

УДК 621.43-543.3
UDC 621.43-543.3

РОЗРАХУНКОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ БЕНЗИНОВОГО ДВИГУНА В НЕУСТАЛЕНИХ РЕЖИМАХ ЗА РІЗНИХ МЕТОДІВ РЕГУЛЮВАННЯ ПОТУЖНОСТІ

Гутаревич Ю.Ф., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна

Сирота О.В., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна

CALCULATED RESEARCH OF GASOLINE ENGINE ENVIRONMENTAL INDICES ON UNSTEADY REGIMES FOR DIFFERENT METHODS OF POWER CONTROL

Gutarevych Y.F. Ph.D., Engineering (Dr.), National transport university, Kyiv, Ukraine

Syrota A.V. Ph.D., National transport university, Kyiv, Ukraine

РАСЧЕТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БЕНЗИНОВОГО ДВИГАТЕЛЯ В НЕУСТАНОВИВШИХСЯ РЕЖИМАХ ПРИ РАЗНЫХ МЕТОДАХ РЕГУЛИРОВАНИЯ МОЩНОСТИ

Гутаревич Ю.Ф., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна

Сирота О.В., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна

Вступ. Незважаючи на багаторічні дослідження робочого процесу ДВЗ і на розробку різноманітних конструктивних пропозицій для його удосконалення, ще залишається багато невикористаних резервів для подальшого удосконалення процесу перетворення хімічної енергії палива в механічну. Роботи у цьому напрямі дозволяють зменшити витрату палива автомобільним двигуном і досягти зменшення викидів шкідливих речовин в навколишнє середовище.

Основними режимами руху автомобільних двигунів є часткові швидкісні та навантажувальні режими [1]. В цих режимах паливна економічність бензинових двигунів значно погіршується. Одними з основних причин погіршення паливної економічності двигуна в цих режимах є уповільнення процесу згоряння в циліндрах внаслідок зростання вмісту залишкових газів та зменшення коефіцієнта наповнення та зростання насосних втрат при прикритті дросельної заслінки.

Уникнути цього недоліку можна зміною кількісного методу регулювання потужності дроселюванням паливоповітряної суміші на більш досконалий метод регулювання потужності відключенням групи циліндрів і значно меншому дроселюванні працюючих циліндрів в режимах часткових навантажень та холостого ходу, тобто комбінований метод регулювання потужності (КМРП).

Як показали дослідження [2] такий метод регулювання потужності дає змогу зменшити насосні втрати та покращити робочий процес двигуна.

Мета роботи. Визначення можливості покращення екологічних показників двигуна з системою впорскування бензину і зворотнім зв'язком при застосуванні методу регулювання потужності відключенням групи циліндрів.

Рішення задачі. В умовах експлуатації основними режимами роботи автомобільних двигунів є неусталені режими. В умовах інтенсивного руху великих міст неусталені режими двигунів складають до 97% загального часу роботи [3]. Тому метою роботи, яку проводять на кафедрі “Двигуни і теплотехніка” є визначення ефективності застосування КМРП в неусталених режимах стосовно поліпшення екологічних показників двигуна 6Ч 9,5/6,98 на якому встановлено оригінальна система для відключення групи циліндрів [4].

Для визначення впливу методу регулювання потужності відключенням групи циліндрів на паливну економічність і викиди шкідливих речовин двигуна 6Ч 9,5/6,98 в неусталених режимах розроблено математичну модель руху двигуна, встановленого на гальмівному стенді при розганянні та уповільненні за регулювання потужності дроселюванням і комбінованим методом [5].

Математична модель діє на основі диференціального рівняння (1) рівноваги моментів при розганянні та уповільненні двигуна з різною інтенсивністю.

$$\frac{dn_d}{dt} = [M_{кз}(n_d, \varphi_{др}) - M_n(n_d, \varphi_p)] \cdot \frac{30}{I \cdot \pi}, \quad (1)$$

де $\frac{dn_d}{dt}$ – прискорення колінчастого вала двигуна, $\frac{XB^{-1}}{c}$;

$M_{кз}(n_d, \varphi_{др1})$ – ефективний крутний момент двигуна за роботи на трьох циліндрах, Нм;

$M_n(n_d, \varphi_p)$ – момент зовнішнього навантаження, що створюється навантажувальним стендом;

I – момент інерції двигуна і рухомих частин (ротора) стенду, $кг \cdot м^2$;

$\varphi_{др1}$ – кут відкриття дросельної заслінки в кожний момент інтервалу, град;

φ_p – положення пластин реостата, що визначає величину навантаження гальмівного стенду, град.

Для визначення екологічних показників двигуна в неусталених режимах використовували поліноміальні залежності третього степеня залежно від кута відкриття дросельної заслінки $\varphi_{др}$ та частоти обертання колінчастого вала двигуна n_d . Окремо розраховували концентрації ШР за роботи двигуна без нейтралізатора $C_{i\text{без}}$ та при застосуванні в системі випуску ВГ трикомпонентного каталітичного нейтралізатора $C_{i\text{зн}}$.

Поліноми для розрахунку концентрації i -ї шкідливої речовини за роботи двигуна без нейтралізатора мають вид:

$$C_{i\text{без}}(n_d, \varphi_{др}) = a_{0i} + a_{1i} \cdot n_d + a_{2i} \cdot \varphi_{др} + a_{5i} \cdot n_d \cdot \varphi_{др} + a_{3i} \cdot n_d^2 + a_{4i} \cdot \varphi_{др}^2 + a_{8i} \cdot n_d^2 \cdot \varphi_{др} + a_{9i} \cdot n_d \cdot \varphi_{др}^2 + a_{6i} \cdot n_d^3 + a_{7i} \cdot \varphi_{др}^3, \quad (2)$$

де $a_{0i}, a_{1i}, \dots, a_{9i}$ – апроксимуючі коефіцієнти полінома i -ї шкідливої речовини за роботи двигуна без нейтралізатора.

Аналогічний вигляд мають поліноми для розрахунку ШР у ВГ при застосуванні трикомпонентного каталітичного нейтралізатора

$$C_{i\text{зн}}(n_d, \varphi_{др}) = b_{0i} + b_{1i} \cdot n_d + b_{2i} \cdot \varphi_{др} + b_{5i} \cdot n_d \cdot \varphi_{др} + b_{3i} \cdot n_d^2 + b_{4i} \cdot \varphi_{др}^2 + b_{8i} \cdot n_d^2 \cdot \varphi_{др} + b_{9i} \cdot n_d \cdot \varphi_{др}^2 + b_{6i} \cdot n_d^3 + b_{7i} \cdot \varphi_{др}^3, \quad (3)$$

де $b_{0i}, b_{1i}, \dots, b_{9i}$ – апроксимуючі коефіцієнти полінома i -ї шкідливої речовини за роботи двигуна з нейтралізатором.

Чисельні значення апроксимуючих коефіцієнтів поліномів визначали з характеристик концентрацій токсичних складових відпрацьованих газів отриманих при експериментальних стендових випробуваннях двигуна.

Перевірку адекватності математичної моделі руху двигуна в неусталених режимах проводили порівнянням енергетичних показників двигуна та паливної економічності, визначених експериментально і розрахованих за допомогою математичних моделей в циклах розгін-уповільнення [6].

Екологічні показники двигуна визначали в однакових за інтенсивністю розгону і уповільнення циклах при регулюванні потужності дроселюванням всіх циліндрів та при КМРП. Порівнювання отриманих розрахунком екологічних показників двигуна показує переваги того чи іншого методу регулювання потужності.

За методикою, описаною в роботі [7] з урахуванням розрахованих концентрацій ШР за роботи двигуна без нейтралізатора та з каталітичним нейтралізатором, розраховували масові викиди оксиду вуглецю G_{CO} , сумарних вуглеводнів $G_{C_mH_n}$ та оксидів азоту G_{NO_x} в неусталених режимах за десять циклів розгін-уповільнення.

За масовими викидами окремих шкідливих речовин визначали сумарні масові викиди ШР зведені до CO , - $G_{\Sigma CO}$.

Для розрахунку викидів ШР при русі двигуна, встановленого на гальмівному стенді в неусталених режимах за десять циклів розгін-уповільнення за різних методів регулювання

потужності була розроблена програма в середовищі Mathcad [8]. За допомогою цієї програми можна розрахунковим методом визначати шкідливий вплив двигуна на навколишнє середовище за різних методів регулювання потужності при його роботі в неусталених режимах. Розрахунки проводили для випадків роботи двигуна без нейтралізатора та при застосуванні каталітичного трикомпонентного нейтралізатора.

Для прикладу в табл. 1 наведені результати розрахунків кількості масових викидів та сумарних масових викидів ШР у ВГ двигуна за десять циклів розгін-уповільнення при інтенсивності циклу $t_{ц}$ від 4 до 8 с, при положеннях пластин реостата гальмівного стенду (які характеризують інтенсивність зростання навантаження при збільшенні частоти обертання) $\varphi_p=8,1$ град та $\varphi_p=3,2$ град, для випадку, коли крутний момент в циклі змінювався від 0 до $M_{к\max}=80$ Нм за різних методів регулювання потужності.

Таблиця 1 – Результати розрахунків масових викидів ШР з ВГ двигуна 6Ч 9,5/6,98 (Opel C-30LE) за десять циклів розгін-уповільнення при $M_{к\max}=80$ Нм за різних методів регулювання потужності

	$t_{ц}$, с	$t_{заг}$, с	φ_p , град	G_{CO} , кг/год		Зміна δ , %	$G_{C_m H_n}$, кг/год		Зміна δ , %	G_{NO_x} , кг/год		Зміна δ , %	$G_{\Sigma CO}$, ум кг/год		Зміна δ , %	
				Дрос-ня	КМРП		Дрос-ня	КМРП		Дрос-ня	КМРП		Дрос-ня	КМРП		
без нейтралізації	4	40	8,1	0,496	0,440	11,26	0,0575	0,0510	11,32	0,0719	0,113	-57,50	3,6327	5,254	-44,63	
	6	60	8,1	0,479	0,428	10,81	0,0564	0,050	11,29	0,0682	0,113	-65,24	3,4615	5,218	-50,75	
	8	80	8,1	0,486	0,429	11,75	0,0569	0,0501	12,03	0,0717	0,113	-57,21	3,6125	5,219	-44,46	
	4	40	3,2	0,611	0,544	11,03	0,0601	0,0533	11,41	0,0968	0,154	-59,35	4,7788	7,051	-47,54	
	6	60	3,2	0,606	0,539	10,91	0,0624	0,0547	12,43	0,0997	0,158	-58,83	4,9021	7,223	-47,35	
	8	80	3,2	0,611	0,533	12,84	0,0610	0,0532	12,86	0,0998	0,150	-50,70	4,9075	6,885	-40,29	
	Середнє				0,548	0,486	11,43	0,0591	0,0520	11,89	0,0847	0,134	-58,14	4,2158	6,141	-45,84
	з нейтралізацією	4	40	8,1	0,052	0,047	10,77	0,0180	0,0159	11,91	0,00173	0,00235	-35,84	0,1803	0,193	-7,26
6		60	8,1	0,051	0,045	10,34	0,0177	0,0156	12,01	0,00161	0,00233	-44,72	0,1741	0,191	-9,45	
8		80	8,1	0,051	0,046	11,29	0,0178	0,0156	12,67	0,00168	0,00233	-38,69	0,1768	0,190	-7,72	
4		40	3,2	0,065	0,058	10,92	0,0177	0,0156	11,95	0,00268	0,00347	-29,48	0,2308	0,249	-8,11	
6		60	3,2	0,064	0,057	10,55	0,0178	0,0157	11,61	0,00256	0,00341	-33,20	0,2249	0,247	-9,65	
8		80	3,2	0,063	0,056	11,12	0,018	0,0158	12,40	0,00272	0,00351	-29,04	0,2321	0,251	-7,91	
Середнє				0,058	0,051	10,83	0,0179	0,0157	12,09	0,00216	0,00290	-35,16	0,2032	0,220	-8,35	

Дані табл. 1 свідчать, що при $M_{к\max}=80$ Нм перехід до КМРП дозволяє зменшити викиди оксиду вуглецю CO в середньому на 11,4 %, викиди сумарних вуглеводнів $C_m H_n$ зменшити на 11,9 %, але при цьому значно зростають (на 58,14 %) масові викиди оксидів азоту NO_x . Таке збільшення вмісту у ВГ масових викидів оксидів азоту NO_x спричиняє зростання сумарних масових викидів ШР, зведених до CO при КМРП в середньому на 45,84 %.

За роботи двигуна з нейтралізатором в цьому режимі при КМРП зростання сумарних масових викидів ШР, зведених до CO зменшується до 8,35 % в порівнянні з методом регулювання потужності дроселюванням. Це пояснюється тим, що при КМРП ефективність роботи нейтралізатора при знешкодженні оксидів азоту зростає. В результаті масові викиди оксидів азоту NO_x при КМРП з 0,134 кг/год зменшуються до 0,0029 кг/год. При дроселюванні масові викиди NO_x зменшуються з 0,0847 кг/год до 0,00216 кг/год.

Таким чином, для даних режимів циклу розгін-уповільнення для випадку, коли крутний момент в циклі змінюється від 0 до $M_{к\max}=80$ Нм при переході до КМРП дещо погіршуються екологічні показники двигуна.

Разом з тим можна очікувати, що на екологічні показники двигуна в неусталених режимах при запровадженні КМРП, як і на паливну економічність, впливатиме діапазон інтервалу, в якому двигун працює на частині циліндрів.

Для визначення інтервалу зміни крутного моменту в циклі розгін-уповільнення, в якому відбувається покращення екологічних показників двигуна при застосуванні КМРП, за математичною

моделлю були розраховані показники двигуна в різних за навантаженням циклах. Для досліджень було обрано цикли розгін-уповільнення тривалістю $t_{ц} = 4$ с при положенні пластин реостата гальмівного стенду $\varphi_p = 8,1$ град з різними діапазонами навантажень в циклі за різних методів регулювання потужності. Одним з варіантів було протікання циклу без навантаження в діапазоні частоти обертання n_d від 1500 до 2000 xv^{-1} .

За результатами розрахункових досліджень побудовані графічні залежності годинної витрати палива та сумарних масових викидів ШР, зведених до CO від діапазону зміни крутного моменту в циклі від 0 до $M_{к\max}$, за різних методів регулювання потужності (рис. 1).

Як видно з графіку, при переході до КМРП спостерігається покращення паливної економічності в середньому на 15,68 % для всіх діапазонів зміни крутного моменту в циклі від режимів XX до значних навантажень ($M_{к\max}=80$ Нм), при яких двигун переходить на роботу на всіх циліндрах. Максимальне покращення паливної економічності при переході до КМРП відповідає циклу розгін-уповільнення без навантаження – 23,08 %. Із зростанням навантаження ця різниця зменшується.

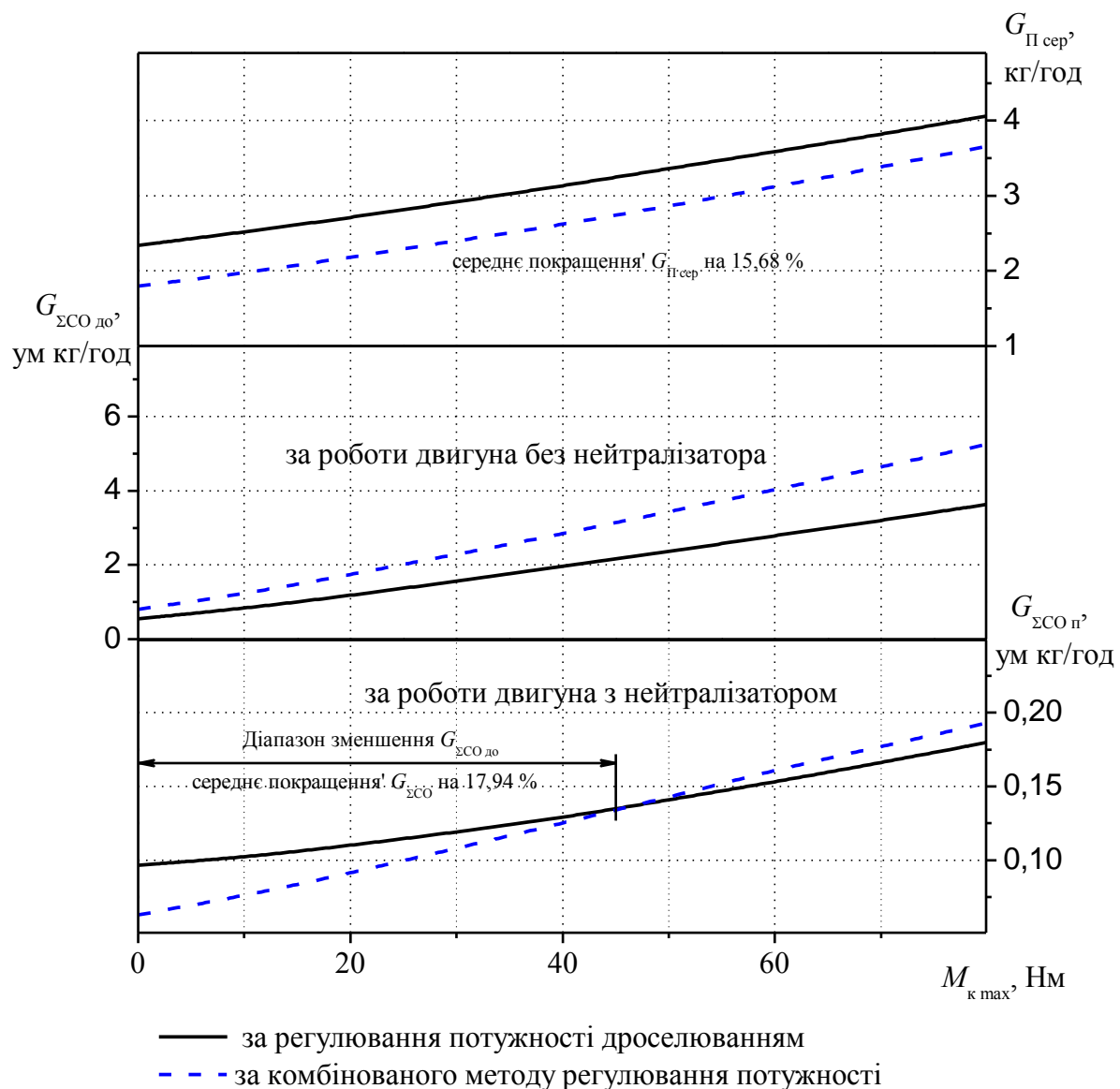


Рисунок 1 - Вплив діапазону зміни крутного моменту в циклі розгін-уповільнення на паливну економічність та масові викиди шкідливих речовин двигуна БЧ 9,5/6,98 за різних методів регулювання потужності

Висновок. Встановлено, що для сукупності циклів, які характеризуються різними діапазонами навантажень в циклі тривалістю $t_{\text{ц}} = 4$ с при переході до комбінованого методу регулювання потужності при використанні каталітичного нейтралізатора сумарні масові викиди шкідливих речовин, зведені до CO , зменшуються в діапазоні зміни крутного моменту в циклі до 45 Нм, в середньому на 17,94 %. В циклах розгін-уповільнення без навантаження в діапазоні $n_d=1500-2000$ хв⁻¹ зменшення шкідливих викидів при комбінованому методі досягає 34,75 %. Тому момент зміни кількості працюючих циліндрів доцільно встановити при $M_k=45$ Нм.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Гутаревич Ю.Ф. Определение выбросов окиси углерода / Ю.Ф. Гутаревич, В.Ф. Скорченко, Н.Н. Худолій [и др.] // Автомобильный транспорт. – 1979. – №6. – С. 44–45.
2. Гутаревич Ю.Ф. Комбінований метод регулювання потужності бензинових двигунів як напрям покращення паливної економічності / Ю.Ф. Гутаревич, О.В. Сирота, С.В. Карев // Міжвузівський збірник “Наукові нотатки”. – Луцьк, 2010. – Вип. 28. – С. 175–179.
3. Неустановившиеся режимы поршневых и газотурбинных двигателей автотракторного типа / Н.С. Ждановский, А.И. Ковригин, В.С. Шкрабак, А.В. Соминич. – Л.: «Машиностроение» (Ленингр. отд-ние), 1974. – 224 с.
4. Патент на корисну модель № 28208 МПК (2006) F02M 13/00. Система живлення багатциліндрового двигуна внутрішнього згорання з іскровим запалюванням і впорскуванням палива з відключенням групи циліндрів / Гутаревич Ю.Ф., Корпач А.О., Сирота О.В., Дяченко В.Л. – № u 2007 09391; заявл. 17.08.2007; опубл. 26.11.2007. Бюл. №19.
5. Сирота О.В. Математична модель для визначення паливної економічності бензинового двигуна в неусталених режимах / О.В. Сирота // Вісник Національного транспортного університету: В 2-х частинах: Ч. 1. – К.: НТУ, 2010. – Випуск 21. – С. 191-196.
6. Сирота О.В. Визначення показників двигуна в неусталених режимах за різних методів регулювання потужності / О.В. Сирота // Автошляховик України. 2014. - № 4. - С. 2-5.
7. Екологія та автомобільний транспорт: навчальний посібник / [Ю.Ф. Гутаревич, Д.В. Зеркалов, А.Г. Говорун та ін.]. – К.: Арістей, 2006. – 292 с.
8. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір №.37701 Україна. Науковий твір “Математична модель для розрахунку енергетичних параметрів, паливної економічності та екологічних показників бензинового двигуна з системою впорскування в неусталених режимах при регулюванні потужності відключенням групи циліндрів” / О.В. Сирота, М.П. Сельський (Україна). – № 37776; заявл. 02.02.2011; зареєстр. 01.04.2011.

REFERENCES

1. Gutarevych Yu.F., Skorchenko V.F., Khudoliy N.N. Determination of carbon monoxide. *Automobile transport*, 1979. no. 6. pp. 44–45. (Ukr)
2. Gutarevych Y.F., Syrota A.V., Karev S.V. Combined method of power control gasoline engines as the direction to improve fuel economy. *Interuniversity collection of «Scientific essays» Lutsk*, 2010, issue 28, pp. 175-179. (Ukr)
3. Zhdanov N.S., Kovrigin A.I., Shkrabak V.S., Sominich A.V. Transient operation of reciprocating and turbine engines *Automobile and Tractor type. Leningrad: Mashinostroyeniye (Leningrad branch)*, 1974. 224 p.
4. Gutarevych Y.F., Corpach A.O., Syrota O.V., Dyachenko V.L. *System of healing of bagatotsilindrovogo Dvigun vnutrishnogo zgoryannya s iskrovim zapalyuvannyam i vporskuvannyam palivo s vidklyuchennyam groupies tsilindriv*. Patent UA, no. u 2007 09391, 2007.
5. Syrota O.V. Iccally mathematical model for viznachennya palivnoi ekonomichnosti gasoline Dvigun in neustaleni modes. *Vísnik Natsional'nogo transportnogo universitetu [Bulletin of the National Transport University]*, 2010, issue 21, pp. 191-196.
6. Syrota O.V. Determination of parameters of the engine in unsteady modes for different methods of power control. *Avtoshlyakhovyk Ukrayiny*, 2014, no 4, pp. 2-5.
7. Gutarevych Y.F., Zerkalov D.V., Govorun A.G. and others. *Ecology and automobile transport. Tutorial manual*. Kyiv: Aristey, 2006, 292 p.
8. Syrota O.V., Sel'skiy M.P. *A mathematical model for calculating energy parameters, fuel economy and environmental performance gasoline engine with injection system in unsteady regimes in the regulation of power disconnects cylinders*. Certificate of registration of copyright UA, no. 37701, 2011.

РЕФЕРАТ

Гутаревич Ю.Ф. Розрахункові дослідження екологічних показників бензинового двигуна в неусталених режимах за різних методів регулювання потужності. / Ю.Ф. Гутаревич, О.В. Сирота // Вісник Національного транспортного університету. Серія "Технічні науки". Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2015. - Вип. 2 (32).

Метою роботи є визначення ефективності застосування методу регулювання потужності відключенням групи циліндрів в неусталених режимах стосовно поліпшення екологічних показників бензинового двигуна. Для досягнення цієї мети розроблено математичну модель руху двигуна БЧ 9,5/6,98 в неусталених режимах, встановленого на гальмівному стенді при розганянні та уповільненні. Перевірку адекватності математичної моделі руху двигуна в неусталених режимах проводили порівнянням розрахованих енергетичних показників двигуна та паливної економічності з експериментальними.

При порівнянні кількості масових викидів шкідливих речовин з відпрацьованими газами двигуна в циклах розгін-уповільнення за максимального крутного моменту в циклі 80 Нм при застосуванні каталітичного трикомпонентного нейтралізатора за регулювання потужності відключенням групи циліндрів дещо погіршуються екологічні показники двигуна.

Для визначення інтервалу зміни крутного моменту в циклі розгін-уповільнення, в якому відбувається покращення екологічних показників двигуна за регулювання потужності відключенням групи циліндрів, були розраховані показники двигуна в різних за навантаженням циклах.

Встановлено, що в циклі розгін-уповільнення тривалістю $t_{\text{ц}} = 4$ с за регулювання потужності відключенням групи циліндрів при використанні каталітичного нейтралізатора сумарні масові викиди шкідливих речовин, зведені до CO, зменшуються в діапазоні зміни крутного моменту в циклі до 45 Нм, в середньому на 17,94 %.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ДВИГУН, ВІДКЛЮЧЕННЯ ЦИЛІНДРІВ, ЕКОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ, НЕУСТАЛЕНІ РЕЖИМИ, КАТАЛІТИЧНИЙ НЕЙТРАЛІЗАТОР

ABSTRACT

Gutarevych Y.F., Syrota A.V. Calculated research of gasoline engine environmental indices on unsteady regimes for different methods of power control. Visnyk National Transport University. Series "Technical sciences". Scientific and Technical Collection. - Kyiv. National Transport University, 2015. - Issue 2 (32).

The aim of work is to determine the effectiveness of power control method by disconnection of cylinders in unsteady regimes for improvement of gasoline engine environmental indices. To achieve this, the mathematical model of 6h 9.5 / 6.98 engine motion on unsteady regime, has been worked out. The engine has been mounted on brake stand and tested at acceleration and deceleration.

The checking of mathematical model adequacy for engine in unsteady regime was performing by comparing the calculated energy performance and fuel efficiency of the engine with the experimental data. Environmental performance of the engine slightly worse if comparing the number of mass emissions of pollutants in exhaust gases of the engine in acceleration-deceleration cycles for maximum torque 80 Nm at using three-part catalytic converter for power control by disconnection of cylinders .

To determine the interval of torque in acceleration-deceleration cycle, which is improving the environmental performance of the engine power control by disconnection of engine cylinder, necessary parameters were calculated at different load cycles.

It is established that in acceleration-deceleration cycle duration $t_{\text{ц}} = 4$ s for regulating power by disconnecting of cylinders at using catalytic converter total mass emissions of pollutants are reduced to CO decreases ranging changes in torque to 45 Nm cycle, an average of 17.94%

KEYWORDS: ENGINE, DISCONNECTION OF CYLINDERS, ENVIRONMENTAL INDICES, UNSTEADY REGIMES, CATALYTIC CONVERTER

РЕФЕРАТ

Гутаревич Ю.Ф. Расчетные исследования экологических показателей бензинового двигателя в неуставившихся режимах при различных метод[ах] регулирования мощности / Ю.Ф. Гутаревич, А.В. Сирота // Вестник Национального транспортного университета. Серія "Технические науки". Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2015. - Вып. 2 (32).

Целью работы является определение эффективности применения метода регулирования мощности отключением группы цилиндров в неуставившихся режимах для улучшения экологических показателей бензинового двигателя. Для достижения этой цели разработана

математическая модель движения двигателя 6Ч 9,5 / 6,98 в неустановившихся режимах, установленного на тормозном стенде при разгоне и замедлении. Проверку адекватности математической модели движения двигателя в неустановившихся режимах проводили сравнением рассчитанных энергетических показателей двигателя и топливной экономичности с экспериментальными.

При сравнении количества массовых выбросов вредных веществ с отработавшими газами двигателя в циклах разгон-замедление при максимальном крутящем моменте в цикле 80 Нм при применении каталитического трехкомпонентного нейтрализатора при регулировании мощности отключением группы цилиндров несколько ухудшаются экологические показатели двигателя.

Для определения интервала изменения крутящего момента в цикле разгон-замедление, в котором происходит улучшение экологических показателей двигателя при регулировании мощности отключением группы цилиндров, были рассчитаны показатели двигателя в различных по нагрузке циклах.

Установлено, что в цикле разгон-замедление продолжительностью $t_{ц} = 4$ с при регулировании мощности отключением группы цилиндров при использовании каталитического нейтрализатора суммарные массовые выбросы вредных веществ, сведенные к CO, уменьшаются в диапазоне изменения крутящего момента в цикле до 45 Нм, в среднем на 17 94%.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ДВИГАТЕЛЬ, ОТКЛЮЧЕНИЕ ЦИЛИНДРОВ, ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ, НЕУСТАНОВИВШИЕСЯ РЕЖИМЫ, КАТАЛИТИЧЕСКИЙ НЕЙТРАЛИЗАТОР

АВТОРИ:

Гутаревич Юрій Феодосійович, доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, завідуючий кафедрою “Двигуни і теплотехніка”, e-mail: kafedradvzntu@gmail.com, тел. +380442804716, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к. 302.

Сирота Олександр Вадимович, кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, доцент кафедри “Двигуни і теплотехніка”, e-mail: kafedradvzntu@gmail.com, тел. +380442804716, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к. 303.

AUTHOR:

Gutarevych Yurii F. Ph.D., Engineering (Dr.), professor, National transport university, head of the department "Engines and heating", e-mail: kafedradvzntu@gmail.com, tel. +380442804716, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str.1, of 302.

Syrota Alexandr V. Ph.D., National transport university, associate professor department "Engines and heating", e-mail: kafedradvzntu@gmail.com, tel. +380442804716, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str.1, of 303.

АВТОРЫ:

Гутаревич Юрий Феодосиевич, доктор технических наук, профессор, Национальный транспортный университет, заведующий кафедрой "Двигатели и теплотехника", e-mail: kafedradvzntu@gmail.com, тел. +380442804716, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, к. 302.

Сирота Александр Вадимович, кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, доцент кафедры "Двигатели и теплотехника", e-mail: kafedradvzntu@gmail.com, тел. +380442804716, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, к. 303.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Абрамчук Ф.І., доктор технічних наук, професор, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, завідуючий кафедрою «Двигуни внутрішнього згоряння», Харків, Україна.

Посвятенко Е.К., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, професор кафедри “ Виробництво, ремонт та матеріалознавство”, Київ, Україна.

REVIEWER:

Abramchuk, F.I., Ph.D., Engineering (Dr.), professor, Kharkov National automobile and highway engineering university, head of the department “engines”, Kharkov, Ukraine.

Posvyatenko E.K., Ph.D., Engineering (Dr.), professor, National transport university, professor, department of " Manufacture, Repair and Materials ", Kyiv, Ukraine.