджувальні знаки безпеки відповідно до ДСТУ 12.4.026.

					КРМ.133ГМмд_22.20.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

Кислоти, кисневі балони та інші окислювачі не допускаються до зберігання в сховищах палива.

Все обладнання та комунікації повинні бути захищені від статичної електрики засобами захисту відповідно до ДСТУ 12.4.124.

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

При розтині контейнера не допускається використання інструментів, що дають іскру при ударі.

З метою усунення забруднення атмосферного повітря робочих приміщень необхідно забезпечити герметичність ємностей, обладнання, комунікацій і засобів відбору проб відповідно до СанПіН № 1042, затвердженим в установленому порядку.

Персонал, що працює з паливом, повинен проходити первинні та періодичні медичні огляди відповідно до "Положення про порядок проведення медичних оглядів окремих категорій працівників", затвердженого наказом МОЗ України від 31.03.1994 № 45.

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 відносять такі категорії речовин:

1. легкозаймісті рідини-рідини з температурою спалаху, рівною або менше 61 градуса. З в закритому тиглі або температура спалаху, рівна або менше 66 0С у відкритому тиглі (легкозаймісті рідини відповідно до ДСТУ 12.1.044-89);

2. горючі рідини, перегріті під тиском-горючі рідини відповідно до ДСТУ 12.1.044-89, що знаходяться в апаратах, резервуарах або трубопроводах під

					КРМ.133ГМмд_22.20.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

тиском при температурі, що перевищує температуру кипіння при атмосферному тиску в 1,25 рази і більше.

Якщо рідина являє собою суміш горючих рідин, то температура кипіння при атмосферному тиску приймається рівній температурі кипіння половини маси рідини. Якщо немає даних про таку температуру, то точкою кипіння вважається температура на початку кипіння суміші (фракції).

Розрахункову максимальну температуру приймають відповідно до правил, робочих інструкцій або іншої технічної документації. Якщо передбачено блокування.

Схема побудови сценаріїв виникнення і розвитку аварій в лабораторії з вивчення паливно-мастильних матеріалів представлена на Рис.5.1.

Розробка інженерно-технічних заходів, спрямованих на забезпечення безпечної експлуатації в потенційно небезпечних ситуаціях, захист виробничого персоналу і населення при виникненні аварій, надзвичайних ситуацій, представлена в таблиці 5.1.

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

					КРМ.133ГМмд_22.20.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

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 ФК)	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
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 ФК)	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 ФК)	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

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

KPM.133ГМмд_22.20.000 ПЗ

Арк.

61

Продовження таблиці 5.1

1	2	3
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 вимикальних засобів; перевірка навичок обслуговуючого персоналу щодо приведення в дію блокувальних засобів. Оцінка можливості виникнення вибухонебезпечних паро-, пило-газоповітряних 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 факел (закрити систему, установку нейтралізації). Виведення людей з небезпечної зони
Розгерметизація апаратури (установка для визначення ФК)	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
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.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

5.2.4 Алгоритм виявлення, оцінки та зменшення ризиків виникнення небезпечних ситуацій на виробництві

Ризик виникнення небезпечної ситуації – поєднання нараженості, тяжкості наслідків та імовірності виникнення певної небезпечної ситуації при здійсненні виробничої діяльності.

1. Виявлення можливості виникнення небезпечних ситуацій для працівників при здійсненні виробничої діяльності з урахуванням їх можливих дій.

Процедура передбачає всебічний розгляд технологічного процесу з погляду на безпечність і нешкідливість для працівників з урахуванням усіх аспектів, відображених у структурі положення про СУОП та виявлення шкідливих і небезпечних виробничих факторів, притаманних виробничому середовищу, що можуть призвести до небезпечної події.

2. Визначення ступеню базового ризику виникнення небезпечних ситуацій.

Ступінь базового ризику виникнення небезпечної ситуації визначається за формулою:

$$P = V \times H \times I_B, \quad (5.1)$$

де: P – ступінь ризику;

V – важкість і можливі наслідки небезпечної події;

H – можливість нараження на небезпеку;

I_B – імовірність виникнення небезпечної події.

Умовна імовірність виникнення небезпечної події (I_B) у числовому відтворенні визначається шляхом експертної оцінки за таблицею 4.2. Експертна оцінка здійснюється групою призначених фахівців.

					КРМ.133ГМмд_22.20.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

Таблиця 5.2 – Умовна імовірність виникнення небезпечної події (I_B)

Імовірність	Коментарі
5 – майже напевно	Подія, що спостерігається регулярно. Подія, що трапляється в більшості випадків.
4 – досить імовірно	Подія, що спостерігається періодично.
3 – імовірно	Подія, що трапляється інколи.
2 – малоймовірно	Подія, що спостерігається рідко.
1 – майже неймовірно	Подія, що трапляється лише при винятковому збігу обставин.

Важкість і можливі наслідки небезпечної події (В) у числовому відтворенні визначаються за таблицею 5.3.

Таблиця 5.3 – Важкість і можливі наслідки небезпечної події (В)

Важкість небезпечної події		Можливі наслідки
5 – катастрофічна	Груповий нещасний випадок (постраждало 2 і більше працівників); нещасний випадок із смертельними наслідками; аварія; пожежа	Розслідування державними органами влади. Кримінальна відповідальність. Штрафні санкції України. Зупинка робіт. Анулювання ліцензії на вид діяльності.
4 – суттєва	Важкий нещасний випадок (тимчасова непрацездатність більше 60 днів). Профзахворювання. Інцидент, возгоряння.	Розслідування державними органами влади. Кримінальна відповідальність. Штрафні санкції згідно КпАП. Можлива призупинка робіт.
3 – незначна	Серйозне поранення, хвороба з тимчасовою втратою працездатності протягом до 60 днів. Інцидент, возгоряння.	Розслідування державними органами влади. Штрафні санкції згідно КпАП. Можлива призупинка робіт.
2 – мінімальна	Травма без втрати працездатності, потреба у стаціонарній медичній допомозі, надання легшої роботи. Інцидент, возгоряння.	Внутрішнє розслідування. Адміністративна відповідальність. Штрафні санкції згідно КпАП.
1 – несуттєва	Несуттєва травма (поріз, забиття), надана первинна медична допомога.	Дисциплінарна відповідальність.

Можливість нараження на небезпеку (Н) визначається за таблицею 5.4.

Таблиця 5.4 – Можливість нараження на небезпеку (Н)

Числове значення	Характеристика
3	Постійна можливість нараження на небезпеку (щоденна, щозмінна)
2	Рідка можливість нараження на небезпеку (один раз на місяць, квартал)
1	Мінімальна (один чи декілька разів на рік)

Підставляємо виділені дані у формулу (5.1).

$$P = B \times H \times I_b = 2 \times 4 \times 2 = 16 \text{ – ступінь ризику середній (10-24)}$$

Отже, план заходів потребує урахування коментарів, наведених у таблиці 4.5.

Таблиця 5.5 – План заходів

Ступінь ризику Р	Коментарі
1	2
Екстремальний (55-75)	Потребує невідкладних дій вищого керівництва із обов'язковим складанням плану заходів та призначенням відповідальних осіб. При необхідності – призупинка ведення робіт.
Високий (25-54)	Потребує уваги вищого керівництва. Терміново проінформувати працівників та їх безпосередніх керівників, керівника відповідного підрозділу та начальника служби охорони праці. Вжити заходи по забезпеченню безпеки працівників.
Середній (10-24)	Проінформувати працівників та безпосередніх керівників, керівника відповідного підрозділу та начальника служби охорони праці. Вжити заходи щодо зменшення ризику.
Низький (1-9)	Здійснюється управління шляхом виконання існуючих процедур. Звичайно не потребує додаткових ресурсів. Проінформувати керівника підрозділу та начальника служби охорони праці по закінченні робіт по визначенню ступеню ризику.

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

– розробити нові та переглянути застарілі інструкції по охороні праці;

					КРМ.133ГМмд_22.20.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

- дотримуватись потрібної періодичності та обсягів інструктажів по техніці безпеки;
- забезпечити куточки з охорони парці наочними засобами;
- проводити навчання та атестування дослідників з охорони праці та ін.

5.3 Техніко-економічне обґрунтування досліджень

Розрахунок та планування витрат при перевезенні автомобільним транспортом здійснюються на основі нормативного методу із урахуванням галузевих норм використання матеріальних та паливно-енергетичних ресурсів.

Згідно з наказом Міністерства транспорту України від 17.11.09 р. № 1175 «Про затвердження Методики розрахунку тарифів на послуги пасажирського автомобільного транспорту» розрахунок витрат на паливо для роботи автомобільних транспортних засобів проводять за формулою:

$$V_{п\ 1\ км} = 0,01 N_{п} \cdot Ц_{п}, \text{ грн/км} \quad (5.2)$$

де $N_{п}$ – базова лінійна норма витрат палива для конкретної марки автомобільного транспортного засобу, л/100 км ($\text{м}^3/100\ \text{км}$);

$Ц_{п}$ – прогнозована ціна палива, грн/л (грн/м^3).

Базові лінійні норми витрат палива, перелік коригуючих коефіцієнтів, їх величини та методика їх застосування приймаються за Нормами витрат палива і мастильних матеріалів на автомобільному транспорті, затвердженими наказом Міністерства транспорту України від 10.02.98 N 43 (із змінами) [32].

Базова лінійна норма витрат палива для автомобіля ВАЗ-2112 становить 9,4 л/100 км (для бензину А-95-Євро).

Проведеними дослідженнями була підтверджена ефективність застосування присадки BASF Keropur 3770. По результатах експериментальних досліджень на бензиновому двигуні ВАЗ-2112 отримано зниження витрати палива до 3,2%.

					КРМ.133ГМмд_22.20.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

Таким чином, з бензином Pulls 95 базова лінійна норма витрат палива буде складати 9,09 л/100 км.

Станом на 15 листопада 2023 року ціни дослідних бензинів в мережі автозаправних станцій «ОККО» склали:

А-95-Євро – 55,99 грн/л;

Pulls 95 – 57,99 грн/л.

Підставляючи у формулу (5.2) отримані значення, визначаємо:

Для бензину А-95-Євро

$$V_{п 1 км} = 0,01 \cdot 9,4 \cdot 55,99 = 5,26 \text{ грн/км.}$$

Для бензину Pulls 95

$$V_{п 1 км} = 0,01 \cdot 9,09 \cdot 57,99 = 5,27 \text{ грн/км.}$$

Отже, економічної ефективності від зниження витрати палива бензину Pulls 95 порівняно із бензином А-95-Євро не буде.

Визначення економічного ефекту від покращення технічного стану двигуна (при застосуванні паливних добавок Keropur) потребує подальших довготривалих досліджень.

					КРМ.133ГМмд_22.20.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

ВИСНОВКИ

1. Виробництво моторних палив, що відповідають сучасним вимогам, практично неможливо без застосування присадок різного призначення. В останні роки нафтові компанії все більше уваги приділяють підвищенню якості і конкурентоспроможності палив, а за допомогою цих присадок підвищують їх експлуатаційні та екологічні властивості. Провідним напрямком в області комплексного поліпшення експлуатаційних та екологічних властивостей палив є використання миючих засобів.

2. Застосування миючих присадок у світі стимулюється в основному двома причинами: маркетинговою і законодавчою.

3. Виробники використовують миючі присадки для створення паливних брендів, які позиціонуються на ринку як палива найвищої якості («Ventus» і «Pulls» в Україні).

4. Розроблено програму експериментальних досліджень бензинів А-95-Євро і Pulls 95, стендових випробувань двигуна ВАЗ-2112. Підготовлено та встановлено необхідне для проведення експериментальних досліджень прилади і обладнання.

5. Бензини А-95-Євро і Pulls 95, взяті для досліджень, відповідають ДСТУ 4839:2015 «Бензини автомобільні підвищеної якості. Технічні умови». Пускові властивості і прийомистість двигуна з бензином Pulls 95 будуть кращі. Більший тиск насиченої пари бензину Pulls 95 свідчить про те, що він легше випаровується і швидше відбувається пуск і прогрівання двигуна.

6. Проведеними дослідженнями була підтверджена ефективність застосування присадки BASF Keropur 3770. По результатах експериментальних досліджень на бензиновому двигуні ВАЗ-2112 отримано зниження витрати палива до 3,2%.

					КРМ.133ГМмд_22.20.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68