УДК 629.058
UDC 629.058
DOI: 10.33744/2308-6645-2021-1-48-117-128

СКОРОЧЕННЯ ЧАСУ ПРОГРІВАННЯ ДВИГУНА ЛЕГКОВОГО АВТОМОБІЛЯ ЗА ВИКОРИСТАННЯ ДОДАТКОВОГО ДЖЕРЕЛА ТЕПЛОТИ

Гутаревич Ю.Ф., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна, katedradvz.ntu@gmail.com, orcid.org/0000-0002-4939-4384
Кухтик Н.О., Національний транспортний університет, Київ, Україна, natakuchtik@gmail.com, orcid.org/0000-0001-9467-891X
Кухтик В.В., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна, viktorkuhtik@gmail.com, orcid.org/0000-0001-5402-0603

REDUCTION OF THE CAR ENGINE WARMING TIME WHEN USING AN ADDITIONAL HEAT SOURCE

Gutarevych Y.F., Ph.D., Engineering (Dr.), National Transport University, Kyiv, Ukraine, katedradvz.ntu@gmail.com, orcid.org/0000-0002-4939-4384
Kukhtyk N.O., National Transport University, Kyiv, Ukraine, natakuchtik@gmail.com, orcid.org/0000-0001-9467-891X
Kukhtyk V.V., Ph.D., National Transport University, Kyiv, Ukraine, viktorkuhtik@gmail.com, orcid.org/0000-0001-5402-0603

СОКРАЩЕНИЕ ВРЕМЕНИ ПРОГРЕВА ДВИГАТЕЛЯ ЛЕГКОВОГО АВТОМОБИЛЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ИСТОЧНИКА ТЕПЛОТЫ

Гутаревич Ю.Ф., доктор технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина, katedradvz.ntu@gmail.com, orcid.org/0000-0002-4939-4384
Кухтик Н.А., Национальный транспортный университет, Киев, Украина, natakuchtik@gmail.com, orcid.org/0000-0001-9467-891X
Кухтик В.В., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина, viktorkuhtik@gmail.com, orcid.org/0000-0001-5402-0603

Постановка проблеми. Автомобільний транспорт забезпечує на сьогодні найбільший об’єм перевезень вантажів та пасажирів. Потреби в таких перевезеннях існують цілий рік. Проте самі умови роботи транспортних засобів не є оптимальними впродовж календарного року. В період низьких температур навколишнього середовища експлуатація автомобілів супроводжується збільшенням витрати палива та викидів шкідливих речовин з відпрацьованими газами автомобілів. Це підтвердили попередні дослідження, оприлюднені в роботах [1-3].

Дана робота є продовженням досліджень можливості зниження забруднення навколишнього середовища викидами забруднюючих речовин (ЗР) з відпрацьованими газами (ВГ) легкових автомобілів з бензиновими двигунами в умовах експлуатації [4].

Були визначені наступні задачі дослідження:

1. Визначення миттєвої та сумарної витрати палива за прогрівання двигуна після запуску в умовах низьких температур атмосферного повітря без додаткового підігрівання впускного повітря та з підігріванням.

2. Визначення поточних концентрацій оксидів вуглецю *CO*, вуглеводнів *CmHn* та двооксидів вуглецю CO_2 в період прогрівання двигуна легкового автомобіля.

3. Визначення зміни параметрів прогрівання двигуна при використанні сторонніх джерел теплоти.

Попередні дослідження виявили залежність рівня витрати палива та викидів ЗР з ВГ від теплового стану двигуна автомобіля при русі за режимами Європейського їздового циклу і необхідності прискорення процесу прогрівання [4].

Виклад основного матеріалу. Скорочення часу прогрівання двигуна можливе з використанням сторонніх джерел теплоти, що забезпечують підвищення температури повітря на впуску в двигун [5].

Підведення теплоти часто використовується для полегшення запуску двигуна автомобіля в умовах низьких температур. Однак, даних про те, як впливає додаткове підведення теплоти на весь

процес підготовки автомобіля до сприймання навантаження, недостатньо. Постає питання навіть в необхідності такого підведення теплоти.

Для визначення впливу додаткового підведення теплоти до впускного повітря на характеристики двигуна, при прогріванні за низьких температур атмосферного повітря, проведені додаткові експериментальні дослідження (рис. 1 – рис. 3). Дослідження проводили в лабораторії кафедри «Двигуни та теплотехніка» Національного транспортного університету на легковому автомобілі корейського виробництва Hyundai Getz [2].

Рисунок 1 – Апаратура контролю параметрів двигуна та токсичності відпрацьованих газів
Figure 1 – Equipment for monitoring engine parameters and exhaust gas toxicity

Випробування проводились за роботи двигуна автомобіля в режимі активного холостого ходу без підігрівання впускного повітря та з підігріванням впускного повітря через повітрозабірник під капотом автомобіля (рис. 2) та через патрубок перед впускним трубопроводом (рис. 3).

Рисунок 2 – Варіант підігрівання впускного повітря перед повітрозбірником
Figure 2 – Option to heat the intake air in front of the air intake

Для визначення концентрацій ЗР у ВГ було підключено до випускної системи багатокомпонентний газоаналізатор МЕТА «Автотест 01». Визначення складу суміші здійснювали через

визначення коефіцієнта надміру повітря альфаметром STAG AFR. Визначення інших параметрів роботи двигуна забезпечили через діагностичний адаптер ELM-327, що підтримує протокол OBD II.

Рисунок 3 – Варіант підігрівання повітря через патрубок перед впускним трубопроводом
Figure 3 – Option to heat the air through the pipe in front of the inlet pipe

Живлення приладів забезпечували від загальної побутової електромережі змінного струму напругою 220В та від акумуляторної батареї постійного струму напругою 12В.

Загальний вигляд вимірювального комплексу показано на рис. 1.

Газоаналізатор МЕТА «Автотест 01» забезпечує вимірювання концентрацій забруднюючих речовин у наступних межах:

– діапазон вимірювання *CO* – від 0 до 7 %, ціна поділки – 0,01 %, похибка вимірювання ±0,2 %; для інтервала вимірювань 0–3,3% – ±6%; для інтервала вимірювань 3,3–7% – ±0,1 %.

– діапазон вимірювання C_mH_n – від 0 до 3000 млн$^{-1}$, ціна поділки – 2 млн$^{-1}$, похибка вимірювання ±20 млн$^{-1}$; для діапазону вимірювань 0-330 млн$^{-1}$ – ±6%; для діапазона вимірювань 330 – 3000 млн$^{-1}$ – ±3%.

Перед використанням в ході експериментальних досліджень прилади відкалібрували еталонними газовими сумішами.

Абсолютні похибки при прямих вимірюваннях визначались точністю обладнання, яке використовувалось. Методи вимірювань, які використовувались при проведенні експериментальних досліджень відповідають вимогам ГОСТ 14846–81 «Двигатели автомобильные. Методы стендовых испытаний» [6].

Похибки приладів наведені в табл. 1.

Таблиця 1 – Прилади та точність вимірювання
Table 1 – Instruments and measurement accuracy

Параметр	Одиниці вимірювання	Засоби вимірювання	Похибка вимірювань
Температура повітря	ºС	Спиртовий термометр	±0,1
Тиск у впускному трубопроводі	кПа	Діагностичний блок ELM-327	±1
Температура охолодної рідини на виході з блоку циліндрів	ºС	Діагностичний блок ELM-327	±1
Вміст у ВГ: оксиду вуглецю *CO* двооксиду вуглецю CO_2 вуглеводнів C_mH_n	 % % млн$^{-1}$	Газоаналізатор інфрачервоного типу: МЕТА Автотест-01	 ±0,02 ±1 ±20

Експериментальні дослідження проводили за температури атмосферного повітря $t_0 = +1°C$ і атмосферного тиску $p_0 = 99$кПа.

Запуск двигуна здійснювали після зниження температури охолодної рідини до 20°С. Фіксацію даних про витрату палива, частоту обертання колінчастого вала двигуна, тиск у впускному колекторі, температури впускного повітря та охолодної рідини, концентрації ЗР у ВГ здійснювали через кожні 2 секунди прогрівання двигуна.

Загальна тривалість прогрівання двигуна складала 350 секунд.

Порівняння роботи двигуна в режимі активного холостого ходу без підігрівання впускного повітря і з підігріванням повітря перед впуском через повітрозабірник не показало суттєвих відмінностей. Довгий шлях проходження попередньо підігрітого повітря через повітряний трубопровід до повітряного фільтру, через сам повітряний фільтр і повітропровід після фільтру, викликає охолодження підігрітого повітря і не забезпечує ефективності підведення додаткової теплоти.

Для ефективного використання додаткового підведення теплоти необхідно це підведення здійснювати безпосередньо перед впускним трубопроводом (рис. 3).

Результати обробки експериментальних досліджень наведені у вигляді графіків на рис. 4–8.

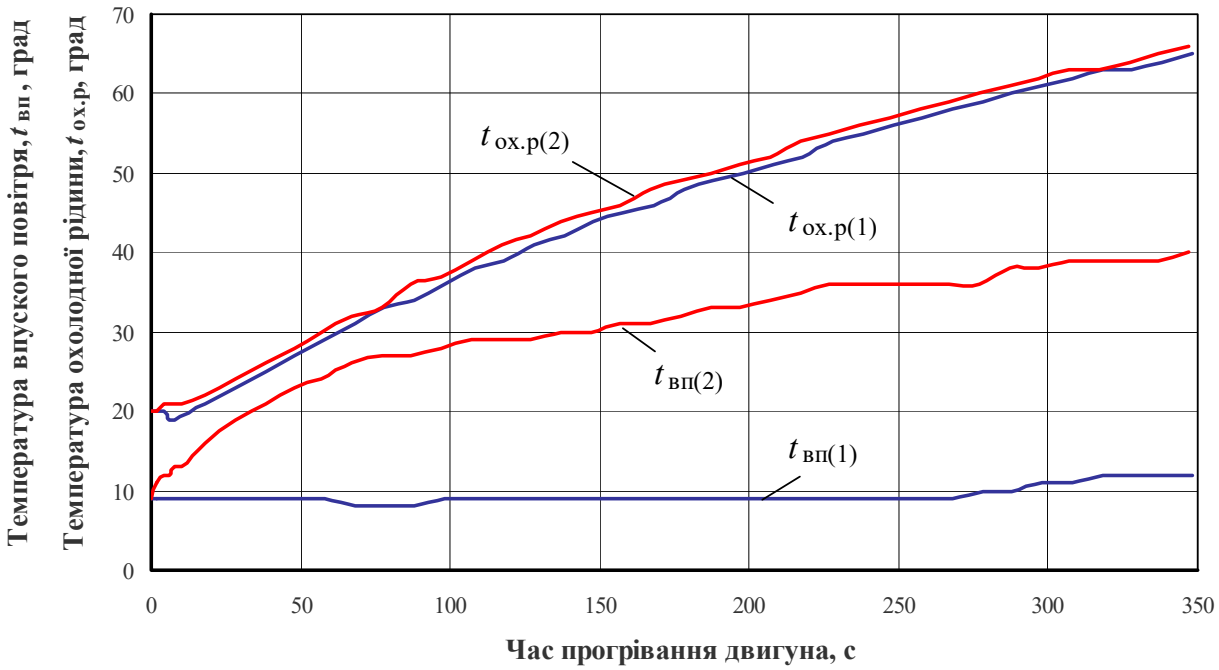

Рисунок 4 – Зміна температури впускного повітря та охолодної рідини:
1 – без додаткового підігрівання; 2 – з додатковим підігріванням
Figure 4 – Changing the temperature of the intake air and coolant:
1 – without additional heating; 2 – with additional heating

За додаткового підведення теплоти суттєво зросла температура впускного повітря одразу після початку роботи двигуна в режимі активного холостого ходу. Це забезпечило більшу ефективність сумішоутворення і збільшення температури охолодної рідини на 2-3 градуси.

Це, в свою чергу, забезпечує зменшення подачі палива системою впорскування через необхідність підтримання коефіцієнта надміру повітря α близько одиниці при зменшенні густини впускного повітря і маси повітря, що надходить до циліндрів за впуску (рис. 5).

На основі отриманих даних визначали не тільки поточну (миттєву) витрату палива (л/год), а і обчислювали сумарну витрату палива в мл за період випробувань за залежністю:

$$V_{\text{сум}_i} = V_{\text{сум}_{i-1}} + \frac{V_i + V_{i-1}}{2 \cdot 3{,}6} \cdot (\tau_i - \tau_{i-1}), \qquad (1)$$

де $V_{\text{сум}_i}$ – поточне значення сумарної витрати палива, мл

$V_{\text{сум}_{i-1}}$ – попереднє значення сумарної витрати палива, мл

V_i – поточне значення миттєвої витрати палива, л/год

V_{i-1} – попереднє значення миттєвої витрати палива, л/год

τ_i – час від початку вимірювань, с

τ_{i-1} – час попередньої фіксації результатів, с

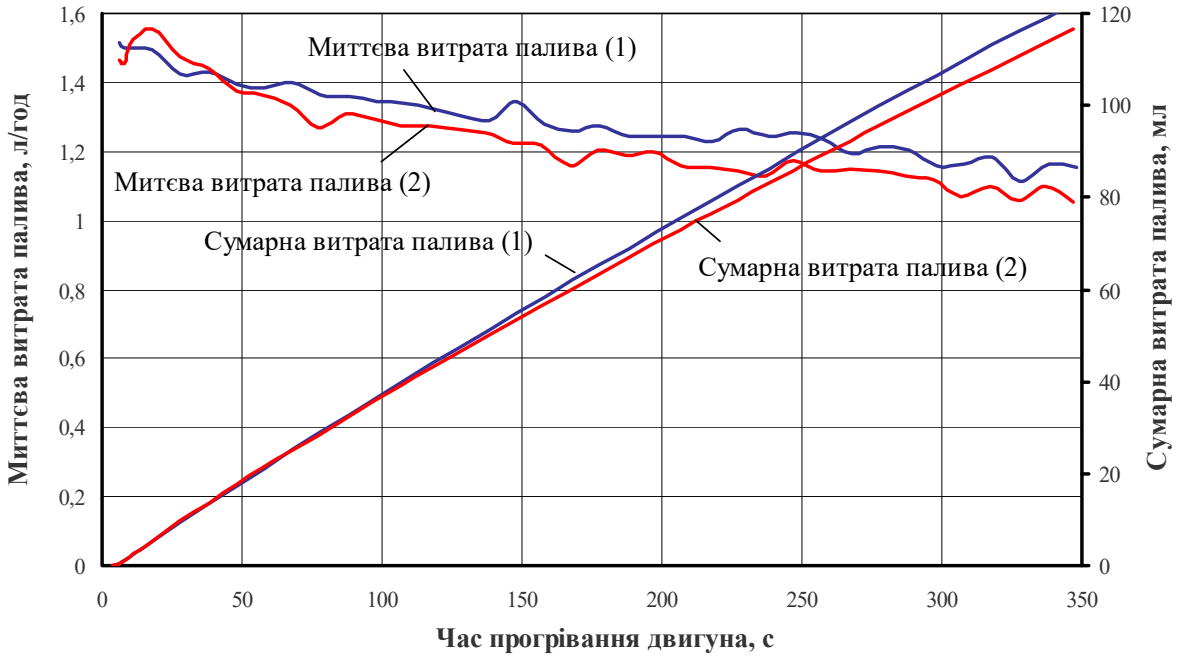

Рисунок 5 – Зміна витрати палива під час прогрівання двигуна:
1 – без додаткового підігрівання; 2 – з додатковим підігріванням
Figure 5 – Changing fuel consumption while warming up the engine:
1 – without additional heating; 2 – with additional heating

Так температуру охолодної рідини 40ºС при початковій температурі 20ºС двигун досягає без додаткового підігрівання через 123 с. роботи, а з підігріванням через 112 с., при цьому температура вхідного повітря складала відповідно 9ºС та 29ºС без та з додатковим підігріванням. Миттєва витрата палива без підігрівання зменшилась з 1,551 до 1,317 л/год, а з підігріванням з 1,551 до 1,277 л/год.

При цьому частота обертання двигуна і тиск у впускному трубопроводі за часом проведення мають однаковий характер (рис. 6).

Зменшення циклової подачі палива блоком керування двигуном впливає на зменшення концентрацій забруднюючих речовин при додатковому підігріванні впускного повітря (рис. 7).

Якщо прийняти за контрольний час 200 с. прогрівання двигуна, то з графіків видно, що температура охолодної рідини вище на 1,5ºС, що складає 3%, миттєва витрата палива нижче на 4%, сумарна витрата палива за період прогрівання зменшилась також на 4%, концентрації *CmHn* однакові на рівні 280 млн$^{-1}$, а концентрації *CO* за додаткового прогрівання значно нижча і складає 0,39% в порівнянні з 0,56% для прогрівання без додаткового підведення теплоти, що характеризує зниження концентрації на 30%.

Для визначення сумарної токсичності за двома компонентами ВГ (*CO і CmHn*) застосували залежності:

$$G_{\text{сум}} = G_{\text{сум}_{CO}} + 3{,}16 \cdot G_{\text{сум}_{CmHn}}, \qquad (2)$$

де $G_{\text{сум}}$ – сумарна токсичність ВГ, зведена до *CO*, ум.г;

$G_{\text{сум}_{CO}}$ – сумарні масові викиди *CO* на даний проміжок часу, г;

$G_{\text{сум}_{CmHn}}$ – сумарні масові викиди *CmHn* на даний проміжок часу, г.

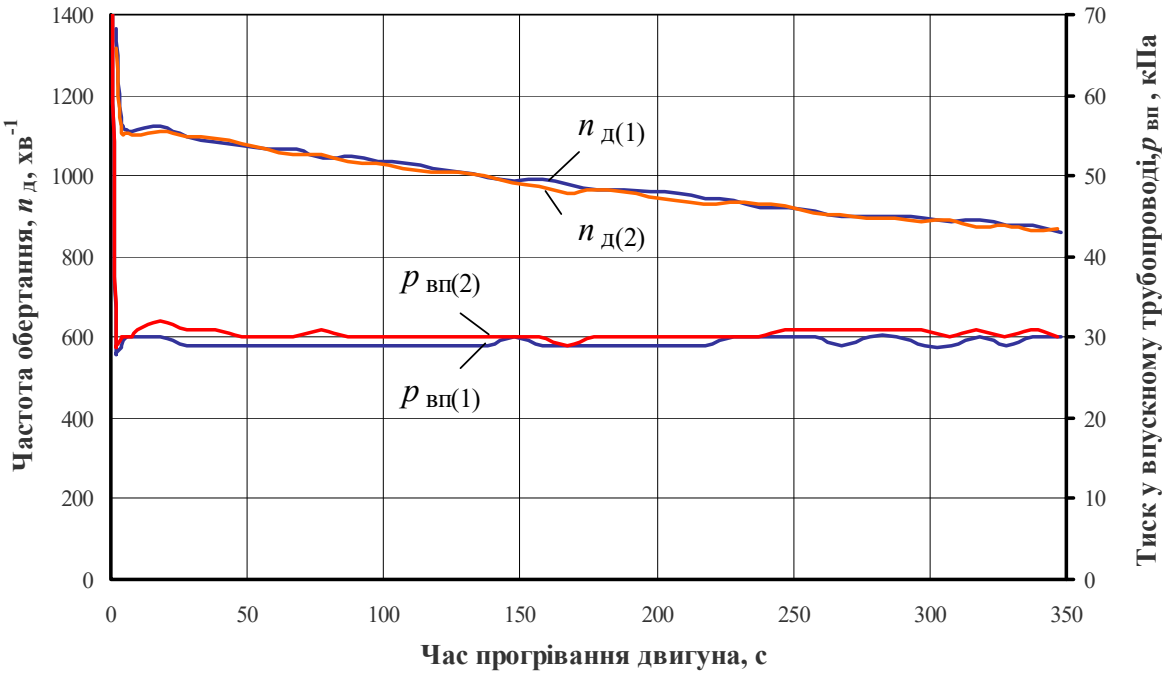

Рисунок 6 – Зміна частоти обертання колінчастого вала та тиску у впускному трубопроводі:
1 – без додаткового підігрівання; 2 – з додатковим підігріванням

Figure 6 – Changing the crankshaft speed and pressure in the intake manifold:
1 – without additional heating; 2 – with additional heating

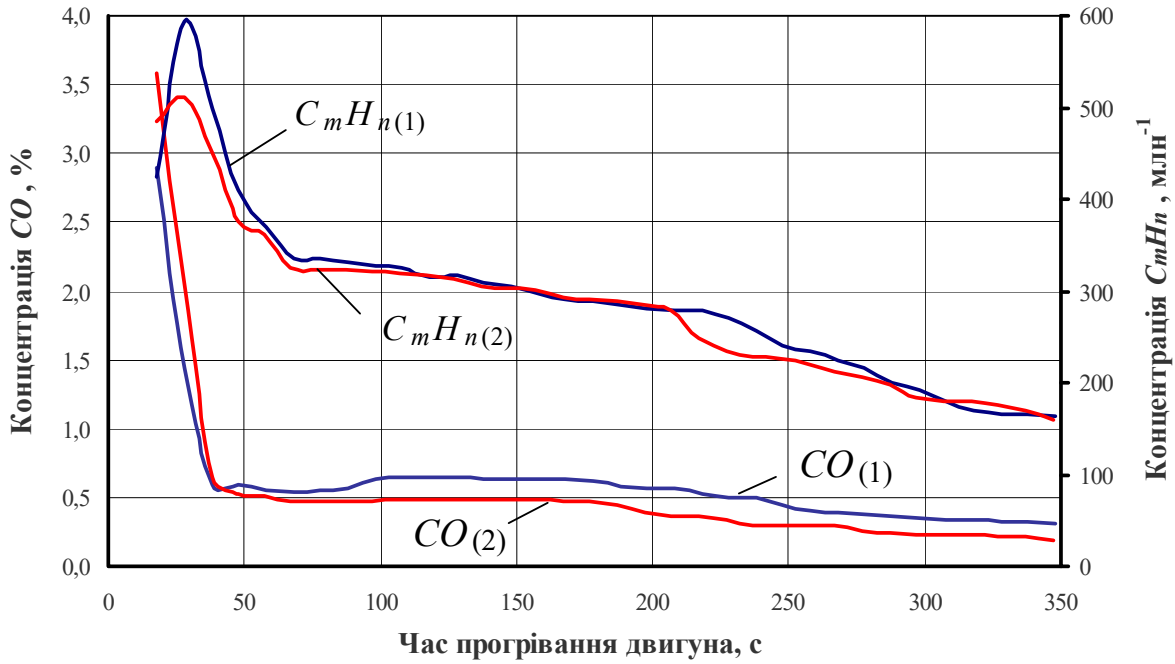

Рисунок 7 – Зміна концентрації оксидів вуглецю *CO* та вуглеводнів *CmHn* під час прогрівання двигуна автомобіля:
1 – без додаткового підігрівання; 2 – з додатковим підігріванням

Figure 7 – Changes in the concentration of carbon oxides *CO* and hydrocarbons *CmHn* while warming up the car engine:
1 – without additional heating; 2 – with additional heating

В свою чергу

$$G_{\text{сум}CO_i} = G_{\text{сум}CO_{i-1}} + \frac{G_{CO_i} + G_{CO_{i-1}}}{2 \cdot 3{,}6} \cdot (\tau_i - \tau_{i-1}), \text{ г} \quad (3)$$

$$G_{\text{сум}CmHn_i} = G_{\text{сум}CmHn_{i-1}} + \frac{G_{CmHn_i} + G_{CmHn_{i-1}}}{2 \cdot 3{,}6} \cdot (\tau_i - \tau_{i-1}), \text{ г} \quad (4)$$

де G_{CO} та G_{CmHn} – масові викиди оксиду вуглецю та вуглеводнів в фіксованих проміжках часу:

$$G_{CO} = M_{\text{сух}} \cdot \mu_{CO} \cdot \frac{C_{CO}}{100}, \text{ кг/год} \quad (5)$$

$$G_{CmHn} = M_{\text{сух}} \cdot \mu_{C_6H_{14}} \cdot 2{,}5 \cdot \frac{C_{CmHn}}{10^6}, \text{ кг/год} \quad (6)$$

де $M_{\text{сух}}$ – кількість кіломолів сухих ВГ, кмоль/год;

μ_{CO} – молярна маса оксиду вуглецю, кг/кмоль;

$\mu_{C_6H_{14}}$ – молярна маса гексану, кг/кмоль;

C_{CO} – поточна концентрація оксиду вуглецю, %

C_{CmHn} – поточна концентрація вуглеводнів, млн$^{-1}$.

$$M_{\text{сух}} = (0{,}135713 + 0{,}33242 \cdot \alpha) \cdot G_{\text{П}} \text{ за } \alpha < 1, \text{ кмоль/год} \quad (7)$$

$$M_{\text{сух}} = (0{,}02988925 + 0{,}4382396 \cdot \alpha) \cdot G_{\text{П}} \text{ за } \alpha \geq 1, \text{ кмоль/год} \quad (8)$$

де α – коефіцієнт надміру повітря;

$G_{\text{П}}$ – годинна витрата палива, кг/год

$$G_{\text{П}} = V_{\text{П}} \cdot \rho_{\text{П}} = V_{\text{П}} \cdot 0{,}749, \text{ кг/год} \quad (9)$$

де $V_{\text{П}}$ – об’ємна витрата палива, л/год;

$\rho_{\text{П}}$ – густина палива, кг/л

Сумарні масові викиди за двома компонентами знижуються за період прогрівання в 200 секунд (рис. 8) на 6%.

Тобто додаткове підведення теплоти ефективне в період прогрівання двигуна і дозволяє знизити викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря.

Ефективні методи прискореного підігрівання двигунів та каталітичних нейтралізаторів запроваджуються у автомобілів, що відповідають нормам Євро-5 та Євро-6. Проте як показали проведені дослідження, автомобілі, що відповідають нормам Євро-4 потребують також дообладнання для більш швидкого виведення двигуна автомобіля, зокрема каталітичного нейтралізатора на оптимальний тепловий режим.

Висновки. Експлуатація автомобіля в умовах низьких температур атмосферного повітря призводить до погіршення його паливної економічності та екологічних показників. Для двигуна внутрішнього згорання при безгаражному утриманні автомобіля в умовах низьких температур атмосферного повітря і з тривалими періодами простою актуальним є пошук і запровадження заходів, які дозволяють, з мінімальними витратами паливно-енергетичних ресурсів, забезпечити прогрівання холодного двигуна.

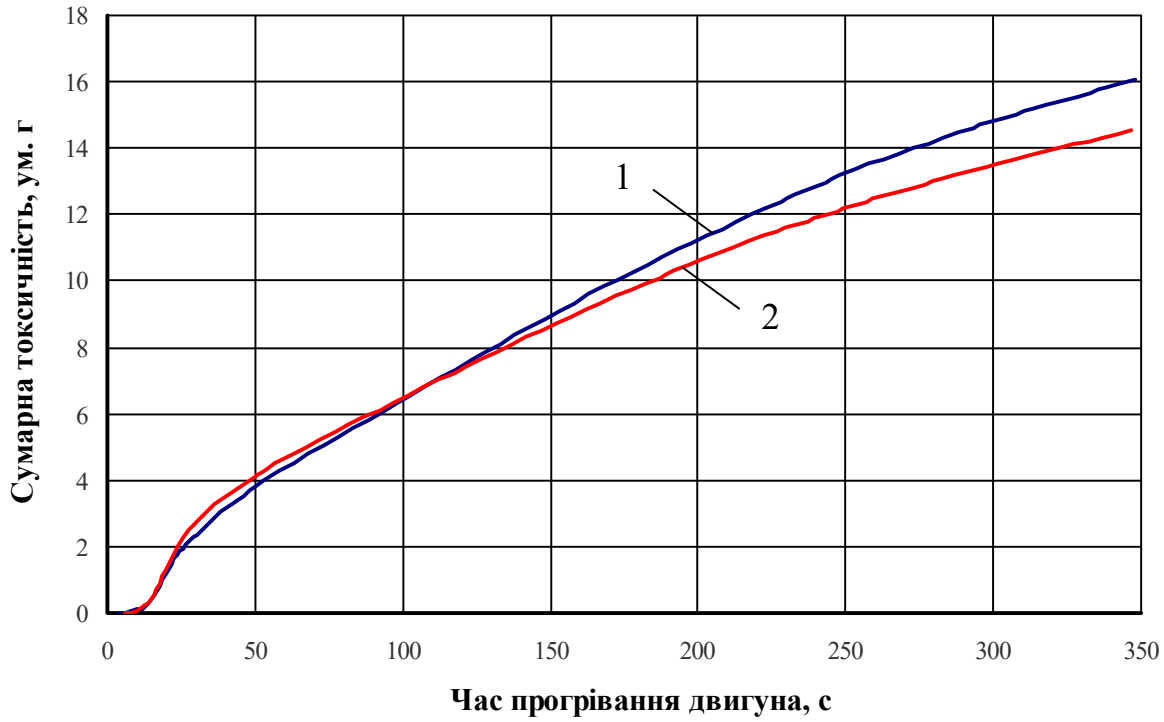

Рисунок 8 – Сумарні масові викиди під час прогрівання двигуна автомобіля:
1 – без додаткового підігрівання; 2 – з додатковим підігріванням
Figure 8 – Total mass emissions when warming up the car engine
1 – without additional heating; 2 – with additional heating

Додаткове підведення теплоти до впускного повітря забезпечує швидке прогрівання двигуна легкового автомобіля до робочої температури, що забезпечує короткий період його підготовки до сприймання навантаження.

Підігрівання впускного повітря забезпечує зниження витрати палива за роботи двигуна в режимі активного холостого ходу в середньому на 4%.

За додаткового підведення теплоти знижуються концентрації забруднюючих речовин, особливо в перші 50 секунд прогрівання двигуна, а сумарна токсичність двигуна, визначена за двома компонентами (*CO* та *CmHn*) зменшується в середньому на 6%.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Кухтик Н.О. Визначення витрати палива та концентрацій шкідливих речовин за прогріву двигуна легкового автомобіля в умовах низьких температур середовища /Н.О.Кухтик // Вісник Житомирського державного технологічного університету. Серія: Технічні науки. –Житомир, 2018. Випуск № 2 (82). –С. 88-93., https://doi.org/10.26642/tn-2018-2(82)-88-93

2. Кухтик Н.О. Вплив методу прогріву на витрату палива автомобілем з двигуном з системою впорскування бензину / Кухтик Н.О., Кухтик В.В. // Міжвузівський збірник «Наукові нотатки» (за галузями знань «Технічні науки») / Луц. нац. техн. ун-т. –Луцьк: Вид-во ЛНТУ, 2018. Випуск № 62. – С. 152-156.

3. Кухтик Н. Вплив методу прогріву двигуна легкового автомобіля на токсичність відпрацьованих газів. // Systemy i środki tranaportu samochodowego. Badania i technologia silników spalinowych. Wybrane zagadnienia. Monografia. Nr 13. Seria: Transport. Rzezów. 2018. P. 41–48.

4. Кухтик Н.О. Порівняння витрати палива та викидів шкідливих речовин непрогрітого та прогрітого двигуна легкового автомобіля за європейським їздовим циклом // Monografia pod redakcją naukową Kazimierza Lejdy. № 17, Seria: Transport / Systemy I Środki transportu samochodowego / Rzeszów. 2019. Politechnika Rzeszowska. p. 35-41.

5. Тріфонов Д.М. Поліпшення паливної економічності і екологічних показників автомобіля використанням теплових акумуляторів фазового переходу для прогріву двигуна: дис … канд. техн. наук: 05.22.20. / Тріфонов Дмитро Миколайович. –К., 2018. –236 с

6. Двигатели автомобильные. Методы стендовых испытаний: ГОСТ 14846–81 – [Дата введения с 1982-01-21. С изменениями от 2003]. – М.: Изд-во стандартов, 2003. (Межгосударственный стандарт).

REFERENCES

1. Kukhtyk N.O. (2018) Vyznachnnia vytratu palyva ta kontsentratsii shkidlyvykh rechovyn za progrivu dvyguna legkovogo avtomobilia v umovakh nyzkykh temperatur seredovyshcha [Determination fuel consumption and concentration of harmful substances for warming the engine of a car in conditions of low ambient temperatures] Journal of Zhytomyr State Technological University. Series: Technical Science Journal Zhytomyr state technological university: science. Zh. / Zhytomyr. state. techn. Univ. - Exactly: Printed - Zhytomyr, Nr 2 (82)., 88-93. [in Ukrainian], https://doi.org/10.26642/tn-2018-2(82)-88-93.

2. Kukhtyk N.O. & Kukhtyk V.V. (2018). Vplyv metodu progrivu na vytratu palyva avtomobilem z dvygunom z systemoiu vporskuvannia benzynu [The influence of the method of warm up on fuel consumption of the vehicle with the engine with the system of the gas injecting]. Research notes: mizhvuz. Coll. (on disciplines «Engineering») / Lutz. nat. Sc. Univ. - Luck: Printed LNTU, Issue 62., 152-156. [in Ukrainian].

3. *Kukhtyk N. (2018) Vplyv metodu progrivu dvyguna legkovogo na toksychnist vidpratsovanykh gaziv [The influence of the warm up engine method of passenger car on the toxicity of exhaust gases].*/ Systemy i środki tranaportu samochodowego. Badania i technologia silników spalinowych. Wybrane zagadnienia. Monografia. Issue 13. Seria: Transport. Rzezów., Politechnika Rzeszowska., 41–48. [in Ukrainian].

4. *Kukhtyk N. (2019) Porivniannia vytraty palyva ta vykydiv shkidkyvukh rechovyn neprogritogo ta progritogo dvyguna legkovogo avtomobilia za ievropeiskim izdovym tsyklom [Comparison of fuel and emissions of harmful substances of unlocked and progressed light car engines by the european driving cycle]* // Monografia pod redakcją naukową Kazimierza Lejdy. issue 17, Seria: Transport / Systemy I Środki transportu samochodowego / Rzeszów. Politechnika Rzeszowska., 35-41. [in Ukrainian].

5. Trifonov D.M. (2018) Polipshenia palyvnoi ekonomichnosti I ekologichnykh pokaznikiv avtomobilia vykorystanniam teplovykh akumuliatoriv fazovogo perekhodu dlia progrivu dvyguna [Improvement on fuel efficiency and environmental performance of the vehicle by the use of thermal batteries phase transition for warming up the engine]. *Candidate's thesis*. Kyiv: NTU [in Ukrainian]

6. Dvigateli avtomobilnye. Metodu stendovukh isputanii [Automotive engines. Bench test methods] (1981) *GOST 14846–81 from 2003.* Moscov: Interstate standard. [in Russian]

РЕФЕРАТ

Гутаревич Ю.Ф. Скорочення часу прогрівання двигуна легкового автомобіля за використання додаткового джерела теплоти / Ю.Ф. Гутаревич, Н.О.Кухтик, В.В. Кухтик // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2021. – Вип. 1 (48).

В статті представлені результати додаткових експериментальних досліджень щодо впливу підведення теплоти до впускного повітря на параметри і характеристики процесу прогрівання двигуна легкового автомобіля.

Метою роботи є прискорення прогрівання двигуна легкового автомобіля після запуску в умовах низьких температур атмосферного повітря.

Метод дослідження – експериментальне визначення характеристик активного холостого ходу та концентрацій забруднюючих речовин у відпрацьованих газах двигуна.

Випробування проводились за роботи двигуна автомобіля в режимі активного холостого ходу без підігрівання впускного повітря та з підігріванням впускного повітря через повітрозабірник під капотом автомобіля та через патрубок перед впускним трубопроводом.

Порівняння роботи двигуна в режимі активного холостого ходу без підігрівання впускного повітря і з підігріванням повітря перед впуском через повітрозбірник, не показало суттєвих відмінностей. Довгий шлях проходження попередньо підігрітого повітря через повітряний трубопровід до повітряного фільтру, через сам повітряний фільтр і повітропровід після фільтру, викликає охолодження підігрітого повітря і не забезпечує ефективності підведення додаткової теплоти.

Для ефективного використання додаткового підведення теплоти необхідно це підведення здійснювати безпосередньо перед впускним трубопроводом.

Більшість параметрів, що характеризують процес прогрівання двигуна отримані прямим вимірюванням. Також в статті приведені залежності, за якими розраховували сумарні показники економічності та токсичності автомобіля.

За результатами виконання експериментальних досліджень встановлено, що експлуатація автомобіля в умовах низьких температур атмосферного повітря призводить до погіршення його паливної економічності та екологічних показників. Для двигуна внутрішнього згорання, при безгаражному утриманні автомобіля в умовах низьких температур атмосферного повітря і з тривалими періодами простою, актуальним є пошук і запровадження заходів, які дозволяють, з мінімальними витратами паливно-енергетичних ресурсів, забезпечити прогрівання холодного двигуна.

Додаткове підведення теплоти до впускного повітря забезпечує швидке прогрівання двигуна легкового автомобіля до робочої температури, що забезпечує короткий період його підготовки до сприймання навантаження.

Підігрівання впускного повітря забезпечує зниження витрати палива за роботи двигуна в режимі активного холостого ходу в середньому на 4%.

За додаткового підведення теплоти знижуються концентрації забруднюючих речовин, особливо в перші 50 секунд прогрівання двигуна, а сумарна токсичність двигуна, визначена за двома компонентами (оксид вуглецю та вуглеводні) зменшується в середньому на 6%.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ДВИГУН, ТЕПЛОТА, ПРОГРІВАННЯ, ВИТРАТА ПАЛИВА, ТЕМПЕРАТУРА ОХОЛОДНОЇ РІДИНИ, ЗАБРУДНЮЮЧІ РЕЧОВИНИ

ABSTRACT

Gutarevych Y.F., Kukhtyk N.O., Kukhtyk V.V. Reduction of the car engine warming time when using an additional heat source. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2021. – Issue 1 (48).

The article presents the results of additional experimental studies about the effect of heat supply to the intake air on the parameters and characteristics of the process of warming up the engine of a car.

The aim of the work is to accelerate the car engine warming after starting at low temperatures.

The research method is an experimental determination of the characteristics of active idling and concentrations of pollutants in the exhaust gases of the engine.

The tests were performed when the car's engine was idling without heating the inlet air and with heating the inlet air through the air intake under the hood of the car and through the pipe in front of the intake manifold.

Comparison of engine operation in active idling mode without heating the inlet air and with heating the air before inlet through the air intake, did not show significant differences. The long passage of preheated air through the air duct to the air filter, through the air filter and the air duct after the filter, causes cooling of the heated air and does not provide the efficiency of additional heat supply.

For efficient use of additional heat supply, it is necessary to carry out this supply directly in front of the intake pipe.

Most of the parameters that characterize the process of warming up the engine are obtained by direct measurement. Also, the dependences on which total indicators of economy and toxicity of the car were calculated are resulted in the article.

According to the results of experimental studies, it is established that the operation of the car in low ambient temperatures leads to a deterioration of its fuel economy and environmental performance. For an internal combustion engine, with garage-free maintenance of the car in low ambient temperatures and with long periods of downtime, it is important to find and implement measures that allow, with minimal consumption of fuel and energy resources, to ensure warm-up of the cold engine.

Additional heat supply to the inlet air provides rapid warming of the car engine to operating temperature, which provides a short period of preparation for the perception of the load.

Intake air heating reduces fuel consumption during engine idling by an average of 4%.

With additional heat supply, the concentrations of pollutants are being reduced, especially in the first 50 seconds of engine warm-up, and the total toxicity of the engine, determined by the two components (carbon monoxide and hydrocarbons) is being reduced by an average of 6%.

KEY WORDS: ENGINE, HEAT, HEATING, FUEL CONSUMPTION, COOLANT TEMPERATURE, POLLUTANTS

РЕФЕРАТ

Гутаревич Ю.Ф. Сокращение времени прогрева двигателя легкового автомобиля при использовании дополнительного источника теплоты / Ю.Ф. Гутаревич, Н.А. Кухтик, В.В. Кухтик // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2021. – Вып. 1 (48).

В статье представлены результаты дополнительных экспериментальных исследований по влиянию подвода теплоты к впускному воздуху на параметры и характеристики процесса прогревания двигателя легкового автомобиля.

Целью работы является ускорение процесса прогревания двигателя легкового автомобиля после запуска в условиях низких температур атмосферного воздуха.

Метод исследования – экспериментальное определение характеристик активного холостого хода и концентраций загрязняющих веществ в отработавших газах двигателя.

Испытания проводились при работе двигателя автомобиля в режиме активного холостого хода без подогрева впускного воздуха и с подогревом впускного воздуха через воздухозаборник под капотом автомобиля и через патрубок перед впускным трубопроводом.

Сравнение работы двигателя в режиме активного холостого хода без подогрева впускного воздуха и с подогревом воздуха перед впуском через воздухозаборник, не показало существенных отличий. Долгий путь прохождения предварительно прогретого воздуха через воздушный трубопровод к воздушному фильтру, через сам воздушный фильтр и воздухопровод после фильтра, вызывает охлаждение подогретого воздуха и не обеспечивает эффективность подведения дополнительного тепла.

Для эффективного использования дополнительного подведения теплоты необходимо это подведение осуществлять непосредственно перед впускным трубопроводом.

Большинство параметров, которые характеризуют процесс прогрева двигателя получены с помощью прямых измерений. Также в статье приведены зависимости по которым рассчитывали суммарные показатели экономичности и токсичности автомобиля.

Экспериментальные исследования показали, что эксплуатация автомобиля в условиях низких температур атмосферного воздуха приводит к ухудшению его топливной экономичности и экологических показателей. Для двигателя внутреннего сгорания, при безгаражном содержании автомобиля в условиях низких температур атмосферного воздуха и с длительными периодами простоя, актуальным является поиск и внедрение способов, которые позволят, с минимальными затратами топливно-энергетических ресурсов, обеспечить прогрев холодного двигателя.

Дополнительное подведение теплоты к впускному воздуху обеспечивает быстрый прогрев двигателя легкового автомобиля до рабочей температуры, что способствует короткому периоду его подготовки к принятию нагрузки.

Подогрев впускного воздуха обеспечивает снижение расхода топлива при работе двигателя в режиме активного холостого хода в среднем на 4%.

При дополнительном подведении теплоты снижаются концентрации загрязняющих веществ, особенно в первые 50 секунд прогрева двигателя, а суммарная токсичность двигателя, которая определялась по двум компонентам (оксид углерода и углеводороды) уменьшается в среднем на 6%.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ДВИГАТЕЛЬ, ТЕПЛОТА, ПРОГРЕВ, РАСХОД ТОПЛИВА, ТЕМПЕРАТУРА ОХЛАЖДАЮЩЕЙ ЖИДКОСТИ, ЗАГРЯЗНЯЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА

АВТОРИ:

Гутаревич Юрій Феодосійович, доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, завідуючий кафедрою “Двигуни і теплотехніка”, е-

mail:katedradvz.ntu@gmail.com, тел. +380442804716, Україна, 01010, м. Київ, вул. Омеляновича-Павленко 1, к. 302а.

Кухтик Наталія Олександрівна, Національний транспортний університет, аспірант кафедри «Двигуни і теплотехніка», старший викладач кафедри «Екологія та безпека життєдіяльності», e-mail: natakuchtik@mail.ru, тел. +380442885100, Україна, 01010, м. Київ, вул. М.Омеляновича-Павленка, 1, к. 312., orcid.org/0000-0001-9467-891X

Кухтик Віктор Володимирович, кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, доцент кафедри «Двигуни і теплотехніка», e-mail: viktorkuhtik@gmail.com, тел. +380442804716, Україна, 01010, м. Київ, вул. М.Омеляновича-Павленка, 1, к. 303А., orcid.org/0000-0001-5402-0603

AUTHOR:

Gutarevich Yurii F. Ph.D., Engineering (Dr.), professor, National Transport University, head of the department "Engines and heating engineering", e-mail: katedradvz.ntu@gmail.com, tel. +380442804716, Ukraine, 01010, Kyiv, str. Omelianovycha-Pavlenko str.1, k.302a.

Kukhtyk Nataliya Oleksandrivna, National Transport University, graduate student of department Engines and Heating Engineering, Senior Lecturer of Department of Ecology and Safety of Vital Functions, e-mail: natakuchtik@mail.ru, тел. +380442885100, Ukraine, 01010, Kyiv, M.Omelyanovych-Pavlenko str., 1, of. 312., orcid.org/0000-0001-9467-891X

Kukhtyk Victor Volodymyrovych., Ph.D., associate professor, National Transport University, graduate student of department Engines and Heating Engineering, e-mail: viktorkuhtik@gmail.com, тел. +380442804716, Ukraine, 01010, Kyiv, M.Omelyanovych-Pavlenko str., 1, of. 303A., orcid.org/0000-0001-5402-0603

АВТОРЫ:

Гутаревич Юрий Феодосиевич, доктор технических наук, профессор, Национальный транспортный университет, заведующий кафедрой «Двигатели и теплотехника», e-mail: katedradvz.ntu@gmail.com, тел. +380442804716, Украина, 01010, г. Киев, ул. Емеляновича-Павленко 1, к. 302а.

Кухтик Наталия Александровна, Национальный транспортный университет, аспирант кафедры «Двигатели и теплотехника», старший преподаватель кафедры «Экология и безопасность жизнедеятельности», e-mail: natakuchtik@mail.ru, тел. +380442885100, Украина, 01010, г. Киев, ул. М.Омеляновича-Павленко, 1, к. 312., orcid.org/0000-0001-9467-891X

Кухтик Виктор Владимирович, кандидат технических наук, доцент, Национальный транспортный университет, доцент кафедры «Двигатели и теплотехника», e-mail: viktorkuhtik@gmail.com, тел. +380442804716, Украина, 01010, г. Киев, вул. М.Омеляновича-Павленко, 1, к. 303А., orcid.org/0000-0001-5402-0603

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Грищук О.К., кандидат технічних наук, професор, Національний транспортний університет, проректор з навчальної роботи, Київ, Україна.

Грицук І.В., доктор технічних наук, професор, Херсонська державна морська академія, професор кафедри експлуатації судових енергетичних установок, Херсон, Україна

REVIEWER:

Hryshchuk O.K., Candidate of Science (Engineering), Professor, National Transport University, Vice-Rector for Academic Work, Kyiv, Ukraine.

Grytsuk I.V., Doctor of Technical Sciences, Professor, Kherson State Maritime Academy, Professor of the Department of Operation of Ship Power Plants, Kherson, Ukraine