

Шифр «Присадки»

Наукова робота

Напрямок конкурсу «Експлуатація та ремонт засобів транспорту»
«Покращення експлуатаційних показників транспортних засобів шляхом
використання присадок до дизельного палива»

АНОТАЦІЯ

Актуальність теми. Автомобілізація, як важлива складова технічного прогресу, серед переваг, має й негативні наслідки. Оскільки автомобільні двигуни внутрішнього згоряння (ДВЗ) є споживачами екологічно небезпечних нафтових палив, саме вони суттєво забруднюють навколишню атмосферу токсичними та канцерогенними речовинами, що містяться у відпрацьованих газах (ВГ) двигунів [1].

На більшій кількості експлуатаційних режимів роботи дизелів великий відсоток припадає на викиди твердих частинок (ТЧ). ТЧ в основному складаються із сажі. Частинки сажі можуть затримуватися в легенях, викликаючи алергію. Також сажа абсорбує велику кількість вуглеводневих сполук, і серед них найбільш небезпечний – бенз/а/пірен, який спричиняє онкологічні захворювання.

Ефективними по зниженню вмісту ТЧ у ВГ дизеля є спеціальні присадки які покращують згоряння та антидимні присадки. Особливо хороші показники у присадок, які виготовлені на основі барію.

На жаль більшість присадок, які проаналізовані в попередніх дослідженнях, на даний час, недоступна для середньостатистичного користувача автомобіля з дизелем. Тому дослідження ефективності використання присадок, які є у вільному продажі, є актуальною задачею.

Мета і завдання дослідження. Мета роботи. Поліпшення екологічних та економічних показників транспортного засобу (ТЗ) з дизелем шляхом використання присадок до палива.

Відповідно до мети дослідження в роботі розв'язані наступні **завдання**:

1. Аналіз стану питання щодо покращення екологічних показників ТЗ з дизелями;
2. Розробка методики експериментальних досліджень екологічних та економічних показників ТЗ з дизелем шляхом використання присадок до палива;
3. Проведення експериментальних та розрахункових досліджень екологічних та економічних показників ТЗ з дизелем шляхом використання присадок до палива.

Об’єкт дослідження – екологічні та економічні показники ТЗ з дизелем шляхом використанням присадок до палива.

Предмет дослідження – вплив присадок до палива на екологічні та економічні показники ТЗ з дизелем.

Новизна одержаних результатів. Експериментальні та розрахункові дослідження екологічних та економічних показників ТЗ з дизелем при використанні присадок до палива.

Практичне значення отриманих результатів роботи становлять рекомендації, щодо вибору присадок до ДП, які покращують експлуатаційні показники ТЗ.

Реалізація роботи. Результати проведених досліджень впроваджені у виробничому процесі КП «Луцьке підприємство електротранспорту» та ПРАТ «Волинь-Авто». Отримані результати висвітлені в студентському науковому віснику Луцького НТУ, випуск 34 [2].

Особистий внесок автора в роботу. Особистий внесок автора полягає в аналізі літературних джерел за темою досліджень, формуванні задач, виборі методики і об’єктів досліджень, участі у проведенні експериментальних досліджень у лабораторних умовах, у формулюванні висновків роботи в цілому.

ПЛАН

ВСТУП.....	5
1 АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ ЩОДО ПОКРАЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ТЗ З ДИЗЕЛЯМИ.....	6
1.1 Шкідливі викиди дизелів ТЗ та нормування і діагностування цих викидів.....	6
1.2 Утворення сажових та ТЧ в ВГ дизеля.....	9
1.3 Присадки, які використовуються для зниження токсичності дизеля...	12
2 МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ЕКОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ТЗ З ДИЗЕЛЕМ ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ ПРИСАДОК ДО ПАЛИВА.....	17
2.1 Об'єкт експериментальних досліджень.....	17
2.2 Загальна характеристика лабораторно-діагностичного обладнання...	18
2.3 Методика заміру димності у ВГ дизеля.....	19
2.4 Загальна методика експериментальних досліджень.....	21
3 РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ЕКОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ТЗ З ДИЗЕЛЕМ ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ ПРИСАДОК ДО ПАЛИВА.....	25
3.1 Результати експериментальних досліджень екологічних та економічних показників ТЗ з дизелем шляхом використання присадок до палива.....	25
3.2 Економічний розрахунок доцільності використання присадок до палива.....	28
3.2.1 Порівняння економічних показників автомобіля, який живиться ДП з присадками.....	28
3.2.2 Розрахунок економічного ефекту від експлуатації автомобіля на паливі з присадками.....	28
ВИСНОВКИ.....	30
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	31
ДОДАТОК А.....	35
ДОДАТОК Б.....	36
ДОДАТОК В.....	38
ДОДАТОК Г.....	46
ДОДАТОК Е.....	50

ВСТУП

Важливим напрямком вдосконалення енергетичних установок, які в основному оснащені ДВЗ, є зменшення витрати палива, покращення екологічних характеристик, перш за все по викидам шкідливих речовин з відпрацьованими газами, при збереженні високих ресурсних показників. Вказані завдання вирішуються за рахунок вдосконалення робочого циклу дизеля, утилізація теплоти, яка відводиться від ДВЗ, оптимізація процесів паливоподачі та сумішоутворення, модернізація систем регулювання теплового стану двигуна та ін. Також суттєвий вплив на експлуатаційні показники дизеля надають також якість палива та його фізико-хімічні показники [3].

Для поліпшення необхідних фізико-хімічних показників палива вимагає величезних витрат, у той час зміна тих або інших властивостей дизельного палива можливо введенням у нього присадок, що дають такий же ефект як зміна технології виробництва [4].

У зв'язку із сильним забрудненням атмосфери відпрацьованими газами ДВЗ великий інтерес представляють присадки, які впливають на процес згоряння в дизелях. За характером дії присадки можна розділити на дві групи: які покращують згоряння і антидимні присадки.

1 АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ ЩОДО ПОКРАЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ТЗ З ДИЗЕЛЯМИ

1.1 Шкідливі викиди дизелів ТЗ та нормування і діагностування цих викидів

Шкідливі речовини (ШР), що виділяються при згорянні різних палив у ДВЗ, можна розділити на три групи: продукти неповного згорання палива (оксид вуглецю CO , неспалені вуглеводні CH , в тому числі поліциклічні ароматичні, вуглець C у вигляді сажі; оксиди азоту NO_x , речовини, викиди яких пов'язані, головним чином, із вмістом у паливі сірки і золи [5]. А в загальному ВГ можуть містити до двісті одиниць різних речовин, більша частина з яких токсичні.

Усереднені викиди ШР при згорянні палива у ДВЗ наведено в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Викиди ШР ДВЗ, г/кг палива [5]

ШР	Двигуни з іскровим запалюванням	Дизелі
CO	369	22,6
CH	30	10,5
NO_x	21	40,9
SO_2	1,5	5,6
ТЧ	1,5	7,6

Визначено, що один автомобіль щорічно поглинає з атмосфери понад 4 т кисню, викидаючи з ВГ приблизно 800 кг CO , близько 40 кг NO_x та майже 200 кг різних CH . Ці речовини є найбільш небезпечними. Крім того, деякі ШР (свинець, марганець та сірка) містяться в паливі, і їх сполуки викидаються в оточуюче середовище при роботі ДВЗ. Виділяється також сажа, яка сама по собі не токсична, але вбирає в себе токсичні речовини, тобто є їх абсорбентом, сполуки свинцю і марганцю, канцерогенні речовини, зокрема, бенз/а/пірен [6, 7].

Найбільш небезпечним із наведених ШР є CO . Це газ без кольору і запаху. Внаслідок попаданні в органи дихання проникає в кров і там накопичується, що може привести до втрати свідомості і смерті. CH , є газоподібними частинками палива, що не згоріло, також мають токсичні та канцерогенні властивості. NO_x ,

вступаючи в реакцію з компонентами повітря, утворюють азотну кислоту, яка спричиняє сильну подразнюючу дію. Частинки сажі С затримуються в легенях, викликаючи алергію. ТЧ абсорбують велику кількість вуглеводневих сполук, і серед них найбільш небезпечний – бенз/а/пірен, який спричиняє онкологічні захворювання. Основну роль в токсичності дизелів грають ТЧ, які є продуктом неповного згоряння палива і які складають 75...85 % від загальної токсичності ВГ [8].

Дані про приблизний вміст ШР у ВГ різних ДВЗ наведені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Вміст основних ШР у ВГ, г/км

Тип двигуна	Викиди ШР з ВГ, г/км				
	CH	NO _x	SO ₂	CO	CO ₂
Бензиновий	1,03	0,6	0,32	3,27	238
Дизель	0,24	0,56	0,32	0,69	217
Газовий	0,08	0,66	0,25	0,32	170

Складові частини ВГ дизелів (у % по масі) наведені на рис. 1.1

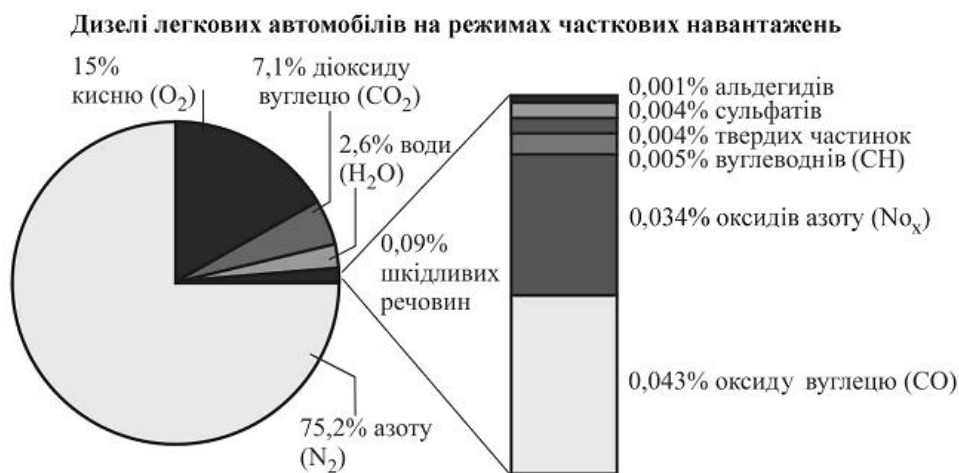


Рисунок. 1.1 – Складові частини ВГ дизелів (у % по масі)

Всебічно оцінити токсичність автомобіля можна на стенді з біговими барабанами (рис. 1.2) [7] за дослідним їздовим циклом, який відтворює характерні режими умов експлуатації в місті, а також пуск двигуна, зупинки та ін.

В Європі зараз діють норми „Євро-6", які передбачають жорсткі обмеження викидів (табл. 1.). Випробувальний цикл доповнений етапом випробувань в умовах приміського руху при швидкостях до 120 км/год (рис.1.3) [9].

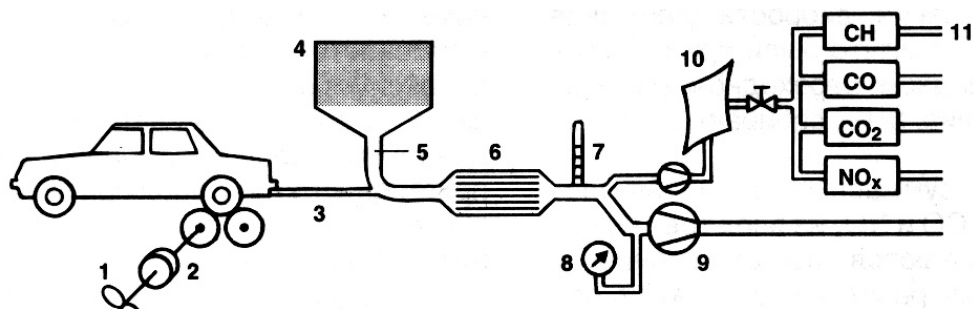


Рисунок 1.2 – Принципова схема установки для випробувань: 1 – гальмівний пристрій; 2 – інерційна маса; 3 – вихід ВГ; 4 – повітряний фільтр; 5 – розбавляюче повітря; 6 – охолоджувач; 7 – датчик температури ВГ; 8 – датчик тиску; 9 – компресор; 10 – пробовідбірники; 11 – вихід ВГ

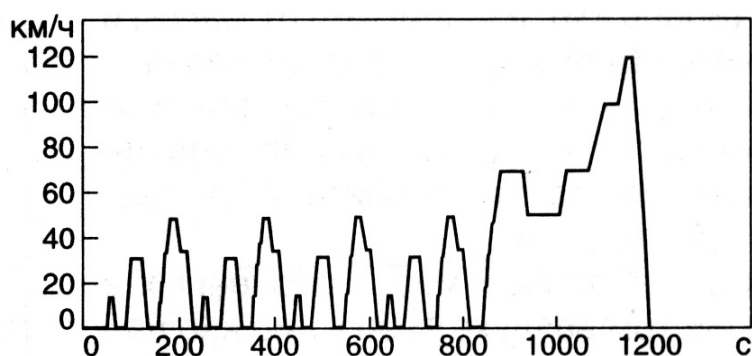


Рисунок 1.3 – Іздовий випробувальний цикл СЕК/СС: пробіг за цикл випробувань 11 км; середня швидкість руху 32,5 км/год

Сьогодні в Україні автомобілі з дизелями в умовах експлуатації перевіряються згідно з ДСТУ 4276:2004 на димність ВГ в режимі вільного прискорення. За цим стандартом основним показником димності є натуральний показник ослаблення світлового потоку K , м^{-1} [10].

Димність ВГ дизеля – показник, що характеризує ступінь поглинання потоку світла, яким просвічують відпрацьовані гази [1]. Для перевірки відповідності дизелів екологічним нормативам і стандартам застосовуються відповідні засоби інструментального контролю – вимірювачі димності ВГ (димоміри). Ці прилади працюють на використанні принципу, який полягає у ослабленні потоку, яке виникає внаслідок поглинання та розсіювання ВГ потоку випромінювання від джерела світла (що утворює паралельний пучок) у вимірювальній камері димоміра [11]. Існує два показники димності ВГ дизеля:

натуральний показник (коефіцієнт)поглинання K , м^{-1} ; лінійний показник (коефіцієнт) поглинання N , %.

Таблиця 1.3 – Норми токсичності ВГ ДВЗ автомобілів європейських держав

Правило ЄЕК	Рік введення	Вміст у ВГ, г/кВт·год			
		NO_x	CO	CH	ТЧ
Euro 1	1993	8,0	4,5	1,1	0,6
Euro 2	1996	7,0	4,0	1,1	0,25
Euro 3	2000	5,0	2,1	0,66	0,1
Euro 4	2005	3,5	1,5	0,46	0,02
Euro 5	2008	2,0	1,5	0,46	0,02
Euro 6	2014	0,5	1,5	0,13	0,01

Аналіз ШВ дизелів показав, що їх вміст складається із NO_x , канцерогенів з незгорілими CH, CO та ТЧ. Останні є найбільш небезпечними у ВГ дизеля. Тому нормування і діагностування цих викидів є важливою технічною задачею.

1.2 Утворення сажових та ТЧ в ВГ дизеля

З основних екологічних термінологій існує декілька понять токсичності дизеля: викиди сажі – твердий вуглець, що виділяється у циліндрах та ВГ дизеля у результаті термічного розпаду молекул CH палива в умовах значної нестачі кисню; ТЧ – викидаються з двигуна разом з ВГ, складаються як з продуктів спрацювання деталей двигуна, так із недопалених CH та сажі, містять адсорбовані канцерогени [1]. Тому доцільно розглянути ці два поняття токсичності дизеля.

Теоретично, розглядаючи, в дизелі процес згоряння палива, яке складається із суміші CH, продуктами згоряння повинні бути наступні речовини: вода, вуглекислий газ, сірчаний ангідрид, азот і кисень. Але, внаслідок недосконалості цього процесу в ВГ наявно набагато більше речовин. В камері згоряння відбувається пряме окислення CH у CO_2 і H_2O , термічний розпад ДП і окислення продуктів розпаду. При уповільненні реакцій окислення в ВГ з'являються продукти неповного згоряння: CO, CH та ін. Термічний розпад палива може бути неповним – і в цьому випадку утворюється сажа [12].

Утворення сажі в процесі згоряння палив в циліндрах двигуна пов'язане з термічним розкладанням (піролізом) палива під впливом високих температур і в умовах нестачі кисню. Піроліз палива носить, як правило локальний характер. В окремих зонах камери згоряння відбувається реакція розпаду палива на С і Н:

$$CH \rightarrow mC + \frac{n}{2}H_2.$$

Поблизу стінок циліндра двигуна, де температура паливоповітряної суміші менша, частинки С охолоджуються і ці частинки і є сажа (кіптява), яка у складі ВГ надходить у атмосферу [13]. Залежність вмісту сажі у ВГ дизеля залежно від навантаження показана на рис. 1.4.

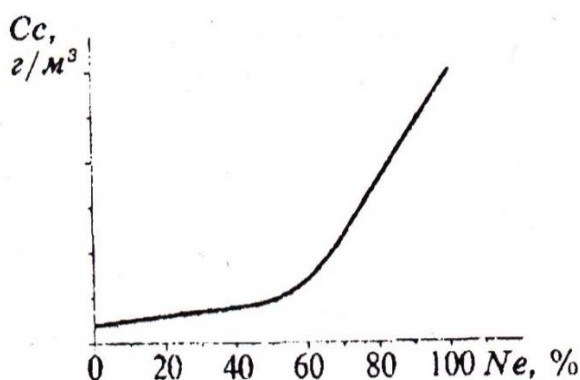


Рисунок 1.4 – Залежність вмісту сажі у ВГ дизеля

Згідно з механізмом В.О. Звонова можна відмітити шляхи утворення сажі: конденсація двоатомного вуглецю C_2 , при цьому сажа утворюється у результаті полімеризації молекул; високотемпературне сажоутворення у зонах камери згоряння з низьким вмістом кисню; сажоутворення в результаті гетерогенної реакції, яка є крекінг-процесом та процесами дегідрогенізації й полімеризації; у результаті якого сажа утворюється безпосередньо, без проміжних продуктів [14].

Утворення сажі у процесі згоряння проходить за три фази: утворення зародків (частинок, що тільки утворились); ріст зародків (зростання до часток сажі); коагуляція первинних частинок (ті, що пройшли дві перші фази) [1].

Первинні частинки – кристаліти відповідають фазам утворення сажі 1 та 2, розміри яких 0,001...0,0015 мкм. На фазі 3 вони перетворюються спочатку у сажеві частинки сферичної форми з діаметрами 0,01...0,17 мкм. Під час

подальшої коагуляції ці частинки здатні утворювати пластівцеві конгломерати сажі розміром $0,2 \dots 2$ мкм. Окремі частинки сажі можуть сягати й 10 мкм [1].

Дослідження утворення і вигорання сажі в циліндрів дизеля, виконувались за допомогою спектрального аналізу [15]. В процесі розширення газів в циліндрі дизеля до частинок сажі поступає кисень (внаслідок руху газів і дифузії кисню), тому створюються хороші умови, для вигорання сажі. На рис. 1.5 показано кількість сажі, яка утворюється і залишається в циліндрі дизеля.

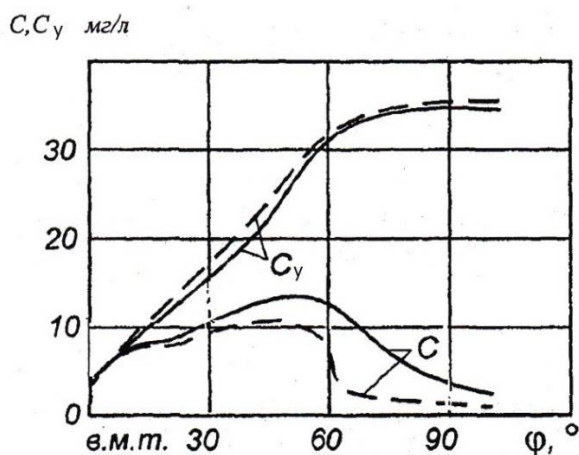


Рисунок 1.5 – Кількість сажі, яка утворюється в циліндрі дизеля

Утворення сажі сприяє також збільшення тиску до деяких значень. При турбулентному перемішуванні горючої суміші утворення сажі зменшується, а вигорання збільшується. Утворення сажі в дизелях може відбуватись також при попаданні струменів палива на порівняно холодні стінки циліндра [15].

Щодо залежності утворення сажі від властивостей палива, то чим вища молекулярна вага СН , тим вищою є швидкість утворення сажових частинок, оскільки міцність зв'язків між групами СН зменшується при збільшенні кількості атомів вуглецю. Сажі утворюється більше, чим вище С/Н у паливі [1].

Під ТЧ приймаються всі речовини твердої і рідкої консистенції, що викидаються з ВГ дизелів, за винятком води. ТЧ розділяються на дві групи: частинки органічного походження, що утворюються з органічних речовин палива і моторного масла; та частинки неорганічного походження (фракції вуглецю у

вигляді сажі, сульфати, нітрати, метали та ін). На рис. 1.6 відображені дані про фракційний склад ТЧ у складі ВГ дизелів [1].

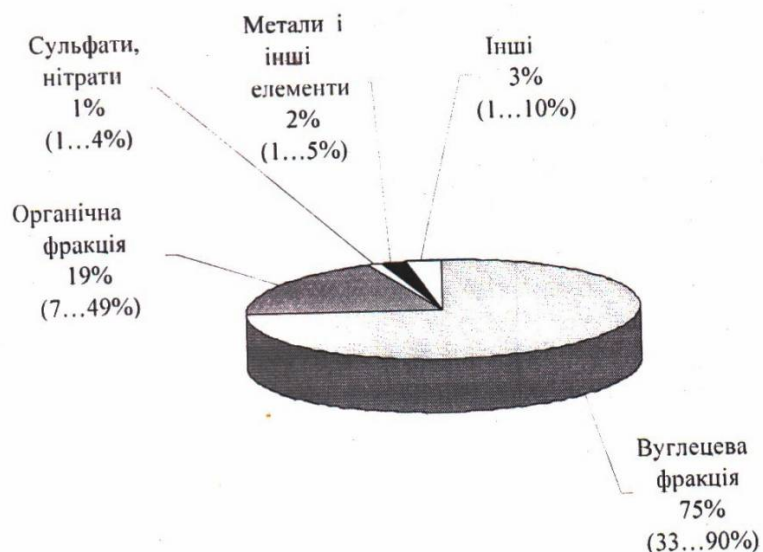


Рисунок 1.6 – Фракційний склад ТЧ у складі ВГ дизелів

Органічна фракція – це незгорілі частинки палива і моторного масла, що викидаються в краплинній або в адсорбованій на частинках сажі формі. Фракція сульфатів і нітратів включає дві групи неорганічних з'єднань, це сірчана та азотна кислоти та їх солі. Сульфати утворюються в основному з сірки, яка входить до складу палива. Фракція металів та інших елементів включає неорганічні з'єднання, що утворюються з домішок та присадок до палива і моторного масла, продуктів зносу двигуна та ін [1].

1.3 Присадки, які використовуються для зниження токсичності дизеля

Присадки до ДП використовуються на нафтопереробних заводах для забезпечення необхідних показників якості палива, які необхідні при експлуатації техніки. Число заводських присадок може складати близько двадцяти одиниць. Кількість товарних присадок в світі налічується близько тисячі одиниць [16].

У зв'язку із сильним забрудненням атмосфери ШВ з ВГ ДВЗ великий інтерес представляють присадки, які впливають на процес згоряння в дизелях. За

характером дії присадки можна розділити на дві групи: які покращують згоряння і антидимні присадки [17].

У випадку використання присадок, які покращують згоряння, збільшується цетанове число палива, що впливає на процес згоряння і виділення токсичних речовин. Ефективність дії присадок, які покращують згоряння, ДП наведені в табл. 1.5. Ці присадки доцільно додавати до палива з низьким цетановим числом. Дослідження показали, що ці присадки не приводять до збільшення зношення поршневих кілець і не збільшують відкладення в камері згоряння [18].

Таблиця 1.4 – Ефективність дії присадок, які покращують згоряння, ДП [18]

Присадки	Цетанове число палива при додаванні присадки, %					
	0	0,5	1,0	2,0	3,0	4,0
Метилацетан	33	40	44	50	55	60
Ацетонпероксид	33	41	45	51	57	63
Етилнітрат	33	39	44	49	53	57
Бутилпероксид	33	43	48	55	57	60

Для зменшення виділення сажі застосовують спеціальні антидимні присадки. Серед органічних металовмісних присадок найбільшою ефективністю володіють присадки, які містять барій, метилциклопентадієнілтрикарбонілмарганець (МЦТМ) та ін. Додавання до палива таких присадок не впливає на виділення дизелем СО та інших ШР, при цьому помітно зменшуються викиди альдегідів та бенз(а)пірена [19].

В дослідженнях [20] показано, що димність ВГ можна зменшити шляхом додавання до палива деяких металоорганічних з'єднань, таких як свинець, мідь, хром, нікель. Ці металоорганічні з'єднання приводять до зниження температури згоряння сажі. Також сульфаміни лужноземельних металів, які розчинені в ДП, надають сильну розсіюючу дію, яка перешкоджає запіканню кристалів сажі в більш крупніші частини і тим самим забезпечує їх допалювання.

В дослідженнях [21] показано, що незначний вміст присадок (0,01 %) по масі в ДП приводить до зменшення вмісту сажі у ВГ дизеля. Найбільший ефект для зменшення димності ВГ досягається при вмісті присадок в ДП в межах 0,02...0,025 %. В якості присадок до ДП використовують також органічні

з'єднання, які являються сильними окисниками. При температурі стиснутого заряду, який знаходиться в камері згоряння, активний кисень легко вивільняється, що визиває зменшення періоду затримки самозапалення, і тим самим впливає на процес згоряння. До ДП додавають такі органічні з'єднання, як дінітро-пропан, етилнітрат, n-метиланіл та ін. При однаковому масовому вмісту у паливі, ефективність цих присадок майже в чотири рази нижча в порівнянні з металоорганічними присадками.

В дослідженнях, як проводились в МАДИ [22] вивчався механізм дії присадок ЦТМ та А-2 на виділення сажі. При додаванні до ДП присадки ЦТМ значно пришвидшується вигорання сажі від в.м.т. до 100^0 після в.м.т., а присадка типу А-2 ефективна в період догорання на випуску. Тому доцільно створювати комплексні присадки, які є більш ефективними, чим присадки по окремої. Залежність вмісту сажі в ВГ від навантаження дизеля показана на рис. 1.7

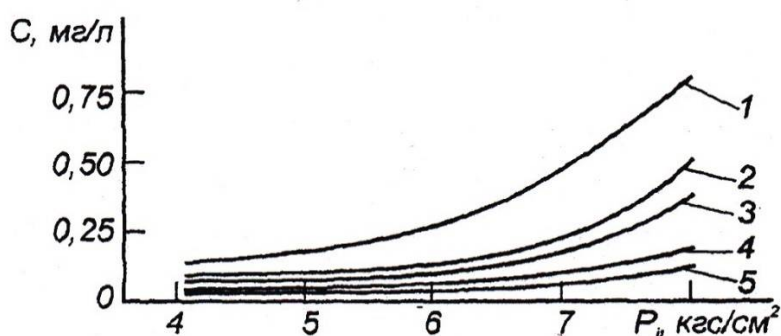


Рисунок 1.7 – Залежність вмісту сажі в ВГ від навантаження дизеля: 1 – без присадки; 2 – з присадкою 0,05 % ЦТМ; 3 – з присадкою 1,0 А-2; 4 – з присадкою 1,0 % А-2 і 0,05 ЦТМ; 5 – з присадкою 1,0 % А-2 та 0,05 % ЦТМ

В дослідженнях [23] встановлено, що найбільш ефективною із всіх антидимних присадок є присадка на основі барію. Дослідження проводились на одноциліндровому дизелі. Аналіз димності ВГ показав, що димність знижується з 60 од. до 18 од. на шкалі димоміра Хартридж, при оптимальній кількості присадок в паливі. На рис. 1.8 показано залежність ефективності зниження вмісту сажи в ВГ дизеля. З аналізу залежності видно, що збільшення концентрації присадки в паливі веде до зниження вмісту сажи на всіх режимах роботи дизеля.

Аналізуючи результати досліджень [24] роботи дизелів на паливі з антидимними присадками, можна зробити висновок, що при збільшенні навантаження зростає і димність до 80 од. за Хартриджем, спостерігається дія присадок і димність може скорочуватись на 30-50 %.

Ще одними дослідженнями [25] встановлено, що зменшення викидів сажі дизелем за допомогою присадок, які виготовлені на основі барію, сприяють зменшенню загальної токсичності дизеля на 60...80 %.

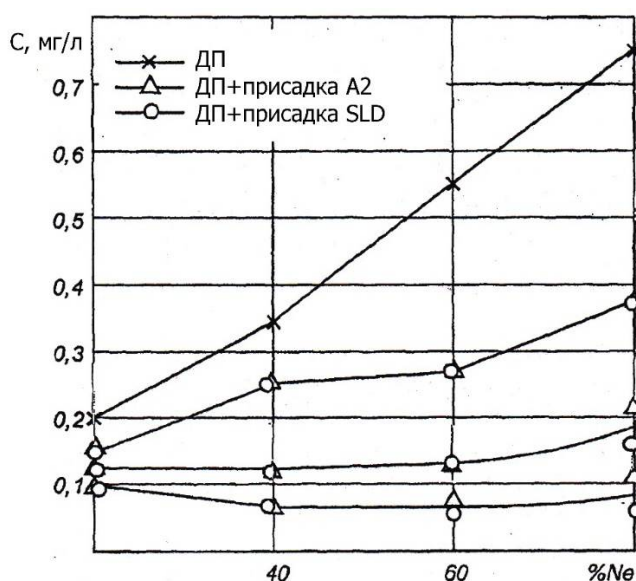


Рисунок 1.8 – Залежність ефективності зниження вмісту сажі в ВГ дизеля

Дослідження ТЧ, які містяться в ВГ, показали, що застосування присадок перешкоджає утворенню конгломератів сажі під час руху її до випускної системи і приводить до зменшення частинок з 0,025 до 0,0075 мм в діаметрі. Дослідники впевнені, що присадки діють як каталізатори на протязі процесу згоряння [26].

Дослідженнями [27], при яких автор фотографував процес згоряння в дизелі, встановлено, що барій перешкоджає протіканню процесу дегідрогенізації молекул палива, який призводить до утворенню частинок вуглецю.

Ще одними дослідженнями [28] встановлено, що застосування присадок до ДП не сприяє відкладень в камері згоряння, а, навпаки, підтримує чистоту в середині дизеля, збільшує термін експлуатації розпилювачів форсунок, зменшує

зношення гільз циліндрів та ін. Встановлено, що утворені вуглецеві відкладення є дуже хрупкими, які представляють з себе неабразивну пудру.

Запровадження екологічних міроприємств, зокрема, обладнання автомобілів каталітичними нейтралізаторами та сажовими фільтрами, являється причиною створення присадок нового типу – антисажевих. Їх призначення заключається в запобіганні забиванню нейтралізаторів і сажевих фільтрів за рахунок зниження емісії в ВГ. Це досягається за допомогою вмісту в присадках з'єднань міді, заліза та інших металів, які зменшують температуру вигорання сажі.

Наприклад, ефективність присадки SSA на димність ВГ в залежності від відсоткового вмісту в паливі показано на рис. 1.9.

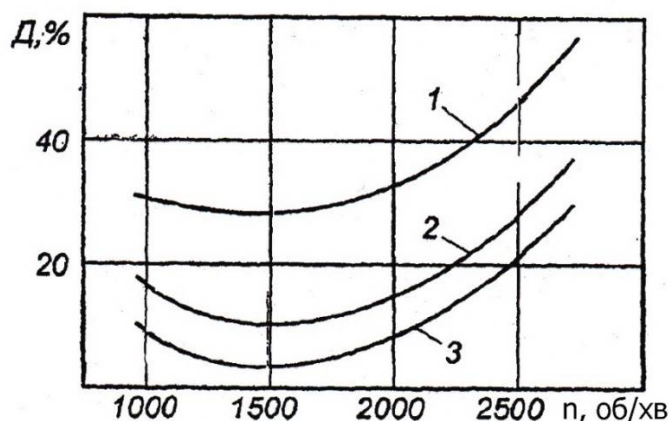


Рисунок 1.9 – Вплив присадки SSA на димність ВГ: 1 – ДП; 2 – ДП+0,25 SSA; 3 – ДП+0,50 SSA

В дослідженнях [29] розроблено беззольну присадку ТИОФАТ до ДП, яка складається із поверхнево-активних фосфоорганічних з'єднань – амонієвих солей діалкілдітіфосфатів. Присадка випробувана на дизелі Д-21А і на тракторі Т-25. Введення в паливо беззольної присадки дозволяє краще використовувати енергію палива і зменшити витрату палива та знизити вміст сажі і вуглеводнів в ВГ [29].

Нажаль більшість присадок, які проаналізовані в попередніх дослідженнях, на даний час, недоступна для середньостатистичного користувача автомобіля з дизелем. Тому дослідження ефективності використання присадок, які є у вільному продажі, є актуальною задачею.

2 МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ЕКОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ТЗ З ДИЗЕЛЕМ ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ ПРИСАДОК ДО ПАЛИВА

2.1 Об'єкт експериментальних досліджень

Експериментальні дослідження проводились на автомобілі VW Caddy в лабораторії інструментального контролю ПРАТ «Волинь-Авто» (рис. 2.1).



Рисунок. 2.1. Загальний вигляд експериментального автомобіля

Коротка технічна характеристики автомобіля VW Caddy наведені в таблиці 2.1 та коротка технічна характеристика дизеля автомобіля VW Caddy наведена в таблиці 2.2 [30].

Таблиця 2.1 – Технічна характеристика автомобіля Volkswagen Caddy [30]

№ з/п	Найменування показників	Характеристики автомобіля
1.	Модель	Volkswagen Caddy 1.9 TDI (77 kW)
2.	Габаритні розміри, мм: довжина ширина висота (по кабіні)	4400 1800 1830
3.	База, мм:	2680
4.	Повна маса, кг	2250

5.	Вантажопідйомність, кг	850
6.	Споряджена маса, кг	1401
7.	Максимальна швидкість з повним навантаженням, км/год	166
8.	Час розгону з місця до 100 км/год, с	13,3
9.	Витрата палива (дизельне паливо), м ³ /100 км	7,6
	місто	5,6
	за містом	6,3
10.	Коробка передач	механічна, 5 ступенева

Таблиця 2.2 – Технічна характеристика дизеля автомобіля Volkswagen Caddy [30]

№ з/п	Найменування показників	Характеристики показників дизеля
1.	Тип	Дизельний з безпосереднім впорскуванням, турбонаддувом та проміжним охолодженням повітря
2.	Число і розміщення циліндрів	4, рядне
3.	Робочий об'єм, л	1,896
4.	Діаметр циліндра і хід поршня, мм	79,5/95,5
5.	Ступінь стиску	19
6.	Номінальна потужність, к.с.	105
7.	Максимальний крутний момент, Нм	250
8.	Номінальна частота обертання, хв ⁻¹	4000

2.2 Загальна характеристика лабораторно-діагностичного обладнання

Рівень димності ВГ дизеля, при використанні присадок до палива, аналізувався у режимі вільного прискорення і фіксувались значення натурального показника поглинання $K_{\text{доп}} \text{ м}^{-1}$. Для проведення вимірювань рівня димності дизеля автомобіля використовувався димомір Інфракар Д-1-3.01ЛТК (рис. 2.2).

Прилади, обладнання і методи випробувань відповідали ДСТУ 4276:2004. Атмосфера. Норми і методи вимірювання димності відпрацьованих газів автомобілів з дизелями або газодизелями [10].

Переносний димомір «ИНФРАКАР-Д-1-3.01ЛТК» призначений для вимірювання димності ВГ дизелів. Димомір повністю відповідає вимогам нового ГОСТ Р 52160-2003, є зв'язок з персональним комп'ютером по RS-232, прилад

характеризується високою надійністю, стабільністю показань, малою інерційністю, є можливість роботи в складі ЛТК і діагностичних комплексів [31].



Рисунок 2.2 – Димомір Инфракар Д-1-3.01ЛТК

2.3 Методика заміру димності у ВГ дизеля

Методика заміру димності у ВГ дизеля, категорії N_1 взята з [10].

Зовнішнім оглядом необхідно перевірити комплектність, задовільність стану, відсутність прогарів і механічних пробоїв випускної системи ТЗ та відсутність нещільностей у з'єднаннях, які призводять до витoku ВГ.

Перед вимірюванням димності двигун ТЗ має бути прогрітий в межах діапазону робочих температур за рекомендаціями підприємства-виробника.

Перед вимірюванням димності необхідно:

- встановити важіль перемикачів передач у нейтральне положення;
- загальмувати ТЗ стоянковим гальмом;
- зупинити двигун (якщо він працював);
- підкласти під колеса ТЗ упорні колодки;
- відкрити капот моторного відсіку;
- під'єднати пристрій для вимірювання температури моторної оливи;
- під'єднати пробовідбиральну магістраль димоміра до випускної системи;

- перевірити нульове положення стрілки (цифрового чи іншого пристрою, що реєструє результати вимірювання) димоміра;

- запустити двигун;

- під час роботи двигуна з мінімальною частотою обертання швидко (швидше, ніж за одну секунду), але без ривків перемістити педаль керування паливоподачею до упору. Таке положення педалі зберігати, доки не буде досягнуто максимальної частоти обертання, яку обмежує регулятор. За показами димоміра визначити максимальну величину показника димності у режимі вільного прискорення за період розгону двигуна;

- педаль керування паливоподачею повернути у положення, що відповідає мінімальній частоті обертання. Таке положення педалі зберігати не довше ніж 15 с до стабілізування мінімальної частоти обертання і показів димоміра;

- цикл вільного прискорення треба повторити без перерв шість разів, для того, щоб очистити (продути) випускну систему двигуна і відразу після цього виконати не менше ніж чотири тестові цикли вільного прискорення до стабілізації виміряних значень показника димності у режимі вільного прискорення;

Димність ВГ дизелів ТЗ, у режимі вільного прискорення не повинна перевищувати значень, наведених у таблиці 2.3 (для ТЗ тип яких офіційно не затверджений згідно ДСТУ UN/ECE R 24 (Правилами ЄЕК ООН №24-03)).

Таблиця 2.3 – Димність ВГ дизелів ТЗ, у режимі вільного прискорення (для ТЗ тип яких офіційно не затверджений згідно ДСТУ UN/ECE R 24 (Правилами ЄЕК ООН №24-03))

Об'єкт випробовування	Гранично допустиме значення натурального показника поглинання, $K_{\text{доп}}, \text{м}^{-1}$
ТЗ з дизелями:	
без наддуву	2,5
з наддувом	3,0
ТЗ з газодизелями:	
без наддуву	1,7
з наддувом	2,0

У нашому випадку автомобіль тип якого офіційно затверджений згідно ДСТУ UN/ECE R 24 (Правилами ЄЕК ООН №24-03), тому димність ВГ, не повинна перевищувати скоригованого значення натурального показника поглинання, встановленого для цього типу ТЗ та двигуна [10]. Знак офіційного затвердження, щодо інформації скоригованого значення натурального показника поглинання, який становить $0,5 \text{ м}^{-1}$, і який нанесений на автомобілі VW Caddy на дублюючій табличці VIN-коду, показаний на рис. 2.3.



Рисунок 2.3 – Знак офіційного затвердження, щодо інформації скоригованого значення натурального показника поглинання

Тому значення димності ВГ, технічно справного, автомобіля повинні бути не більше $0,5 \text{ м}^{-1}$ скоригованого значення натурального показника поглинання.

2.4 Загальна методика експериментальних досліджень

Перед проведенням експериментальних досліджень автомобіль та дизель діагностували та регулювали згідно нормативно-технічних вимог.

Прилади, обладнання і методи випробувань відповідали ДСТУ 4276:2004.

Перед кожним використанням присадок, автомобіль заправлявся паливом максимальним об'ємом 60 л. Перед заправкою додавались присадки в паливний бак, згідно рекомендацій виробників присадок. Далі проводились випробування автомобіля шляхом заміру димності у ВГ дизеля. Автомобіль витрачав все паливо з присадкою з баку і заправлявся знову з додаванням іншої присадки.

Проведено вісім варіантів випробувань на автомобілі VW Caddy, із них сім з використанням палива з вмістом присадок, які покращують екологічні показники.

А саме:

- ДП без присадок;
- ДП з присадкою MOTUL Cold Flow + Diesel (№1);
- ДП з присадкою Xenum Anti Smoke Diesel (№2);
- ДП з присадкою Liqui Moly Diesel Russ-Stop (№3);
- ДП з присадкою WYNN'S Eco Diesel(№4);
- ДП з присадкою MEGUIN DIESEL SMOKE STOP CONCENTRATE(№5);
- ДП з присадкою STP Emission-Reducer-Diesel (№6);
- ДП з присадкою Bardahl BDC Anti-Pollution (№7).

Характеристики присадок до дизельного палива наведені в таблиці 2.4.

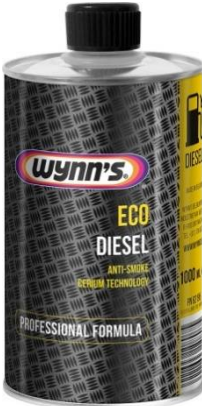
Під час кожного випробування, фіксувалась середня витрата палива автомобілем, бортовим вимірювачем витрати палива, показчик якого вмонтований в щиток приладів (рис. 2.4).



Рисунок 2.4 – Бортовий вимірювач витрати палива

Таблиця 2.4 – Характеристики присадок до дизельного палива

Найменування присадок	Характеристики показників присадок
MOTUL Cold Flow+ Diesel 300 мл	MOTUL COLD FLOW+ - це багатофункціональна присадка, яка покращує низькотемпературні властивості ДП, запобігає забивання паливних фільтрів та підвищує цетанове число палива на 5 одиниць. Знижує температуру застигання ДП до 10 °С. MOTUL COLD FLOW+ покращує процес регенерації фільтрів твердих часток

	(DPF). Додавання MOTUL COLD FLOW+, забезпечує: покращення низькотемпературних властивостей ДП; зниження викидів ШР з ВГ; зниження витрати палива. Вартість: 179 грн [32].
Xenum Anti Smoke Diesel 	Антидимна присадка Xenum Diesel Anti-Smoke призначена для додавання в ДП. Сприяє покращенню згоряння палива, оптимізуючи його склад і згладжуючи роботу дизеля навіть в разі використання неякісного ДП. Область застосування такої присадки досить широка: всі двигуни дизельного типу, в тому числі і ті, які належать до останнього покоління CRD, TDI, JTD, HDI. Забезпечує запас в 5-10 градусів під час переходу на зимове паливо. Дозволяє більш економічно витратити паливо. У асортименті присадка у флаконі об'ємом 300 мл. Вартість: 264 грн [33].
Liqui Moly Diesel Russ-Stop 	Liqui Moly Diesel Russ-Stop - це сучасна вискоєфективна присадка для ДП. Присадка істотно знижує кількість сажі, за рахунок її посиленого згоряння, в ВГ дизелів. Liqui Moly Diesel Russ-Stop вирішальним чином покращує екологічність дизелів легкових, знижує загазованість повітря, покращує видимість. Забезпечує чистоту двигуна і форсунок, запобігає закоксуванню розпилювачів форсунок, зберігає потужність двигуна. Запобігає утворенню сизого диму, забезпечуючи відповідність параметрів вихлопу екологічним нормам. Об'єм – 150 мл. Вартість: 234 грн. [34]
WYNN'S Eco Diesel 	Присадка в ДП Eco Diesel 1л WYNN'S - Wynn's Eco Diesel являє собою багатофункціональну присадку до ДП, спрямовану на зменшення ШВ, поліпшення згоряння палива, очищення паливної системи і компенсування змащувальних властивостей. Перешкоджає утворенню чорного диму до прийнятного рівня в ЄС. Дозволяє активно зменшувати викид сажі шляхом зниження температури згоряння частинок сажі з 600 °C до 200/400 °C (температура відпрацьованих газів). Вартість: 589 грн [35].
MEGUIN DIESEL SMOKE STOP CONCENTRATE	Присадка в дизельне паливо для зменшення димності у відпрацьованих газах дизелів MEGUIN DIESEL SMOKE STOP CONCENTRATE 250МЛ. Присадка в дизельне паливо DIESEL SMOKE STOP CONCENTRATE

	призначена для зменшення викидів чорного диму у вихлопних газах дизельних двигунів і поліпшення повноти згоряння паливної суміші. Застосовується як в легкових автомобілях, так і в комерційному транспорті. Вартість: 246 грн [36].
STP Emission-Reducer-Diesel 	STP mission-reducer-diesel Присадка в паливо - призначена для очищення та підтримання чистоти компонентів системи живлення, що впливають на викиди двигуна. Об'єм 500 мл. Вартість: 415 грн. [37]
Bardahl BDC Anti-Pollution 	Bardahl BDC Anti-Pollution присадка яка попереджає утворення нагару в камері згоряння і на клапанах, зберігається чистота сопла розпилювачів і поліпшується розпилення пального, підвищення цетанового числа палива, в результаті чого знижується токсичність вихлопу і забезпечується повне згоряння дизпалива, усунення конденсату води з паливного бака. Вартість: 265 грн [38]

3 РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ЕКОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ТЗ З ДИЗЕЛЕМ ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ ПРИСАДОК ДО ПАЛИВА

3.1 Результати експериментальних досліджень екологічних та економічних показників ТЗ з дизелем шляхом використання присадок до палива

Експериментальні дослідження екологічних та економічних показників проводились на автомобілі VW Caddy. Дослідження проводились, по визначенню рівня димності, на нерухомому автомобілі при використанні присадок до палива, при яких отримуються в ВГ найменші показники димності. Вимірювання димності проводились, відповідно до методик ДСТУ 4276:2004 [10].

Отримані показники димності коригувались згідно додатків А і Б.

З початку було проведено вимірювання димності на паливі без присадок. Потім, приблизно, в інтервалі десять днів було проведено, ще сім досліджень, коли автомобіль працював на паливі з різними присадками. Протоколи випробувань вимірювання димності ВГ дизеля автомобіля наведені в Додатку В.

Автомобіль заправлявся ДП на одній і тій самій АЗС ANP, яка знаходиться за адресою: м. Луцьк, вул. Рівненська 76. Присадки додавались в бак автомобіля після кожної заправки, згідно рекомендацій заводів виробників цих присадок.

Для промивання системи живлення від залишкового палива з присадкою, дослідження проводили в наступній послідовності. Спочатку, дизель автомобіля працював на паливі без присадок, потім на паливі з присадкою №1 далі, знову працював на паливі без присадки і таким чином, дослідження повторювались.

Також, під час кожного випробування, фіксувалась середня витрата палива автомобілем, бортовим вимірювачем витрати палива, показчик якого вмонтований в щиток приладів (рис. 2.4).

Результати експериментальних досліджень екологічних та економічних показників ТЗ з дизелем шляхом використання присадок до палива наведені в табл. 3.1 та на рис. 3.1 та 3.2.

Таблиця 3.1 – Результати експериментальних досліджень екологічних та економічних показників ТЗ з дизелем шляхом використання присадок до палива

№	Паливо та присадки, які використовувались	Екологічні та економічні показники		
		Середнє арифметичне десяти вимірювань		G _п , л/100 км
		N, %	K, м ⁻¹	
1.	ДП без присадок	8,65	0,22	6,8
2.	ДП+MOTUL Cold Flow+Diesel (№1)	6,39	0,15	6,1
3.	ДП+Xenum Anti Smoke Diesel (№2);	8,52	0,21	6,5
4.	ДП+Liqui Moly Russ-Stop (№3);	6,31	0,15	6,4
5.	ДП+WYNN'S Eco Diesel(№4);	8,41	0,20	6,8
6.	ДП+MEGUIN DIESEL SMOKE STOP CONCENTRATE(№5);	8,61	0,22	6,9
7.	ДП+STP Emission-Reducer-Diesel (№6);	11,25	0,27	6,9
8.	ДП+Bardahl BDC Anti-Pollution (№7).	7,49	0,18	6,6

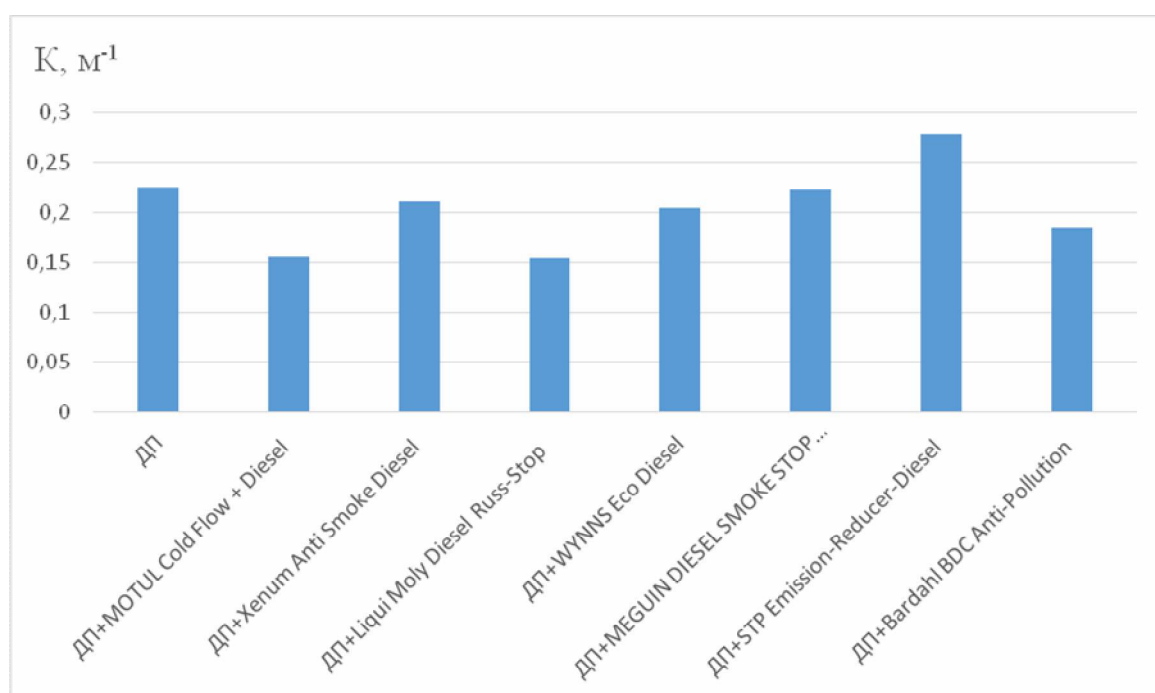


Рисунок 3.1 – Результати експериментальних досліджень екологічних показників автомобіля з дизелем шляхом використання присадок до палива

Із рисунка 3.1 видно, що використання присадок до ДП позитивно впливає на екологічні показники. При використанні наступних присадок димність ВГ у порівнянні з ДП знижується: присадка MOTUL Cold Flow + Diesel на 31 %; присадка Xenum Anti Smoke Diesel на 8 %; присадка Liqui Moly Diesel Russ-Stop

на 32 %; присадка WYNNS Eco Diesel на 9 %; присадка MEGUIN DIESEL SMOKE STOP CONCENTRATE на 1,5%; присадка Bardahl BDC Anti-Pollution на 18 %. Однак, при використанні присадки STP Emission-Reducer-Diesel спостерігається збільшення димності на 23 %.

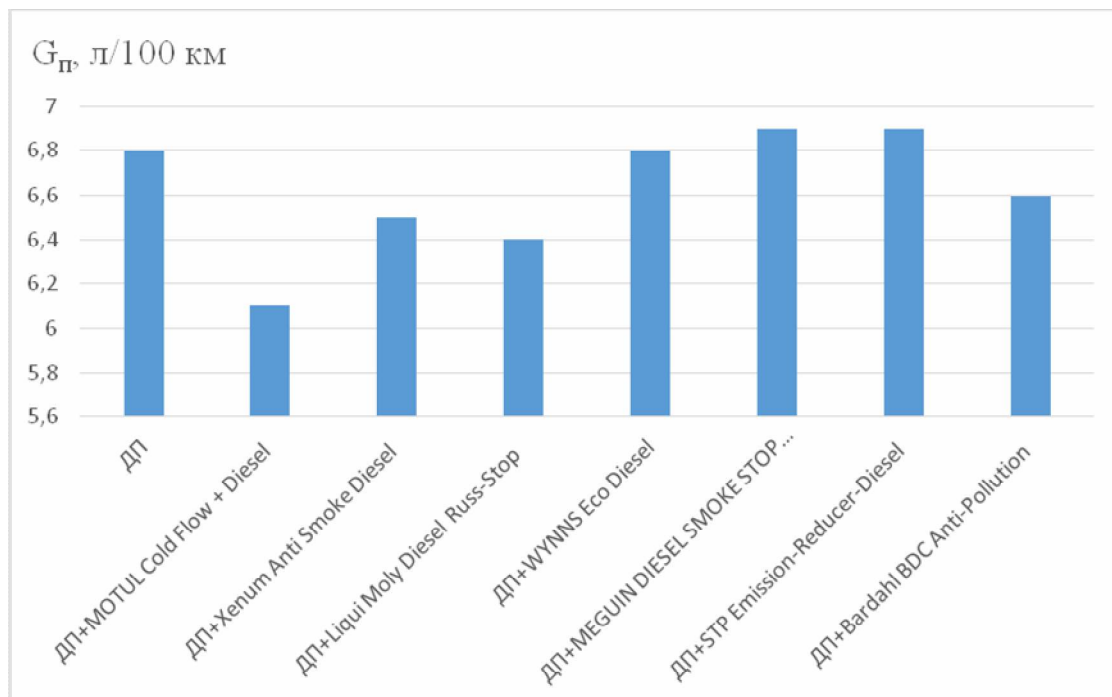


Рисунок 3.2 – Результати експериментальних досліджень витрати палива автомобіля з дизелем шляхом використання присадок до палива

Із рисунка 3.2 видно, що використання присадок до ДП неоднозначно впливає на витрату палива. При використанні наступних присадок витрата палива у порівнянні з традиційним ДП знижується: присадка MOTUL Cold Flow + Diesel на 11 %; присадка Xenum Anti Smoke Diesel на 5,5 %; присадка Liqui Moly Diesel Russ-Stop на 6 %; присадка Bardahl BDC Anti-Pollution на 3 %. При використанні присадки WYNNS Eco Diesel витрата палива така ж як у ДП. І при використанні наступних присадок: STP Emission-Reducer-Diesel та MEGUIN DIESEL SMOKE STOP CONCENTRATE спостерігається збільшення витрати палива на 1,5 %.

3.2 Економічний розрахунок доцільності використання присадок до палива

Методика економічного розрахунку доцільності використання присадок до палива та розрахунок собівартості транспортної роботи автомобіля який експлуатується на ДП та ДП з присадками наведено в додатку Г.

3.2.1 Порівняння економічних показників автомобіля, який живиться ДП з присадками

Порівнюючи витрату палива автомобіля VW Caddy, який живиться ДП з присадками та вартості присадок, можна зробити висновок, що з економічної точки зору їх використання є недоцільним. Крім присадки MOTUL Cold Flow + Diesel, при використанні якої спостерігається зниження витрати палива на 11 %. Також вартість присадки є нижчою в порівнянні з іншими присадками. Тому доцільно розрахувати собівартості транспортної роботи автомобіля, який живиться традиційним ДП та присадкою MOTUL Cold Flow + Diesel.

3.2.2 Розрахунок економічного ефекту від експлуатації автомобіля на паливі з присадками

Критеріями економічної ефективності експлуатації автомобіля при роботі на паливі з присадкою є зменшення затрат на паливо та зменшення викидів ШР.

Аналізуючи попередні розрахунки собівартість транспортної роботи автомобіля який живиться паливом з присадкою зменшиться, не зважаючи на те, що є необхідність покупки присадок.

Вихідні дані для розрахунку зводяться в таблицю 3.2.

Таблиця 3.2 – Вихідні дані для розрахунку економічного ефекту від експлуатації автомобіля який живиться паливом з присадками

№ з/п	Показник	Позначення	Одиниця вимірювання	Значення показника автомобіля	
				ДП	ДП+присадка
1.	Кількість ТЗ	A	шт.	1	1
2.	Собівартість транспортної роботи	S	грн.	120913	120069
3.	Середній річний пробіг	L _p	тис. км.	50	50
4.	Лінійна норма витрати палива	q _n	л/100 км	6,8	6,1
5.	Ціна палива (на початок вересня 2020 р.)	Ц _n	грн./л	24,99	24,99
6.	Ціна присадки (за рік експлуатації)	Ц _{np}	грн	-	7294

Річна сума економії експлуатаційних витрат:

$$E_{\text{евДП+присадка}} = S_{\text{ДП}} - S_{\text{ДП+прис}} = 120913 - 120069 = 844 \text{ грн.}$$

Термін окупності інвестицій:

роки.

За результатами розрахунків видно, що використання присадки до палива дасть економічний ефект за рахунок зменшення витрати на палива. Однак термін окупності – довготривалий. Буде мати місце, також, екологічний ефект від зменшення кількості ШР, що викидає автомобіль в навколишнє середовище.

ВИСНОВКИ

1. Визначено, що на великій кількості експлуатаційних режимів роботи дизелів великий відсоток припадає на викиди ТЧ. Визначено, що ефективними по зниженню вмісту ТЧ у ВГ дизеля є спеціальні присадки які покращують згоряння та антидимні присадки. Особливо хороші показники у присадок, які виготовлені на основі барію.

2. Вибрано об'єкт експериментальних досліджень, ним став легковий автомобіль VW Caddy. Для дослідження показників димності ВГ дизеля автомобіля, при використанні присадок до палива використовувався димомір Інфракар Д-1-3.01ЛТК. Дослідження проводились за методикам ДСТУ 4276:2004. Також встановлено загальну методику експериментальних досліджень показників димності ВГ дизеля автомобіля, при використанні присадок до палива.

3. Встановлено, що використання присадок до ДП позитивно впливає на екологічні показники. При використанні присадок димність відпрацьованих газів у порівнянні з традиційним паливом знижується на 8...32 %. Також встановлено, що використання деяких присадок дозволяє зменшити витрату палива на 3...11 %.

4. Розраховано економічну ефективність використання присадки. Так, встановлено, що використання присадки MOTUL Cold Flow+Diesel до палива дасть економічний ефект 844 грн. Термін окупності – 8,64 роки.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Марченко А.П. Двигуни внутрішнього згорання. Екологізація ДВЗ / За редакцією проф. А.П. Марченка. – Х.: Видавничий центр НТУ «ХПІ», 2014. – 348 с.
2. Присадки / Аналіз використання присадок для зниження токсичності дизелів / Присадки // Тези ХІ студентської науково-технічної конференції машинобудівного факультету «Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті», Луцький НТУ, 2020. – С. 231-233.
3. Безюков О.К. Современные присадки к дизельному топливу / О.К. Безюков, В.А Жуков, М.М. Маад // Вестник АГТУ. Технические науки, №1 (61). – 2016. – С. 28-33.
3. Тартаковський, Е.Д. Визначення ефективності хімотологічних заходів підвищення ефективності тепловозів в експлуатації [Текст] / Тартаковський Е.Д., Аулін Д.О., Андросов Д.С. // Збірник наукових праць "Вісник НТУ "ХПІ" : Нові рішення в сучасних технологіях №34 - Вестник НТУ "ХПІ", 2011. - ISBN 2079-5459.
5. Звонов В.А. Токсичность двигателей внутреннего сгорания / В.А. Звонов. – М.: Машиностроение, 1981. – 160 с.
6. Абрамчук Ф.І. Автомобільні двигуни: Підручник / Ф.І Абрамчук, Ю.Ф. Гутаревич, К.Є. Долганов, І.І. Тимченко. – К.: Арістей, 2004. – 476 с.
7. Луканин В.Н. Двигатели внутреннего сгорания. В 3 кн. Учебник для вузов / В.Н. Луканин, И.В. Алексеев, М.Г. Шатров и др.; Под ред. В.Н. Луканина и М.Г. Шатрова. – 3-е изд. перераб. – М.: Высш. шк., 2007. – ISBN 978-5-06-004143-9.
8. Захарчук В.І. Основи теорії та конструкції автомобільних двигунів: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / В.І. Захарчук. – Луцьк: ЛНТУ, 2011 – 233 с.
9. Автомобильный справочник BOSCH. – М.: ЗАО КЖИ «За рулем». – 2002. – 896 с.

10. Атмосфера. Норми і методи вимірювання димності відпрацьованих газів автомобілів з дизелями або газодизелями: ДСТУ 4276:2004. – [Чинний від 2004-01-31]. – К.: Держспоживстандарт України, 2004. – 14 с. – (Національний стандарт України).

11. Приміський В. Стандарти і засоби вимірювання димності відпрацьованих газів дизельних двигунів / В. Приміський // Стандартизація сертифікація якості, №3. – 2014. – 17-21.

12. Бакиров Ф.Г. Образование и выгорание сажи / Ф.Г. Бакиров и др. – М.: Машиностроение, 1989. – 125 с.

13. Гутаревич Ю.Ф. Екологія автомобільного транспорту / Ю.Ф. Гутаревич, Д.В. Зеркалов, А.Г. Говорун, А.О. Корпач, Л.П. Мержиєвська. – К.: Основа, 2002. – 312 с.

14. Звонов В.А. Образование загрязнений в процессах сгорания. – Луганск: Изд-во Восточноукраинского гос. ун-та, 1998. – 126 с.

15. Варшавський І.Л. Токсичность дизельной сажи и измерение содержания дизельного двигателя / И.Л. Варшавський, Ф.Ф. Мигульський // Труды ЛАНЭ. – М.: Знание. – 1979. – 277 с.

16. Данилов А.М. Присадки к дизельным топливам / А.М. Данилов // Двигателестроение, 2000. - №1. – С.21-22.

17. Тимерханов Ф.Ш. Улучшение экологических и технико-экономических показателей двигателей тракторов и сельскохозяйственных машин использованием беззольной присадки: дис. Канд. Техн. наук: 05.20.03 / Тимерханов Финзур Шакирович. – Казань, 2003. – 147 с.

18. Школьников В.М. Топлива, смазочные материалы, технические жидкости. Ассортимент и применение. Справочник. – М.: Техинформ, 1999. – 596 с.

19. Воробьев-Обухов А. Полезное действие для КПП // За рулем. - №5. 2000. – М. – С. 43-44.

20. Якубовський Ю. Автомобільний транспорт и защита окружающей среды / Ю. Якубовский. – М.: Транспорт, 1979. – 198 с.

21. Khan I. Coagulation and Soot Particle Diesel Engines // Combustion and Flame. Vol 17. 1992. – P. 409-419.

22. Махов В.З. Исследования влияния присадок к топливу на процесс образования и сгорания сажи в цилиндре дизеля / В.З. Махов, М.С. Ховах // Доклады семинара СЭВ и СФРЮ. – М.: МАДИ, 1981. – С. 111-118.

23. Григорьян В.Т. Исследование возможности уменьшения выбросов сажи дизельными двигателями за счет применения катализаторов и присадок к топливу / В.Т. Григорьян, Р.В. Гаргала, Р.В. Малов // Сборник докладов. Токсичность двигателей внутреннего сгорания и пути ее снижения. – М.: 1988. – С. 40-64.

24. Glover J. The fuel additive approach to words the alleviation of the nuisance of diesel smoke. Journal of the JNST. Vol/ 52/ - 1976. – P. 121-135.

25. Григорьян В.Т. Влияние бариевых присадок к топливу на снижение содержания сажи в выхлопе дизельного двигателя / В.Т. Григорьян // Труды ЛАНЭ. – М.: Знание. – 1982. – С. 61-69.

26. Daniel W. Engine Variable Effects on Exhausts Hydrocarbon Composition. SAE. Preprints № 670124.

27. Golgotha D. Diesel engine exhaust smoke; the influence of fuel properties and the effects of using of barium containing fuel additive. SAE. Preprints № 670002.

28. Rhan J. Formation and Combustion of Carbon in Diesel Engine. Lucas Engineering Reviev. Vol. 5. – P. 42-47.

29. Тимерханов Ф.Ш. Результаты стендовых испытаний дизеля на топливе с присадкой ТИОФАТ. – Казань: КГСХА, 2002. 19 с.

30. Технические характеристики Volkswagen Caddy III 1.9 TDI [Электронный ресурс]: <http://www.autonet.ru/auto/ttx/volkswagen/caddy/276514>

31. Дымомер Инфракар Д 1-3.01 ЛТК, димомір інфракар-Д-1-3.01ЛТК, вимірювач димності інфракар, измеритель дымности Инфракар Д 1-3.01 ЛТК <https://prom.ua/p4751081-dymomer-infrakar-301.html>.

32. Cold Flow + Diesel. [Электронный ресурс]: <https://www.motul.com/ru/ru/products/cold-flow-diesel>.

33. Антидымная присадка для улучшения сгорания дизеля XENUM DIESEL ANTI-SMOKE (3048300). [Електронний ресурс]: <https://www.xenum.ua/ru/additives/fuel/diesel/diesel-anti-smoke/>.

34. Liqui Moly Diesel Russ-Stop. [Електронний ресурс]: https://liqui-moly.com.ua/index.php?route=product/product&path=57&product_id=370&gclid=EAIaIQobChMI6KP2s83R7AIVmqSyCh2jDgUREAAYASAAEgKsGfD_BwE.

35. Eco Diesel WYNNS – 62195 [Електронний ресурс]: https://teman.com.ua/buy/wynns_62195.

36. MEGUIN DIESEL SMOKE STOP CONCENTRATE 250МЛ. [Електронний ресурс]: http://meguin.com.ua/index.php?route=product/product&product_id=642.

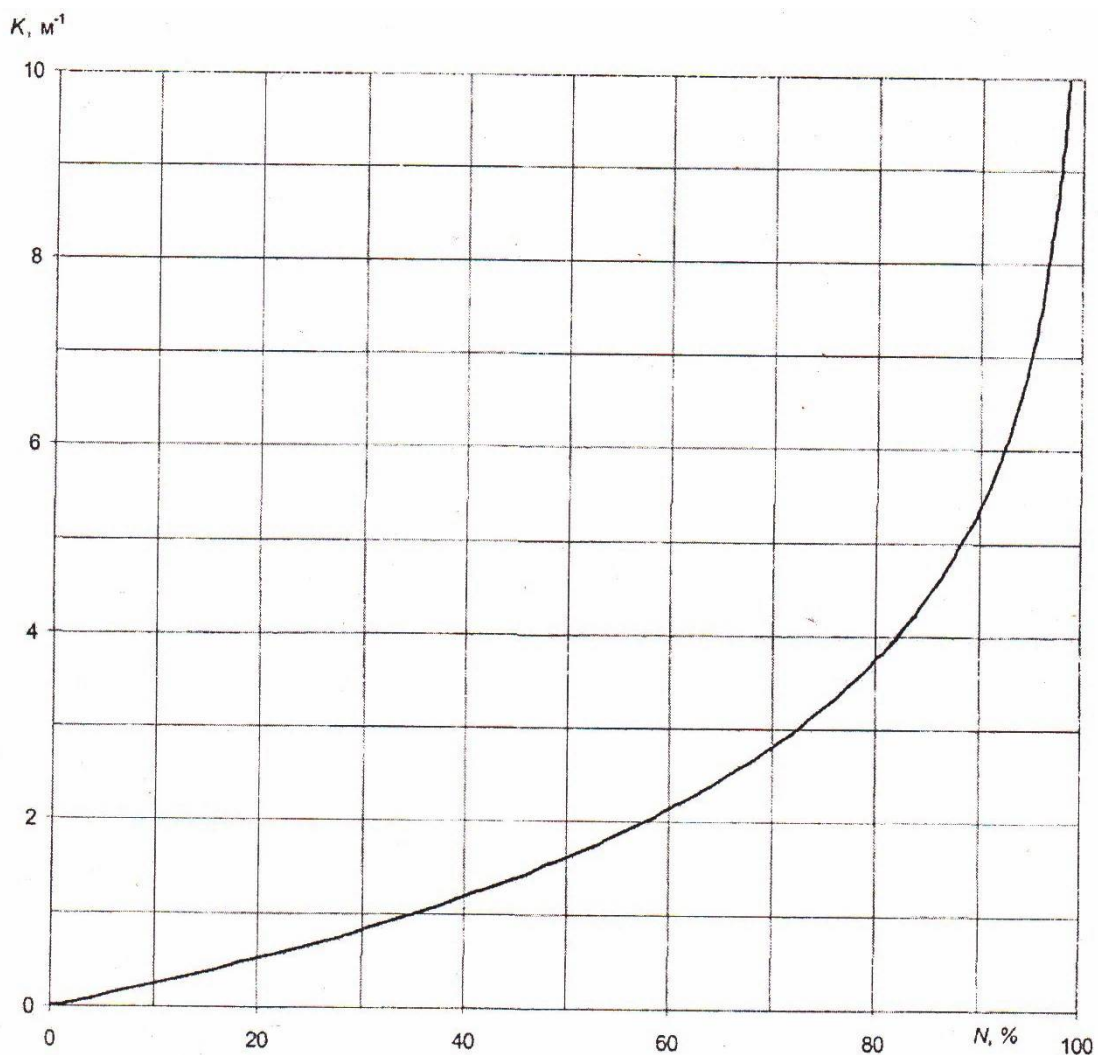
37. STP mission-reducer-diesel. [Електронний ресурс]: <https://vse.ua/md/wynns-diesel-emission-reducer-diesel-power-3-500-ml-w50393-2385095/>.

38. Bardahl BDC Anti-Pollution. [Електронний ресурс]: <https://drossel.ua/content/22555-bardahl-bdc-anti-pollution-1072-1200-prisadka>.

39. Присадки Обґрунтування економічної ефективності переобладнання колісного трактора для роботи на природному газі / Присадки // Наукові нотатки. Міжвузівський збірник за напрямом “Інженерна механіка”. Випуск 46, 2014. – С. 190–194.

ДОДАТОК А

Графічна залежність натурального показника поглинання K від лінійного показника поглинання N [10]



ДОДАТОК Б

Перерахунок значень лінійного показника поглинання N у значення натурального показника поглинання K [10]

$N, \%$	K, m^{-1}	$N, \%$	K, m^{-1}	$N, \%$	K, m^{-1}	$N, \%$	K, m^{-1}	$N, \%$	K, m^{-1}
0	0	21	0,548	41	1,227	61	2,190	81	3,862
2	0,047	22	0,578	42	1,267	62	2,250	82	3,988
3	0,071	23	0,608	43	1,307	63	2,312	83	4,121
4	0,095	24	0,638	44	1,348	64	2,376	84	4,262
5	0,119	25	0,669	45	1,390	65	2,441	85	4,412
6	0,144	26	0,700	46	1,433	66	2,509	86	4,572
7	0,169	27	0,732	47	1,476	67	2,578	87	4,745
8	0,194	28	0,764	48	1,521	68	2,650	88	4,931
9	0,219	29	0,796	49	1,566	69	2,724	89	5,133
10	0,245	30	0,829	50	1,612	70	2,800	90	5,355
11	0,271	31	0,863	51	1,659	71	2,879	91	5,600
12	0,297	32	0,897	52	1,707	72	2,960	92	5,874
13	0,324	33	0,931	53	1,756	73	3,045	93	6,184
14	0,351	34	0,966	54	1,806	74	3,133	94	6,543
15	0,378	35	1,002	55	1,857	75	3,224	95	6,967
16	0,405	36	1,038	56	1,909	76	3,319	96	7,486
17	0,433	37	1,075	57	1,963	77	3,418	97	8,155
18	0,462	38	1,112	58	2,017	78	3,521	98	9,098
19	0,490	39	1,150	59	2,073	79	3,629	99	10,710
20	0,519	40	1,188	60	2,131	80	3,743	100	∞

Перерахунок значень лінійного показника поглинання N у значення натурального показника поглинання K [10]

$K,$ m^{-1}	$N,$ %	$K,$ m^{-1}	$N,$ %	$K,$ m^{-1}	$N,$ %	$K,$ m^{-1}	$N,$ %	$K,$ m^{-1}	$N,$ %	$K,$ m^{-1}	$N,$ %
0	0	0,550	21,1	1,100	37,7	1,650	50,8	2,70	68,7	4,4	84,9
0,025	1,1	0,575	21,9	1,125	38,4	1,675	51,3	2,75	69,3	4,5	85,6
0,050	2,1	0,600	22,7	1,150	39,0	1,700	51,9	2,80	70,0	4,6	86,2
0,075	3,2	0,625	23,6	1,175	39,7	1,725	52,4	2,85	70,6	4,7	86,7
0,100	4,2	0,650	24,4	1,200	40,3	1,750	52,9	2,90	71,3	4,8	87,3
0,125	5,2	0,675	25,2	1,225	40,9	1,800	53,9	2,95	71,9	4,9	87,8
0,150	6,2	0,700	26,0	1,250	41,6	1,850	54,9	3,00	72,5	5,0	88,4
0,175	7,2	0,725	26,8	1,275	42,2	1,900	55,8	3,05	73,1	5,2	89,3
0,200	8,2	0,750	27,6	1,300	42,8	2,000	57,7	3,10	73,6	5,4	90,2
0,225	9,2	0,775	28,3	1,325	43,4	2,050	58,6	3,15	74,2	5,6	91,0
0,250	10,2	0,800	29,1	1,350	44,0	2,100	59,5	3,20	74,7	5,8	91,7
0,275	11,2	0,825	29,9	1,375	44,6	2,150	60,3	3,30	75,8	6,0	92,4
0,300	12,1	0,850	30,6	1,400	45,2	2,200	61,2	3,40	76,8	6,2	93,0
0,325	13,0	0,875	31,4	1,425	45,8	2,250	62,0	3,50	77,8	6,5	93,9
0,350	14,0	0,900	32,1	1,450	46,4	2,300	62,8	3,60	78,7	7,0	95,1
0,375	14,9	0,925	32,8	1,475	47,0	2,350	63,6	3,70	79,6	7,5	96,0
0,400	15,8	0,950	33,5	1,500	47,5	2,400	64,4	3,80	80,5	8,0	96,8
0,425	16,7	0,975	34,2	1,525	48,1	2,450	65,1	3,90	81,3	8,5	97,4
0,450	17,6	1,000	34,9	1,550	48,6	2,500	65,9	4,00	82,1	9,0	97,9
0,475	18,5	1,025	35,6	1,575	49,2	2,550	66,6	4,10	82,8	9,5	98,3
0,500	19,3	1,050	36,3	1,600	49,7	2,600	67,3	4,20	83,6	10,0	98,6
0,525	20,2	1,075	37,0	1,625	50,3	2,650	68,0	4,30	84,3	∞	100,0

ДОДАТОК В

Протоколи вимірювання димності ВГ дизеля автомобіля VW Caddy, який живився ДП з додаванням присадок

ФОРМА ПРОТОКОЛУ ВИПРОБОВУВАННЯ

 $G_H = 6,8 \text{ л/л}$ ПРОТОКОЛ № 1 від « 30 » 09 2020 р.вимірювання димності відпрацьованих газів
дизеля (газодизеля) автомобіляДП без присадокНазва підприємства і місце проведення вимірювання БІ ПРАГ, Волиць - Авто 4Марка, модель автомобіля VW CaddyНомер шасі (кузова), державний номер автомобіля —Марка, модель дизеля (газодизеля) D 1,9

Наявність офіційного затвердження згідно з ДСТУ UN/ECE R 24-03

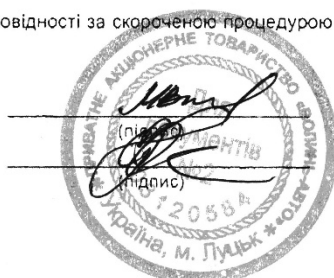
(Правилами ЄЕК ООН № 24-03) або Директивою 72/306/ЄЕС 0,5Дизель чи газодизель DНаявність наддуву +Відповідність автомобіля вимогам 5.1.2—5.1.3 ДСТУ 4276 —Температура охолодної рідини (моторної оливи) 90 °CМарка, модель, заводський номер, рік випуску димоміра, дата перевірки Цифранга А1-3.01. N 733Результати вимірювання димності 15.61,20

Номер вимірювання	Результати вимірювання показників димності		Гранично допустиме значення натурального показника поглинання	Гранично допустиме значення з урахуванням збільшення або зменшення $K_{\text{доп}}$, м^{-1} відповідно до 5.2.7.1—5.2.7.2 ДСТУ 4276 *
	$N, \%$	$K, \text{м}^{-1}$	$K_{\text{доп}}, \text{м}^{-1}$	
1	8	0,19	0,5	—
2	8	0,19		
3	8	0,19		
4	8,2	0,20		
5	8	0,19		
6	9,8	0,23		
7	9,8	0,23		
8	10	0,24		
9	8,5	0,21		
10	8,2	0,20		
Середнє арифметичне чотирьох виміряних значень		0,22		
Середнє арифметичне двох або трьох виміряних значень*		—		

Відповідність вимозі 5.2.3 щодо стабілізації виміряних значень +Висновок про відповідність димності за повною процедурою відповідно до 5.2.1—5.2.6 ДСТУ 4276 +Висновок про відповідність димності відповідно до 5.2.7 ДСТУ 4276 * —

* Залповнюють лише у разі оцінювання відповідності за скороченою процедурою відповідно до 5.2.7 ДСТУ 4276.

Виконавці:

сюсар ВІ
(посада)сюсар ВІ
(посада)Машв'яко В.Н.
(П.І.Б.)
Редоричук С.М.
(П.І.Б.)

ФОРМА ПРОТОКОЛУ ВИПРОБОВУВАННЯ

 $C_{sk} = 6,1 \text{ л/100 км}$ ПРОТОКОЛ № 2 від «08» 10 2020 р.вимірювання димності відпрацьованих газів
дизеля (газодизеля) автомобіляДП + Motul Cold Flow + DieselНазва підприємства і місце проведення вимірювання ВА ДРАТ «Волинськ-Авто»Марка, модель автомобіля VW CaddyНомер шасі (кузова), державний номер автомобіля —Марка, модель дизеля (газодизеля) D, 1,9

Наявність офіційного затвердження згідно з ДСТУ UN/ECE R 24-03

(Правилами ЄЕК ООН № 24-03) або Директивою 72/306/ЄЕС 0,5Дизель чи газодизель DНаявність наддуву +Відповідність автомобіля вимогам 5.1.2—5.1.3 ДСТУ 4276 —Температура охолодної рідини (моторної оливи) 90 °CМарка, модель, заводський номер, рік випуску димоміра, дата перевірки Циганяк А.І.-3.01 N 733

Результати вимірювання димності

13.01.20

Номер вимірювання	Результати вимірювання показників димності		Гранично допустиме значення натурального показника поглинання	Гранично допустиме значення з урахуванням збільшення або зменшення $K_{доп}$, M^{-1} відповідно до 5.2.7.1—5.2.7.2 ДСТУ 4276 *
	N , %	K , M^{-1}	$K_{доп}$, M^{-1}	
1	7,2	0,19	0,5	—
2	8,2	0,19		
3	7	0,16		
4	6,2	0,15		
5	6	0,14		
6	6,5	0,16		
7	6,2	0,15		
8	5,3	0,13		
9	6,1	0,14		
10	5,2	0,12		
Середнє арифметичне чотирьох виміряних значень		0,156		
Середнє арифметичне двох або трьох виміряних значень *		—		

Відповідність вимозі 5.2.3 щодо стабілізації виміряних значень +Висновок про відповідність димності за повною процедурою відповідно до 5.2.1—5.2.6 ДСТУ 4276 —Висновок про відповідність димності відповідно до 5.2.7 ДСТУ 4276 * —

* Заповнюють лише у разі оцінювання відповідності за скороченою процедурою відповідно до 5.2.7 ДСТУ 4276.

Виконавці:

слюсар ВА
(посада)
слюсар ВА
(посада)



Машіван В.А.
(п.і.б.)
Редорини С.М.
(п.і.б.)

ФОРМА ПРОТОКОЛУ ВИПРОБОВУВАННЯ

ПРОТОКОЛ № 3 від « 15 » 10 2020 р.

вимірювання димності відпрацьованих газів
дизеля (газодизеля) автомобіля $G_k = 65 \text{ N/100km}$

ДП+Хешин АнтиSmoke Diesel

Назва підприємства і місце проведення вимірювання ВЛ ДПРГ, Великий-Австро

Марка, модель автомобіля VW Caddy

Номер шасі (кузова), державний номер автомобіля —

Марка, модель дизеля (газодизеля) D, 1,9

Наявність офіційного затвердження згідно з ДСТУ UN/ECE R 24-03

(Правилами ЄЕК ООН № 24-03) або Директивою 72/306/ЄЕС 0,5

Дизель чи газодизель D

Наявність наддуву +

Відповідність автомобіля вимогам 5.1.2—5.1.3 ДСТУ 4276 —

Температура охолодної рідини (моторної оливи) 90 °C

Марка, модель, заводський номер, рік випуску димоміра, дата перевірки Цигранук А1-3.01. N 733

Результати вимірювання димності 15.01.20

Номер вимірювання	Результати вимірювання показників димності		Гранично допустиме значення натурального показника поглинання $K_{доп}, \text{M}^{-1}$	Гранично допустиме значення з урахуванням збільшення або зменшення $K_{доп}, \text{M}^{-1}$ відповідно до 5.2.7.1—5.2.7.2 ДСТУ 4276 *
	N, %	K, M^{-1}		
1	8,2	0,20	0,5	—
2	8	0,19		
3	8	0,19		
4	9,2	0,22		
5	10	0,24		
6	10	0,24		
7	8	0,19		
8	8	0,19		
9	8,7	0,21		
10	9,1	0,22		
Середнє арифметичне чотирьох виміряних значень		0,21	—	—
Середнє арифметичне двох або трьох виміряних значень *		—		

Відповідність вимозі 5.2.3 щодо стабілізації виміряних значень +

Висновок про відповідність димності за повною процедурою відповідно до 5.2.1—5.2.6 ДСТУ 4276 —

Висновок про відповідність димності відповідно до 5.2.7 ДСТУ 4276 * —

* Заповнюють лише у разі оцінювання відповідності за скороченою процедурою відповідно до 5.2.7 ДСТУ 4276.

Виконавці:

списар ВЛ
(посада)
списар ВЛ
(посада)



Мамвієнко В.А.
(П.І.Б.)
Редоричук С.М.
(П.І.Б.)

ФОРМА ПРОТОКОЛУ ВИПРОБОВУВАННЯ

 $G_u = 6,4 \text{ л/100 км}$ ПРОТОКОЛ № 4 від «21» 10 2020 р.вимірювання димності відпрацьованих газів
дизеля (газодизеля) автомобіляАп+Liqui Moly Diesel
Russ-StopНазва підприємства і місце проведення вимірювання ВА ПАТ «Волінь-Авто»Марка, модель автомобіля VW CaddyНомер шасі (кузова), державний номер автомобіля -Марка, модель дизеля (газодизеля) D, 1,9

Наявність офіційного затвердження згідно з ДСТУ UN/ECE R 24-03

(Правилами ЄЕК ООН № 24-03) або Директивою 72/306/ЄЕС 0,5Дизель чи газодизель DНаявність наддуву +Відповідність автомобіля вимогам 5.1.2—5.1.3 ДСТУ 4276 -Температура охолодної рідини (моторної оливи) 90 °CМарка, модель, заводський номер, рік випуску димоміра, дата перевірки Цифрамар 4.1-03.01. N 733Результати вимірювання димності 75, 01, 20

Номер вимірювання	Результати вимірювання показників димності		Гранично допустиме значення натурального показника поглинання	Гранично допустиме значення з урахуванням збільшення або зменшення $K_{\text{доп}}$, м^{-1} відповідно до 5.2.7.1—5.2.7.2 ДСТУ 4276 *
	$N, \%$	$K, \text{м}^{-1}$	$K_{\text{доп}}, \text{м}^{-1}$	
1	7,5	0,18	0,5	—
2	7,1	0,17		
3	8	0,19		
4	5,2	0,12		
5	5,3	0,13		
6	7	0,16		
7	6,2	0,15		
8	6,1	0,14		
9	6,3	0,15		
10	5,8	0,13		
Середнє арифметичне чотирьох виміряних значень		0,15	—	—
Середнє арифметичне двох або трьох виміряних значень *		—		

Відповідність вимозі 5.2.3 щодо стабілізації виміряних значень +Висновок про відповідність димності за повною процедурою відповідно до 5.2.1—5.2.6 ДСТУ 4276 -Висновок про відповідність димності відповідно до 5.2.7 ДСТУ 4276 * -

* Заповнюють лише у разі оцінювання відповідності за скороченою процедурою відповідно до 5.2.7 ДСТУ 4276.

Виконавці:

Слюсар В.А.
(посада)Слюсар В.А.
(посада)Мамбієнко В.А.
(п.і.б.)Редоричук С.М.
(п.і.б.)

ФОРМА ПРОТОКОЛУ ВИПРОБОВУВАННЯ

ПРОТОКОЛ № 5 від «30» 10 2020 р. $G_k = 6,8 \text{ л/100 км}$

вимірювання димності відпрацьованих газів

дизеля (газодизеля) автомобіля

АТ + Wynn's Eco DieselНазва підприємства і місце проведення вимірювання ВА ПРАТ «Волинське Авто»Марка, модель автомобіля VW CaddyНомер шасі (кузова), державний номер автомобіля —Марка, модель дизеля (газодизеля) D 1,9

Наявність офіційного затвердження згідно з ДСТУ UN/ECE R 24-03

(Правилами ЄЕК ООН № 24-03) або Директивою 72/306/ЄЕС 0,5Дизель чи газодизель DНаявність наддуву +Відповідність автомобіля вимогам 5.1.2—5.1.3 ДСТУ 4276 —Температура охолодної рідини (моторної оливи) 90 °CМарка, модель, заводський номер, рік випуску димоміра, дата повірки Цифранар А1-03.01. N 733Результати вимірювання димності 15,01,20

Номер вимірювання	Результати вимірювання показників димності		Гранично допустиме значення натурального показника поглинання	Гранично допустиме значення з урахуванням збільшення або зменшення $K_{\text{доп}}$, м^{-1} відповідно до 5.2.7.1—5.2.7.2 ДСТУ 4276 *
	N, %	K, м^{-1}	$K_{\text{доп}}$, м^{-1}	
1	8,5	0,20	0,5	—
2	9	0,22		
3	8,5	0,21		
4	8,5	0,20		
5	9	0,19		
6	9	0,22		
7	10	0,24		
8	10	0,25		
9	12	0,30		
10	9	0,21		
Середнє арифметичне з усіх виміряних значень		0,20		
Середнє арифметичне двох або трьох виміряних значень *				

Відповідність вимозі 5.2.3 щодо стабілізації виміряних значень —Висновок про відповідність димності за повною процедурою відповідно до 5.2.1—5.2.6 ДСТУ 4276 —Висновок про відповідність димності відповідно до 5.2.7 ДСТУ 4276 * —

* Заповнюють лише у разі оцінювання відповідності за скороченою процедурою відповідно до 5.2.7 ДСТУ 4276.

Виконавці:

Слюсар В.А.

(посада)

Слюсар В.А.

(посада)

Машвіченко В.А.

(п.і.б.)

Федорин С.М.

(п.і.б.)

ФОРМА ПРОТОКОЛУ ВИПРОБОВУВАННЯ

ПРОТОКОЛ № 6 від «05» 11 2020 р. $G_u = 6,09 \text{ л/100 км}$

вимірювання димності відпрацьованих газів

дизеля (газодизеля) автомобіля ДП + Мегин Diesel smokeНазва підприємства і місце проведення вимірювання ВА ПРАТ "Волчине Авто"Марка, модель автомобіля VW CaddyНомер шасі (кузова), державний номер автомобіля —Марка, модель дизеля (газодизеля) D, 1, 9

Наявність офіційного затвердження згідно з ДСТУ UN/ECE R 24-03

(Правилами ЕЕК ООН № 24-03) або Директивою 72/306/ЄЕС 0,5Дизель чи газодизель DНаявність наддуву +Відповідність автомобіля вимогам 5.1.2—5.1.3 ДСТУ 4276 —Температура охолодної рідини (моторної оливи) 90 °CМарка, модель, заводський номер, рік випуску димоміра, дата перевірки Циклон ДП-03.01. N 733Результати вимірювання димності 16.01.20

Номер вимірювання	Результати вимірювання показників димності		Гранично допустиме значення натурального показника поглинання	Гранично допустиме значення з урахуванням збільшення або зменшення $K_{\text{доп}}$, м^{-1} відповідно до 5.2.7.1—5.2.7.2 ДСТУ 4276 *
	$N, \%$	$K, \text{м}^{-1}$	$K_{\text{доп}}, \text{м}^{-1}$	
1	8,3	0,20	0,5	—
2	10,5	0,26		
3	9,1	0,22		
4	9,5	0,23		
5	8,5	0,21		
6	8,3	0,20		
7	8,5	0,21		
8	8	0,19		
9	9,2	0,22		
10	9,6	0,23		
Середнє арифметичне з усіх вимірюваних значень		0,222		
Середнє арифметичне двох або трьох вимірюваних значень*		—		

Відповідність вимозі 5.2.3 щодо стабілізації вимірюваних значень +Висновок про відповідність димності за повною процедурою відповідно до 5.2.1—5.2.6 ДСТУ 4276 —Висновок про відповідність димності відповідно до 5.2.7 ДСТУ 4276 * —

* Заповнюють лише у разі оцінювання відповідності за скороченою процедурою відповідно до 5.2.7 ДСТУ 4276.

Виконавці:

Слюсар В.І.
(посада)Слюсар В.І.
(посада)Мамбієнко В.А.
(П.І.Б.)
Федорин С.М.
(П.І.Б.)

ФОРМА ПРОТОКОЛУ ВИПРОБОВУВАННЯ

ПРОТОКОЛ № 7 від «12» 11 2020 р.вимірювання димності відпрацьованих газів
дизеля (газодизеля) автомобіля $G_u = 609 \text{ г/100 км}$ ДП + STP Emission -
ReducedНазва підприємства і місце проведення вимірювання ВА. ПРАТ "ВОЛНИ-АВТО"Марка, модель автомобіля VW CaddyНомер шасі (кузова), державний номер автомобіля —Марка, модель дизеля (газодизеля) D, 1.9

Наявність офіційного затвердження згідно з ДСТУ UN/ECE R 24-03

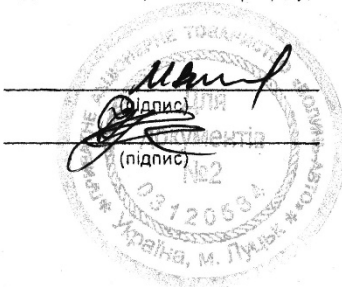
(Правилами ЕЕК ООН № 24-03) або Директивою 72/306/ЄЕС 0,5Дизель чи газодизель DНаявність наддуву +Відповідність автомобіля вимогам 5.1.2—5.1.3 ДСТУ 4276 —Температура охолодної рідини (моторної оливи) 90 °CМарка, модель, заводський номер, рік випуску димоміра, дата перевірки Цифропар А-1-03.01 N733Результати вимірювання димності 15.01.20

Номер вимірювання	Результати вимірювання показників димності		Гранично допустиме значення натурального показника поглинання	Гранично допустиме значення з урахуванням збільшення або зменшення $K_{\text{доп}}$, м^{-1} відповідно до 5.2.7.1—5.2.7.2 ДСТУ 4276 *
	N, %	K, м^{-1}	$K_{\text{доп}}$, м^{-1}	
1	10,2	0,25	0,5	—
2	11,2	0,27		
3	10,8	0,26		
4	10,9	0,26		
5	11,5	0,29		
6	13,0	0,32		
7	12,8	0,31		
8	13,2	0,33		
9	9,5	0,24		
10	9,4	0,23		
Середнє арифметичне чотирьох вимірюваних значень		0,27	—	—
Середнє арифметичне двох або трьох вимірюваних значень *		—		

Відповідність вимозі 5.2.3 щодо стабілізації вимірюваних значень +Висновок про відповідність димності за повною процедурою відповідно до 5.2.1—5.2.6 ДСТУ 4276 —Висновок про відповідність димності відповідно до 5.2.7 ДСТУ 4276 * —

* Заповнюють лише у разі оцінювання відповідності за скороченою процедурою відповідно до 5.2.7 ДСТУ 4276.

Виконавці:

Слюсар В.А.
(посада)Слюсар В.А.
(посада)Камбісний В.А.
(п.і.б.)Федорченко С.М.
(п.і.б.)

ФОРМА ПРОТОКОЛУ ВИПРОБОВУВАННЯ

ПРОТОКОЛ № 8 від « 18 » 11 2020 р. $G_H = 6,6 \text{ л/100 км}$ вимірювання димності відпрацьованих газів
дизеля (газодизеля) автомобіляAPI + Bardahl BDC
Anti-PollutionНазва підприємства і місце проведення вимірювання ВА - ПАТ «Волиць - Авто»Марка, модель автомобіля VW CaddyНомер шасі (кузова), державний номер автомобіля —Марка, модель дизеля (газодизеля) D, 1,9

Наявність офіційного затвердження згідно з ДСТУ UN/ECE R 24-03

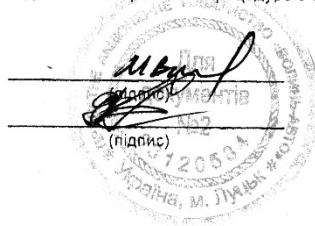
(Правилами ЕЕК ООН № 24-03) або Директивою 72/306/ЄЕС 0,5Дизель чи газодизель D, 1,9Наявність наддуву +Відповідність автомобіля вимогам 5.1.2—5.1.3 ДСТУ 4276 —Температура охолодної рідини (моторної оливи) 90 °CМарка, модель, заводський номер, рік випуску димоміра, дата повірки Циранка А1-02.01 N733Результати вимірювання димності 15.01.20

Номер вимірювання	Результати вимірювання показників димності		Гранично допустиме значення натурального показника поглинання	Гранично допустиме значення з урахуванням збільшення або зменшення $K_{доп}$, M^{-1} відповідно до 5.2.7.1—5.2.7.2 ДСТУ 4276 *
	N, %	K, M^{-1}	$K_{доп}$, M^{-1}	
1	7,5	0,19	0,5	—
2	7,6	0,19		
3	8,7	0,20		
4	7,1	0,17		
5	6,2	0,15		
6	6,1	0,14		
7	8,3	0,21		
8	7,5	0,18		
9	8,2	0,20		
10	8,3	0,20		
Середнє арифметичне четирьох виміряних значень		0,18	—	—
Середнє арифметичне двох або трьох виміряних значень *		—		

Відповідність вимозі 5.2.3 щодо стабілізації виміряних значень —Висновок про відповідність димності за повною процедурою відповідно до 5.2.1—5.2.6 ДСТУ 4276 —Висновок про відповідність димності відповідно до 5.2.7 ДСТУ 4276 * —

* Заповнюють лише у разі оцінювання відповідності за скороченою процедурою відповідно до 5.2.7 ДСТУ 4276.

Виконавці:

Слюсар В.І.
(посада)Слюсар В.І.
(посада)Мамбієнко В.А.
(П.І.Б.)Федорин С.М.
(П.І.Б.)

ДОДАТОК Г

Методика розрахунку економічного ефекту та розрахунку собівартості транспортної роботи

Економічна ефективність – це міра доцільності прийняття економічних рішень у відношенні використання матеріальних, трудових і грошових ресурсів.

Економічна ефективність експлуатації автомобіля з дизелем шляхом використання присадок до палива визначалась за методикою, яка наведена в роботах [39].

Загальна економічна ефективність інвестицій по галузях і підприємствах, де приймається показник зниження собівартості, визначається відношенням економії від зменшення експлуатаційних витрат до розміру інвестицій:

,

де . – річна сума економії експлуатаційних витрат.

– розмір інвестицій (в нашому випадку – витрати на покупку присадок до палива).

Одночасно з розрахунком загальної економічної ефективності інвестицій визначають величину, обернену до показника ефективності інвестицій, – термін окупності інвестицій:

.

Щоб визначити річну суму економії експлуатаційних витрат необхідно визначити собівартість транспортної роботи автомобіля, який живиться традиційним паливом та паливом з присадками:

де S_{e1} – витрати на паливо;

S_{e2} – витрати на ТО і ПР;

S_{e3} – накладні витрати.

Річна сума економії експлуатаційних витрат – це різниця річних експлуатаційних витрат автомобіля який живиться традиційним паливом та паливом з присадками:

,

де S_{e1} – річні експлуатаційні витрати автомобіля, який живиться традиційним дизельним паливом

S_{e2} – річні експлуатаційні витрати автомобіля, який живиться традиційним дизельним паливом з присадками.

**Розрахунок собівартості транспортної роботи автомобіля, який живиться
традиційним дизельним паливом**

Собівартість транспортної роботи автомобіля, який живиться традиційним
ДП:

грн,

де — витрати на паливо;

— витрати на ТО і ПР;

— накладні витрати.

Витрати на паливо:

грн,

де - кількість витраченого палива, л;

— ціна ДП (24,99 грн. за 1 л).

Кількість витраченого палива:

л,

де — норма витрати палива, л/100 км;

$L_{\text{в}}$ — середній річний пробіг, км;

— норма витрати палива на 100 ткм;

— річний обсяг транспортної роботи.

Річний обсяг транспортної роботи (вантажопідйомність автомобіля приймається 0,85 т):

ткм,

де — вантажопідйомність автомобіля;

β — коефіцієнт використання пробігу.

Витрати на ТО і ПР. Згідно з законом України "Про оподаткування прибутку підприємств" на експлуатаційний ремонт відносяться витрати, рівні 10 % вартості рухомого складу.

грн.

Накладні витрати приймаються 8000 грн. на рік.

Розрахунок собівартості транспортної роботи автомобіля, який живиться традиційним дизельним паливом з присадкою

Собівартість транспортної роботи автомобіля, який живиться традиційним ДП з присадкою:

грн,

де — витрати на паливо;

— витрати на ТО і ПР;

— накладні витрати.

Витрати на паливо:

грн,

де - кількість витраченого палива, л;

— ціна ДП (24,99 грн. за 1 л);

– ціна присадки (за рік експлуатації автомобіля – 7294 грн.).

Кількість витраченого палива:

л,

де – норма витрати палива, л/100 км;

$L_{\text{ср}}$ – середній річний пробіг, км;

– норма витрати палива на 100 ткм;

– річний обсяг транспортної роботи.

Річний обсяг транспортної роботи (вантажопідйомність автомобіля приймається 0,85 т):

ткм,

де – вантажопідйомність автомобіля;

β – коефіцієнт використання пробігу.

Згідно інструкції по використанню присадки MOTUL Cold Flow + Diesel 1 флакону вистачає на 60 л дизельного палива. Вартість 1 флакону становить 179 грн. Тому вартість присадки для 3694 л палива буде становити 7294 грн.

Витрати на ТО і ПР. Згідно з законом України "Про оподаткування прибутку підприємств" на експлуатаційний ремонт відносяться витрати, рівні 10 % вартості рухомого складу.

грн.

Накладні витрати приймаються 8000 грн. на рік.

ДОДАТОК Е

Реалізація наукової роботи

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Присадки
МАШИНОБУДІВНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

ТЕЗИ
XI студентської науково-технічної конференції машинобудівного
факультету

***“ СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ
В МАШИНОБУДУВАННІ
ТА ТРАНСПОРТІ ”***

Присадки

XI студентська науково-технічна конференція

М. Батерін	Альтернативні джерела енергії автомобіля	204
О. Клименок, Д. Матвійшин	Розрахунок оптимальних інтервалів руху міського громадського транспорту	207
А. Ярощук	Моделювання процесу доставки вантажів автомобільним транспортом	210
В. Тудрій	Фактори, які впливають на термін служби систем очистки відпрацьованих газів автомобілів	212
Д. Штик, А. Ткачук	Підвищення рівня безпеки дорожнього руху в Україні	214
Ю. Губарик, А. Була	Споживання енергоресурсів в Україні	218
А. Касюдик	Аналіз конструкцій систем всеколесного рульового керування автомобілів	220
Д. Садо	Нормативно-правове забезпечення безпеки і гігієни праці на автотранспорті	223
Н. Александрук	Причини виробничого травматизму та шляхи формування культури безпеки праці	225
С. Фелістович	Покращення експлуатаційних характеристик автомобіля-рефрижератора шляхом використання сонячних батарей	228
В. Полтавець, Д. Садо	Аналіз використання автобусів з газовими двигунами	229
Присадки	Аналіз використання присадок для зниження токсичності дизелів	231
Д. Симончук, О. Лимар	Аналіз використання диметилефіру в якості моторного палива для дизелів	233
М. Зінчук	Особливості підприємств мобільного автосервісу	235
Д. Косинець	Перехоплючі паркінги міста	239
К.В. Малюк	Підвищення ефективності дрібнопартійних перевезень	241
М. Солом'янюк	Проблеми застосування мультимодальних перевезень в Україні	244
Т. Сторожинський	Тенденції українського ринку міжнародних перевезень вантажним транспортом	247
А. Файдевич	Логістика доставки квітів	249
М. Ткач	Нова категорія учасників дорожнього руху	252
В. Мишиковець	Супутникові системи в перевізних процесах	256
В. Хімченко	Логістика, як інструмент ефективного перевізного процесу	258
Є. Рачковський	Особливості конструкції автомобілів лоурайдерів	260

“СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ В МАШИНОБУДУВАННІ ТА ТРАНСПОРТІ”

основним паливом є ПГ. Також в Європі експлуатується ще один газовий автобус Iveco Crealis CNG з сучасним газовим двигуном.

Газові модифікації автобусів випускає фірма Isuzu моделі Semi Low Floor CNG.

В Нідерландах експлуатується автобус “Orion V” з газовим двигуном переобладнаним з дизеля.

На ринку країн СНД також виготовляються газобалонні автобуси, це ЛІАЗ 5292, КАВЗ 4270, МАЗ 103965, ПАЗ-320412 CNG, А0922G6, А0922G7. Але ці автобуси не відповідають сучасним екологічним вимогам, які діють в ЄС.

Також широкий вибір газових автобусів наявний у китайських виробників: Huazhong Wh6101gng та Wh6120 gng , DongFeng EQ6120, Hubei Veldilon Machinery Co. Але на жаль, дана продукція не сертифікована в нашій країні.

Тому, розробка і переобладнання газових автобусів, з хорошими експлуатаційними показниками, залишається актуальною задачею для створення екологічно чистих ТЗ.

УДК 629.3

АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ ПРИСАДОК ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ ТОКСИЧНОСТІ ДИЗЕЛІВ

Присадки

Науковий керівник: Присадки

У зв'язку із забрудненням атмосфери шкідливими викидами (ШВ) з відпрацьованими газами (ВГ) ДВЗ великий інтерес представляють присадки, які впливають на процес згоряння в дизелях. За характером дії присадки можна розділити на дві групи: які покращують згоряння і антидимні.

У випадку використання присадок, які покращують згоряння, збільшується цетанове число палива, що впливає на процес згоряння і виділення ШВ. Дослідження показали, що ці присадки не знижують ресурс дизеля.

Для зменшення виділення сажі застосовують спеціальні



КОМУНАЛЬНЕ ПІДПРИЄМСТВО «ЛУЦЬКЕ ПІДПРИЄМСТВО ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТУ»

вул. Г.Даньшина, 1-52, м. Луцьк, 43018. Тел./факс (0332) 26-14-00
код ЄДРПОУ 03327931, ПІН 033279303175, Св. №100010229.

№ _____

ДОВІДКА

про впровадження результатів наукової роботи
«Покращення експлуатаційних показників транспортних засобів шляхом
використання присадок до дизельного палива»
автор студент Присадки

Підприємством КП «Луцьке підприємство електротранспорту» проведено перевірку ефективності результатів, запропонованих автором наукової роботи. За результатами перевірки констатовано, що на сьогоднішній день дані дослідження є надзвичайно актуальні і спрямовані на впровадження ресурсозберігаючих та енергоефективних технологій на транспорті. Встановлено, що використання дизельного палива з присадками, дозволяє покращити екологічні показники та зменшити витрату палива транспортних засобів з дизелями.

Результати досліджень, які отримані автором є актуальні та використані нашим підприємством під час експлуатації транспортних засобів, які обслуговують підприємство.

Генеральний директор

Головний інженер



Пуц В.В.

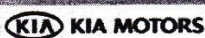
Бабич В.Д



Створюючи цивілізацію



Jeep



ВОЛИНЬ-АВТО

Юридична адреса:
ПРАТ «ВОЛИНЬ-АВТО»
вул. Рівненська, 145
м. Луцьк, 43020, Україна
IBAN: UA02303398000026001300689092
у Волинському ОУАТ «Ощадбанк»
МФО 303398, ЄДРПОУ 03120584,
тел/ф.: (0332) 28-18-00 / (0332) 28-18-10
e-mail: office@volyn-avto.com
www.volyn-avto.ukravto.ua/ua/

Фактична адреса:
вул. Рівненська, 145
м. Луцьк, 43020, Україна

ДОВІДКА

**про впровадження результатів наукової роботи
«Покращення експлуатаційних показників транспортних засобів
шляхом використання присадок до дизельного палива»**

Автор: Присадки

Результати наукової роботи, які отримані автором використані та впроваджені нашим підприємством, оскільки дані дослідження спрямовані на покращення екологічних та економічних показників транспортних засобів. Встановлено, що при використанні присадок димність відпрацьованих газів у порівнянні з традиційним паливом знижується на 8...32 %. Також встановлено, що використання деяких присадок дозволяє зменшити витрату палива на 3...11 %.

Вважаємо, що результати даної наукової роботи є досить актуальні та перспективні, в силі сьогоденних проблем екології та економії автомобільних палив.

В.о генерального директора
ПРАТ «ВОЛИНЬ-АВТО»

Кец Г.(281800)



Ю. Ю. Корольчук