

УДК 629.33.03:621.43

ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ДИЗЕЛЬНОГО АВТОМОБІЛЯ ПІД ЧАС ВИКОРИСТАННЯ БІОДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА

А. І. Атамась, В. Ф. Шапко, С. В. Шапко

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського
вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук, 39600, Україна. E-mail: tema_atamas@mail.ru

Наведені результати експериментальних досліджень, спрямованих на підвищення екологічних показників дизельного автомобіля, оснащеного каталітичним нейтралізатором, шляхом використання біодизельного палива. Наведені методика та результати визначення екологічних показників дизеля при роботі на різних сумішах дизельного палива з біопаливом. Встановлено, що використання суміші дизельного палива з біопаливом дозволяє на режимах малих та середніх навантажень значно підвищити екологічні показники дизельного двигуна. Створена методика визначення оптимального складу бінарної суміші дизельного палива з біопаливом, основи якої можуть використовуватися для будь-яких дизельних двигунів. Надані рекомендації щодо використання біопалива з метою підвищення екологічних показників дизельних автомобілів.

Ключові слова: дизельний автомобіль, екологічні показники, біопаливо, каталітичний нейтралізатор, екологічна безпека.

ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДИЗЕЛЬНОГО АВТОМОБИЛЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ БИОДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА

А. И. Атамась, В. Ф. Шапко, С. В. Шапко

Кременчугский национальный университет имени Михаила Остроградского
ул. Первомайская, 20, г. Кременчуг, 39600, Украина. E-mail: tema_atamas@mail.ru

Представлены результаты экспериментальных исследований, направленных на повышение экологических показателей дизельного автомобиля, оснащённого каталитическим нейтралізатором, путем использования биодизельного топлива. Представлены методика и результаты определения экологических показателей дизеля при работе на разных смесях дизельного топлива с биотопливом. Установлено, что использование смеси дизельного топлива с биотопливом позволяет на режимах малых и средних нагрузок значительно повысить экологические показатели дизельного двигателя. Создана методика определения оптимального состава бинарной смеси дизельного топлива с биотопливом, основы которой могут использоваться для любых дизельных двигателей. Даны рекомендации по использованию биотоплива с целью повышения экологических показателей дизельных автомобилей.

Ключевые слова: дизельный автомобиль, экологические показатели, биотопливо, каталитический нейтралізатор, экологическая опасность.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. Необхідність економії паливно-енергетичних ресурсів та зниження забруднення навколишнього середовища зумовлюють актуальність наукових досліджень, спрямованих на покращення екологічних та економічних показників дизельних автомобілів.

Автомобільні двигуни відіграють істотну роль у забрудненні навколишнього середовища та споживанні палив нафтового походження.

Відпрацьовані гази (ВГ) дизелів є складною багатоконпонентною сумішшю газів, парів, крапель рідин та дисперсних твердих часток.

Існують три основні напрями зменшення викидів шкідливих речовин автомобільним двигуном внутрішнього згоряння (ДВЗ):

1. Удосконалення конструкції та робочого процесу двигуна;
2. Очищення відпрацьованих газів у системі виходу;
3. Використання альтернативних палив.

Перший напрям покращення екологічних показників ДВЗ не може бути застосованим для двигунів, що знаходяться в експлуатації. Крім того, впровадження таких заходів вже не може забезпечити виконання жорстких вимог нормативно-технічних документів (НТД), що потребує застосування у випускній системі автомобілів спеціальних пристроїв для очистки ВГ – нейтралізаторів, найбільш ефективними з яких є каталітичні нейтралізатори (КН).

КН відпрацьованих газів можна застосовувати для всіх типів ДВЗ, в тому числі й на автомобілях, випущених у попередні роки, двигуни яких не відповідають вимогам стандартів.

Використання альтернативних видів палива дозволяє знизити шкідливі викиди за рахунок більш повного згоряння в результаті змін у протіканні робочого процесу ДВЗ.

Особливий інтерес мають альтернативні палива, отримані з відновлюваних природних ресурсів. Під час використання таких палив, крім зниження викидів токсичних компонентів, зберігається баланс вуглекислого газу CO₂. Цей баланс полягає у тому, що рослини, з яких отримується біопаливо, поглинають з атмосфери ту ж саму кількість CO₂, яка утворюється в результаті згоряння біопалива у циліндрі двигуна.

Альтернативне паливо повинне відповідати багатьом вимогам: мати необхідні сировинні ресурси, низьку вартість, не погіршувати роботу двигуна, сполучатися зі сформованою системою постачання паливом та ін.

Одним з альтернативних палив для дизельних двигунів є біопаливо (БП), що являє собою похідні рослинних олій та жирів тваринного походження. БП може використовуватися без істотних змін у конструкції двигуна та змішуватися зі стандартним дизельним паливом (ДП) у будь якій пропорції від 0 до 100 %. Але БП не має достатніх сировинних ресурсів для повного забезпечення потреби України паливом для дизельних двигунів.

Останнім часом спостерігається протиставлення різних напрямів зменшення викидів шкідливих речовин ДВЗ. Так, застосування КН часто протиставляється використанню альтернативних палив. А між тим, використання БП у дизельних двигунах дозволяє з одного боку зменшити викиди токсичних речовин, зокрема сажі, яка швидко забруднює каталітичні блоки, а з іншого боку – таке паливо є віднов-

люваним видом палива, під час використання якого зберігається баланс CO₂.

Отже використання БП у комплексі із застосуванням КН дозволяє значно знизити викиди шкідливих речовин з відпрацьованими газами дизельних двигунів та підвищити стабільність роботи каталітичних блоків.

Як зазначено у роботі [1], для проведення наукових досліджень, спрямованих на підвищення екологічних показників дизельних автомобілів, доцільно використовувати спеціальний моторний стенд, який дозволяє відтворити режими роботи двигуна, характерні для реальних умов експлуатації автомобілів.

Метою даної роботи є визначення складу бінарної суміші біопалива з дизельним (біодизельної суміші, БС), який відповідає найкращим екологічним показникам, залежно від режиму роботи двигуна.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. Експериментальні дослідження екологічних та економічних показників дизельного двигуна, оснащеного КН проводилися у лабораторних умовах з використанням спеціального моторного стенда [1]. Його основою було обрано дизель-генераторну енергетичну установку моделі SD-2000E, на якій встановлено одноциліндровий дизельний двигун з примусовим повітряним охолодженням TD 170 F. Робочим об'ємом циліндру двигуна – 211 см³; номінальна потужність – 2,8 кВт; ступінь стиснення – 20; частота обертання колінчастого валу (КВ) – 3600 хв⁻¹.

За допомогою електричного генератора, вал якого безпосередньо з'єднаний з колінчастим валом двигуна, можна змінювати режими навантаження останнього в усьому робочому діапазоні.

Під час експериментальних досліджень проводилися вимірювання напруги та сили струму у навантажувальному резисторі, частоти обертання КВ, витрат палива та екологічних показників. Концентрації сажі C_с, г/м³, визначалися за результатами вимірювань лінійного показника світлопоглинання ВГ N, %. Вимірювання проводилися на різних режимах роботи на ДП, БП та різних БС. Склад БС визначається концентрацією у ній БП.

У табл. 1 зведені формули, за якими обчислювалися ефективна потужність двигуна, його ефективний момент та економічні показники.

Таблиця 1 – Розрахункові формули

Показники	Одиниці виміру	Формули
Ефективна потужність	кВт	$N_e = \frac{I \cdot U}{1000 \cdot \eta_e} + N_0$
Ефективний момент	Н·м	$M_e = \frac{N_e \cdot 30 \cdot 1000}{\pi \cdot n}$
Годинна витрата палива	кг/год	$G_{нал} = 3,6 \cdot 10^{-3} \frac{V \cdot r_n}{t}$
Питома ефективна витрата палива	г/кВт·год	$g_e = 3,6 \cdot \frac{V \cdot r_n}{t \cdot N_e}$
Ефективний ККД	%	$h_e = \frac{3600}{g_e \cdot Q_n} \cdot 10^5$

У табл. 1 прийняті наступні позначення:

I, U – сила струму, A та напруга, B, що вимірювались під час заданого режиму навантаження;

N₀ – витрати потужності на роботу вентилятора охолодження, N₀ = 1 кВт;

h_e – ККД генератора, h_e = 0,9;

n – частота обертання КВ двигуна;

V – об'єм палива, мл, що витрачається двигуном за час t, с, на даному режимі навантаження;

r_n – густина палива, кг/м³;

Q_n – нижча теплота згоряння палива, МДж/кг.

Експериментальні дослідження проводилися у широкому діапазоні навантажувально-швидкісних режимів. У табл. 2 зведені їх результати, які відповідають частоті обертання КВ двигуна 3600 хв⁻¹ і навантаженням від 1 до 2,7 кВт. Витрата повітря двигуном становила при цьому 16,02 м³/год.

Таблиця 2 – Результати експериментальних досліджень

N _e , кВт	M _e , Н·м	G _{нал} кг/год	g _e , г/кВт·год	h _e , %	t _{вг} , °C	C _{CO} , %		C _{CH} , ppm		N %		C _с , г/м ³	
						Без КН	3 КН	Без КН	3 КН	Без КН	3 КН	Без КН	3 КН
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Дизельне паливо (C _{БП} = 0 %)													
1,0	2,61	0,364	364,25	23,3	258	0,261	0,255	62,69	61,39	7,0	6,2	0,035	0,031
1,5	3,95	0,433	283,89	29,8	298	0,184	0,166	52,14	49,40	7,6	6,4	0,037	0,032
2,0	5,31	0,532	263,54	32,1	360	0,153	0,071	54,48	41,32	10,5	8,6	0,051	0,042
2,5	6,67	0,674	271,16	31,2	430	0,199	0,035	70,12	40,80	25,9	21,0	0,130	0,103
2,7	7,23	0,775	285,46	29,7	507	0,413	0,044	92,54	44,97	48,1	40,3	0,280	0,221
Біодизельна суміш Б 25 (C _{БП} = 25 %)													
1,0	2,61	0,375	375,39	23,3	253	0,213	0,207	54,35	52,79	4,6	3,8	0,024	0,021
1,5	3,96	0,443	292,09	30,0	295	0,150	0,125	47,84	43,41	4,5	3,6	0,024	0,020
2,0	5,31	0,548	271,59	32,3	350	0,131	0,052	49,66	37,15	6,9	5,3	0,034	0,027
2,5	6,69	0,707	285,63	30,7	435	0,184	0,030	61,0	35,06	22,3	17,5	0,110	0,085
2,7	7,24	0,815	300,27	29,2	519	0,356	0,036	80,42	38,19	46,1	37,2	0,264	0,200

Продовження таблиці 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Біодизельна суміш Б 50 ($C_{БП} = 50\%$)													
1,0	2,61	0,384	383,75	23,5	250	0,213	0,209	48,36	47,31	3,6	3,0	0,020	0,017
1,5	3,96	0,461	302,06	29,9	295	0,150	0,125	43,80	40,02	3,7	2,9	0,020	0,017
2,0	5,31	0,577	285,82	31,6	353	0,120	0,049	44,71	34,28	6,5	5,0	0,033	0,026
2,5	6,69	0,732	295,71	30,5	440	0,171	0,028	55,53	31,94	21,6	16,9	0,107	0,082
2,7	7,24	0,845	311,34	29,0	505	0,368	0,038	72,73	35,32	45,0	36,3	0,256	0,194
Біодизельна суміш Б 75 ($C_{БП} = 75\%$)													
1,0	2,60	0,396	396,25	23,6	260	0,231	0,232	52,79	51,62	3,9	3,3	0,021	0,018
1,5	3,95	0,477	308,2	30,3	300	0,155	0,135	45,32	42,10	3,9	3,1	0,021	0,018
2,0	5,31	0,588	289,96	32,3	355	0,138	0,058	47,84	37,67	6,8	5,3	0,034	0,027
2,5	6,69	0,750	301,74	31,0	430	0,199	0,033	61,52	35,85	21,8	17,2	0,107	0,084
2,7	7,26	0,895	329,55	28,4	500	0,531	0,056	80,29	39,23	45,0	36,9	0,256	0,197
Біопаливо ($C_{БП} = 100\%$)													
1,0	2,60	0,404	404,0	23,9	250	0,250	0,242	66,08	64,65	4,6	4,0	0,024	0,021
1,5	3,94	0,488	321,48	30,0	300	0,176	0,153	54,35	51,75	5,3	4,4	0,027	0,023
2,0	5,31	0,604	301,06	32,0	358	0,153	0,069	56,70	45,23	9,4	7,5	0,046	0,037
2,5	6,69	0,793	319,67	30,2	438	0,264	0,044	73,90	43,67	23,4	18,9	0,116	0,092
2,7	7,24	0,935	345,56	27,9	510	0,844	0,093	105,6	53,57	45,8	38,2	0,262	0,206

Для оцінки рівня екологічної небезпеки під час роботи ДВЗ потрібно визначити не тільки концентрації шкідливих компонентів у ВГ, а й кількість викидів i -го компонента за час роботи двигуна у $г/год$.

Кількість викидів i -го компонента за час роботи визначають за відомими масовими концентраціями i -го компонента у ВГ та їх об'ємною витратою:

$$G_i = C_{im} \cdot Q_{ВГ}, \quad (1)$$

де C_{im} – масова концентрація i -го компонента $г/м^3$; $Q_{ВГ}$ – витрата відпрацьованих газів, $м^3/год$.

Масові концентрації легко визначити за відомими об'ємними концентраціями, приводячи стан газу до стандартних умов

$$C_{im} = C_{iоб} \frac{m_i}{22,4 \cdot 10^{-3}}, \quad (2)$$

де m_i – молярна маса i -го компонента у відпрацьованих газах, $г/моль$; $22,4 \cdot 10^{-3}$ – об'єм одного моля газу за стандартних умов, $м^3/моль$.

Визначити витрату ВГ дуже складно як розрахунками, так і експериментально, оскільки вона залежить від багатьох факторів: протікання робочих процесів, витрат палива та повітря, температури, тиску та ін.

Впливові фактори ще й значною мірою змінюються залежно від режимів роботи ДВЗ та інших чинників.

Визначити витрату ВГ знайти експериментально важко ще й тому, що рух ВГ здійснюється зі значними пульсаціями тиску, а їх температура досить висока.

Під час проведення теоретичних досліджень роз-

рахунки доцільно проводити у мольних частках газу, через те, що вони не залежать від його температури та тиску, які значно змінюються залежно від режимів роботи ДВЗ.

Доцільно також екологічні показники пов'язувати з витратою палива.

Кількість i -го компонента у продуктах згоряння на один кг палива, $кмоль/кг$:

$$M_i = M_2 \cdot C_{iоб}, \quad (3)$$

де M_2 – кількість продуктів згоряння на 1 кг палива, $кмоль/кг$.

Тоді масова витрата i -го компонента може бути визначена за формулою, $г/год$:

$$G_i = C_{iоб} \cdot m_i \cdot M_2 \cdot G_{пал} \cdot 10^3, \quad (4)$$

де $G_{пал}$ – витрата палива, $кг/год$.

Кількість продуктів згоряння на 1 кг палива визначається за формулою, $кмоль/кг$:

$$M_2 = \frac{g_c}{12} + \frac{g_n}{2} + (a - 0,21) \cdot M_0, \quad (5)$$

де g_c, g_n – масові частки в паливі вуглецю та водню відповідно; a – коефіцієнт надлишку повітря; M_0 – теоретично необхідна кількість повітря на спалювання 1 кг палива, $кмоль/кг$.

Теоретично необхідну кількість повітря визначають за формулою:

$$M_0 = \frac{1}{0,21} \left(\frac{g_c}{12} + \frac{g_n}{4} - \frac{g_o}{32} \right), \quad (6)$$

де g_o – масова частка кисню в паливі; 0,21 – об'ємна частка кисню в атмосферному повітрі.

Коефіцієнт надлишку повітря можна визначити як

$$a = \frac{M_{нов}}{M_0}, \quad (7)$$

де $M_{нов}$ – кількість повітря, що реально надходить до циліндру двигуна для згорання 1 кг палива, $кмоль/кг$:

$$M_{нов} = \frac{Q_{нов}}{G_{нал} \cdot 22,4}, \quad (8)$$

де $Q_{нов}$ – витрата повітря, яка досить легко може бути визначена експериментально, $м^3/год$.

Таким чином, для визначення витрати i -го компонента необхідно експериментально отримати лише наступні показники:

- концентрацію у ВГ шкідливих компонентів C_i ;
- витрату повітря $Q_{нов}$;
- витрату палива $G_{нал}$.

Оцінку значимості окремих токсичних компонентів ВГ зручно проводити порівняно з будь-яким постійним компонентом, прийнятим за еталон. Зазвичай, це оксид вуглецю, дія якого на організм людини є найбільш вивченою.

У табл. 3 наведені значення гранично допустимої концентрації (ГДК) та відносної значимості R_i , визначеної як відношення ГДК оксиду вуглецю до ГДК даного компоненту:

$$R_i^{CO} = \frac{ГДК_{CO}}{ГДК_i}. \quad (9)$$

Таблиця 3 – Значення ГДК та відносної значимості компонентів ВГ [2]

Показники	CO	C_nH_m	NO_2	Сажа
$ГДК_i, з/м^3$	3,0	1,5	0,04	0,05
R_i	1,0	2,0	75	60

Приведення до єдиного показника відносної значимості R_i дозволяє оцінити рівень екологічної небезпеки під час роботи двигуна сумарною величиною масових викидів, $з/год$:

$$G_{\Sigma}^{CO} = \sum_{i=1}^n R_i^{CO} \cdot G_i. \quad (10)$$

Авторами даної роботи рівень екологічної небезпеки роботи дизельного двигуна пропонується оцінювати за викидами продуктів неповного згорання: CO, C_nH_m та сажі.

Сумарний рівень екологічної небезпеки, приведений до оксиду вуглецю можна визначати як

$$G_{\Sigma}^{CO} = G_{CO} + 2G_{C_nH_m} + 60G_C. \quad (11)$$

За результатами розрахунку сумарного рівня екологічної небезпеки, приведенного до оксиду вуглецю, побудовані її залежності від концентрації БП у БС для різних режимів роботи двигуна. Дані залежності представлені на рис. 1 та рис. 2.

Із рис. 1 та 2 видно, що сумарний рівень екологічної небезпеки ВГ на кожному навантажувальному режимі має мінімальне значення за певної концентрації БП у БС. Становить інтерес знайти значення

концентрацій БП у БС, які відповідають найменшому сумарному рівню екологічної небезпеки ВГ для кожного навантажувального режиму роботи двигуна.

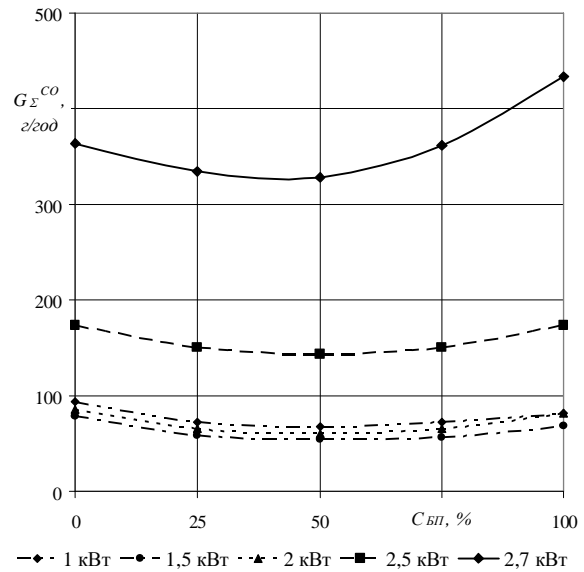


Рисунок 1 – Залежності сумарної рівня екологічної небезпеки ВГ, приведенного до оксиду вуглецю від складу палива за відсутності КН

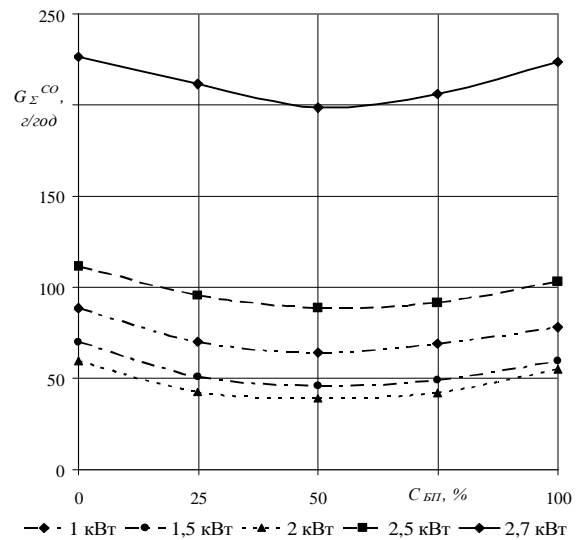


Рисунок 2 – Залежності сумарної рівня екологічного небезпеки ВГ, приведенного до оксиду вуглецю від складу палива за наявності КН

Для визначення концентрацій БП у БС, які відповідають найменшому сумарному рівню екологічної небезпеки ВГ для кожного навантажувального режиму роботи двигуна, необхідно знайти екстремуми функціональних залежностей, наведених на рис. 1 та 2.

Самі залежності сумарного рівня екологічної небезпеки ВГ від концентрації БП у БС з достатньо високою достовірністю апроксимуються поліноміальними кривими третього ступеня, аналіз яких дозволив отримати оптимальний склад БС для кожного режиму роботи двигуна, під час використання якої сумарного рівень екологічної небезпеки двигуна має мінімальне значення.

До табл. 4 зведені оптимальні концентрації БП у БС; значення сумарного рівня екологічної небезпеки ВГ, які відповідають оптимальній концентрації БП; значення сумарного рівня екологічної небезпеки ВГ під час роботи двигуна на ДП та різниця (y %) між G_{Σ}^{CO} під час роботи на ДП та G_{Σ}^{CO} під час роботи на БС з оптимальною концентрацією БП.

Таблиця 4 – Результати визначення оптимальних концентрацій БП

N_e , кВт	$C_{БП}^{opt}$, %	G_{Σ}^{CO} при $C_{БП}^{opt}$, $\frac{z}{z_{0d}}$	G_{Σ}^{CO} при $C_{БП} = 0$, $\frac{z}{z_{0d}}$	Різниця, %
Без КН				
1	44,54	67,1	93,6	28,30
1,5	51,24	53,4	79,1	32,52
2	48,13	60,4	86,2	29,95
2,5	49,31	143,4	173,9	17,52
2,7	40,00	327,7	363,6	9,86
3 КН				
1	48,90	63,9	88,7	27,93
1,5	52,60	45,1	70,1	35,64
2	50,71	38	59,7	36,33
2,5	54,84	87,5	111,4	21,49
2,7	56,64	197,4	226,7	12,92

Із табл. 4 видно, що найбільше зниження сумарного рівня екологічної небезпеки ВГ дизельного двигуна під час використання БС оптимального складу спостерігається на режимах малих та середніх навантажень. Під час роботи двигуна на режимах навантажень близьких до номінальних зниження сумарного рівня екологічної небезпеки незначне.

Під час роботи двигуна на режимах малих навантажень температура ВГ не достатня для ефективної роботи каталітичного нейтралізатора. При цьому використання БС оптимального складу дозволяє значно знизити сумарний рівень екологічної небезпеки ВГ. Це є особливо актуальним для автотранспортних засобів (АТЗ) громадського користування, двигуни яких під час простою на посадковому майданчику працюють саме з мінімальним навантаженням.

З огляду на те, що автомобільні двигуни, зазвичай, працюють на режимах часткових навантажень, доцільно використовувати паливну систему з двома паливними баками та автоматичний пристрій, який забезпечував би роботу двигуна на БС оптимального складу.

Використання БС оптимального складу на режимах навантажень близьких до номінальних стає виправданим лише за умови більш жорстких вимог до екологічної безпеки АТЗ.

Для ефективної роботи двигуна на перехідних режимах та у випадку, коли необхідно використовувати паливну суміш оптимального складу на режимах навантаження, близьких до номінальних, двигун необхідно оснащувати паливною системою з автоматичним регулюванням положення упору максимальної циклової подачі палива ЦПП [2].

ВИСНОВКИ. За результатами експериментальних досліджень встановлено, що використання суміші дизельного палива з біопаливом дозволяє на режимах малих та середніх навантажень підвищити екологічні показники дизельного двигуна на 27–36 %.

Створена методика визначення оптимального складу бінарної суміші дизельного палива з біопаливом, основи якої можуть використовуватися для будь яких дизельних двигунів.

Запропоновано підхід до визначення рівнів екологічної небезпеки відпрацьованих газів за різних режимів роботи двигунів внутрішнього згорання.

ЛІТЕРАТУРА

1. Шапко В.Ф., Шапко С.В., Атамась А.І. Методика експериментальних досліджень екологічних та економічних показників дизельних автомобілів в лабораторних умовах // Науковий журнал «Екологічна безпека». – Кременчук: КрНУ ім. М. Остроградського, 2011. – Вип. 1/2011 (11). – С. 81–84.
2. Жегалин О.И., Лупачёв П.Д. Снижение токсичности автомобильных двигателей. – М.: Транспорт, 1985. – 120 с.
3. Шапко В.Ф., Семенов В.Г., Атамась А.І. Паливна система дизеля для роботи на біодизельному, дизельному паливах та їх сумішах / Патент України на корисну модель № 53453.

INCREASING OF ECOLOGICAL FACTORS OF CATALYST-EQUIPPED DIESEL AUTOMOBILE BY USING OF BIODIESEL FUEL

A. Atamas, V. Shapko, S. Shapko

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University
vul. Pershotravneva, 20, Kremenchuk, 39600, Ukraine. E-mail: tema_atamas@mail.ru

The results of the experimental studies, directed on increasing of ecological factors of the catalyst-equipped diesel vehicle by using of biodiesel fuel are presented. The methods and results of the ecological factors estimation of the diesel vehicle running on different diesel fuel and biofuel mixtures are presented. It is proved, that use of diesel fuel and biofuel mixture allows for the significant enhancement of ecological factors for low and medium loading modes of diesel engine. The technique for determination of the optimum composition of diesel fuel and biofuel binary mixture is developed, which also can be used for any diesel engines. The guidelines for biofuel use for the ecological factors of diesel vehicles increasing are offered.

Key words: diesel automobile, ecological factors, biofuel, catalyst.

REFERENCES

1. V. Shapko, S. Shapko, A. Atamas. The method of experimental researches of ecological and economic indexes of diesel cars is in laboratory terms // *Ecological safety*. – Kremenchuk: KrNU, 2011. – Issue 1/2011 (11) – PP. 81 – 84. [in Ukrainian]
2. Zhegalin O. I., Lupachev P. D. *Reduction to toxicity of the car's engines*. – Moscow: Transport, 1985. – 120 p. [in Russian]

3. V. Shapko, V. Semenov, A. Atamas. *Fuel system of the diesel for work on biodiesel, diesel fuels and their binary mixtures* / Patent of the Ukraine on useful model № 53453. [in Ukrainian]

Стаття надійшла 11.04.2012.
Рекомендовано до друку
к.х.н., доц. Козловською Т.Ф.