

Показник ефективності роботи транспортного засобу (ККД автомобіля) може бути застосований для розрахунку нормативних значень базової норми витрати палива, що дозволить покращати діючу [3] в Україні систему нормування паливно-мастильних матеріалів на автомобільному транспорті.

### Література

1. Аналіз ринку нафтопродуктів в Україні. Pro Consulting, 2023, 32 с.
2. Krivoshepov, S., "Calculation Method for Determining the Fuel Consumption of the Vehicle in the Operating Conditions," SAE Technical Paper 2020-01-2166, 2020, <https://doi.org/10.4271/2020-01-2166>
3. Норми витрат палива і мастильних матеріалів на автомобільному транспорті. Нормативний документ, затверджений Міністерством інфраструктури України 07.10.2011. Київ: ДП «ДержавтотрансНДІпроект», 2012, 120 с.

**УДК 621.43.06-620.193.53**

## **ВМІСТ CO<sub>2</sub> ТА СО У ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗАХ ПРИ ВЗАЄМОДІЇ З КАРТЕРНИМ ПРОСТОРОМ ДВИГУНА ВАЗ-21011 НА ШВИДКІСНИХ РЕЖИМАХ**

**Кубіч Вадим Іванович**, канд. техн. наук, доцент кафедри «Автомобілі, теплові двигуни та гібридні енергетичні установки», Національний університет «Запорізька політехніка»,

e-mail: [schmirung@gmail.com](mailto:schmirung@gmail.com), ORCID: [0000-0001-6230-9263](https://orcid.org/0000-0001-6230-9263)

**Чернета Олег Георгійович**, канд. техн. наук, доцент кафедри «Автомобілі та транспортно-логістичні системи», Дніпровський державний технічний університет,

e-mail: [OCherneta@gmail.com](mailto:OCherneta@gmail.com), ORCID: [0000-0002-3871-6923](https://orcid.org/0000-0002-3871-6923)

**Куцай Максим Юрійович**, здобувач вищої освіти за рівнем бакалавр, кафедри «Автомобілі, теплові двигуни та гібридні енергетичні установки», Національний університет «Запорізька політехніка»,

e-mail: [maxpro05162007@gmail.com](mailto:maxpro05162007@gmail.com)

Присвячується 125-ій річниці Національного університету «Запорізька політехніка»

Актуальність теми роботи пов'язана з необхідністю визначення повноти фізико-хімічної взаємодії відпрацьовуваних газів, що прориваються через зазор «кільце-циліндр» двигуна внутрішнього згорання, з моторною оливою та впливають на зміну її в'язкісно-температурної характеристики при зношуванні деталей циліндро-поршневої групи [1].

Метою дослідження є порівняльна оцінка вмісту вуглекислого та угарного газів у газах, які відводяться системою вентиляції картера і випускною

системою двигуна ВАЗ-21011 з частковою втратою ресурсу циліндро-поршневої групи.

Об'єктом дослідження є газогідравлічна система «картерний простір – моторна олива» двигуна ВАЗ-21011 з тиском на такті стискання  $9,5 \text{ кгс/см}^2$  та  $10,5 \text{ кгс/см}^2$ .

Предметом дослідження є закономірності зміни концентрації  $\text{CO}_2$  та  $\text{CO}$  у газах вентиляції картера та випускної системи при частотах обертання колінчастого валу двигуна від  $1000 \text{ хв}^{-1}$  до  $4000 \text{ хв}^{-1}$  на його частково прогрітому та нормальному температурному режимах роботи.

В роботі наведено графічні залежності зміни концентрації газів  $\text{CO}_2$  і  $\text{CO}$  на відповідних швидкісних режимах, які відображають наступне. По-перше, повноту згорання паливо-повітряної суміші у циліндрах двигуна зі зміненими параметрами термодинамічного циклу (значення тиску стискання) за умовами регулювання карбюратора та кута випередження палива. По-друге, отримані результати дозволяють побічно оцінити насиченість взаємодії моторної оливи з відповідною кількістю вуглецю та кисню. А це, у свою чергу, буде обумовлювати вірогідне протікання за часом хімічних реакцій оксидів вуглецю із вуглеводними молекулами моторної оливи лінійної нормальної будови (ізобудови), моноциклічної (поліциклічної) будови, що за терміном напрацювання викликає зміни її експлуатаційних показників. Але на даному етапі досліджень оцінка з точки зору хімічних реакцій не здійснювалась, і судження носить передбачуваний характер. Одне можливо стверджувати, що молекулярна маса одиниці об'єму моторної оливи повинна змінитися у більший бік, а це у свою чергу вплине на процеси створення тонких оливних захисних плівок на металевих поверхнях, наприклад, у системі матеріалів підшипників ковзання колінчастого валу «ВЧ-800 – 15W-40 – АО20-1». Проте, факт зміни фізичних властивостей моторних олив за комплексним безрозмірним критерієм  $E_M$  виконано у роботах [2, 3].

Визначення концентрації  $\text{CO}_2$  і  $\text{CO}$  у картерних газах та вихлопних газах випускної системи здійснювалось за допомогою газоаналізаторів Інфраліт 1100, Інфраліт 2200, рис.1 в, г. Для дослідження використані два двигуни ВАЗ-21011: у складі легкового автомобіля ВАЗ-21063 (компресія у циліндрах  $9,5 \text{ кгс/см}^2$ ), і у складі динамометричного стенда (компресія у циліндрах  $10,5 \text{ кгс/см}^2$ ), рис.1 а, б. При цьому, зміна швидкісного режиму роботи двигунів здійснювалась за поворотом повітряної та дросельної заслінок карбюратора.



а



б



В



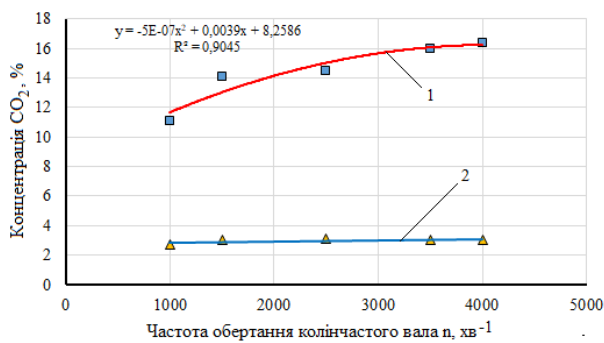
Г

Рисунок 1 – Установка зонда у трубці вентиляції картера (а) двигуна автомобіля, в патрубку (б) вентиляції картера двигуна стенда:

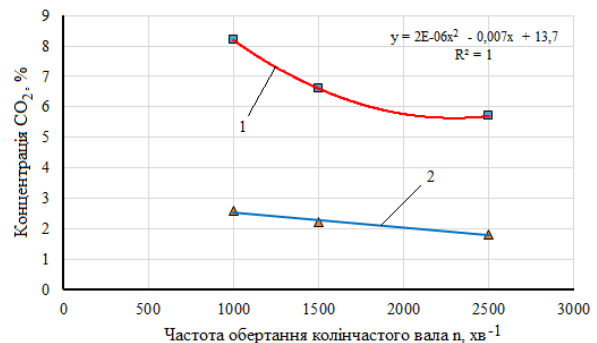
1 – патрубок (трубка) системи вентиляції двигуна; 2 – зонд; б – панель приладу Інфраліт 1100; панель приладу Інфраліт 2200

За обробкою даних вимірювань у програмі Microsoft Excel побудовані графічні залежності, які наведено на рис. 2-5. Аналіз отриманих результатів вказує на наступне.

По-перше, при компресії двигуна  $p=9,5$  кгс/см<sup>2</sup> зменшення CO<sub>2</sub> у картерному просторі у порівнянні із системою випуску при повороті дроселя в середньому складає 75-81%, і 69-72% при повороті повітряної заслінки, рис. 2, 4 б. При цьому, зменшення CO складає від 67% до 0% при повороті дроселя до  $n=2700$  хв<sup>-1</sup>. При повороті повітряної заслінки також спостерігалось зменшення концентрації CO у картерному просторі. Але концентрація CO по Інфраліт 1100 перебільшувала межі шкали. При частоті 1000 хв<sup>-1</sup> зменшення концентрації CO складало майже 68-70%, рис. 3. Із наведеного слід розуміти, що система «картерний простір – моторна олива» двигуна «поглинала (фільтрувала)» визначену кількість дослідних газів.



а



б

Рисунок 2 – Вплив швидкісного режиму роботи двигуна на зміну концентрації CO<sub>2</sub> у двигуні з компресією  $p=9,5$  кгс/см<sup>2</sup>:

а – при регулюванні обертів дросельною заслінкою; б – при регулюванні обертів повітряною заслінкою; 1 – у вихлопній трубі; 2 – в патрубку вентиляції картера

По-друге, при компресії  $p=10,5$  кгс/см<sup>2</sup> при повороті дросельної заслінки зменшення CO<sub>2</sub> у картерному просторі складає майже 98%, але до  $n=3500$  хв<sup>-1</sup>, і надалі з ростом частоти до  $n=4000$  хв<sup>-1</sup> це зменшення складає 84...91%, рис. 4 б.

Тобто щільність контактів «кільце-циліндр» зменшується і концентрація  $\text{CO}_2$  збільшується на 7-14%. При повороті повітряної заслінки зменшення  $\text{CO}_2$  складає у середньому 98% у всьому швидкісному діапазоні, рис. 4 б. При цьому, зменшення концентрації  $\text{CO}$  у картерному просторі при повороті дросельної заслінки складає 53-65% на всьому швидкісному діапазоні. Однак при повороті повітряної заслінки за збільшенням концентрації  $\text{CO}$  у вихлопних газах від 0,05% до 6% у картерному просторі ця концентрація постійна і складає майже 0,05%, рис. 5.

По-третє, температурний стан двигуна впливає на зміни концентрації  $\text{CO}_2$  і  $\text{CO}$  і величину їх «поглинання» системою «картерний простір-моторна олива», рис.4. Так порівняння частково прогрітого двигуна (55-60 °С) і повністю прогрітого вказує на наступне. При компресії 9,5 кгс/см<sup>2</sup> концентрація  $\text{CO}_2$  у картерному просторі частково прогрітого двигуна у порівнянні із випускною системою при повороті повітряної заслінки майже в 3 рази менша, ніж на прогрітому двигуні, а при повороті дросельної заслінки ця концентрація у картерному просторі менше в 2,7-4,5 рази на відповідних обертах колінчастого валу.

В четвертих, збільшення компресії у циліндрах з 9,5 кгс/см<sup>2</sup> до 10,5 кгс/см<sup>2</sup> на частково прогрітому двигуні зумовлює зменшення концентрації  $\text{CO}_2$  у картерному просторі майже в 3,5-4,5 рази у всьому робочому швидкісному діапазоні, рис. 4 а. З виходом на нормальний температурний режим роботи двигуна з компресією 10,5 кгс/см<sup>2</sup> при повороті дросельної заслінки у діапазоні від 1000 хв<sup>-1</sup> до 3500 хв<sup>-1</sup> концентрація  $\text{CO}_2$  у вихлопній трубі збільшується в 16-17 разів у порівнянні із картерним простором, рис.4 б.

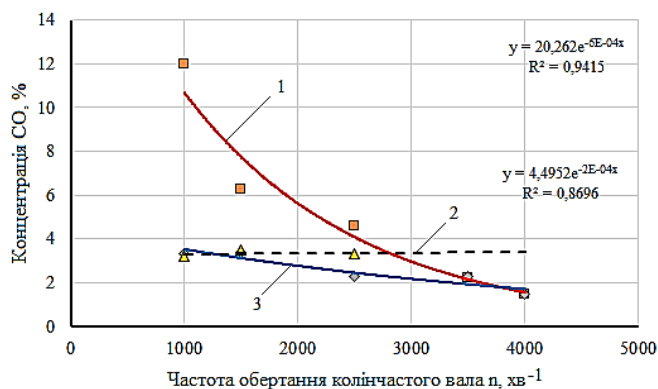
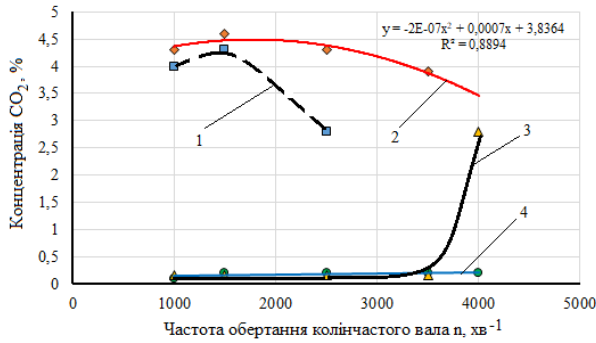


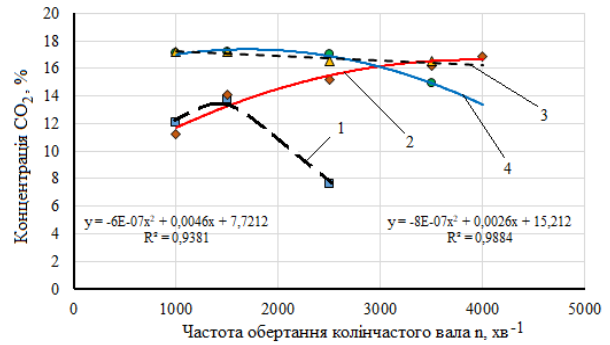
Рисунок 3 – Вплив швидкісного режиму роботи двигуна на зміну концентрації  $\text{CO}$  у двигуні з компресією  $p=9,5$  кгс/см<sup>2</sup>:

- 1 – у вихлопній трубі, регулювання дроселем; 2 – у патрубку вентиляції картера, регулювання дроселем; 3 – у патрубку вентиляції картера, регулювання повітряною заслінкою

Останнє наведене вказує майже на відсутність вуглекислого газу у картерному просторі по мірі прогрівання двигуна, і обумовлюється малим значенням прориву відпрацьовуваних газів у картерний простір за рахунок щільності контакту «кільце-циліндр».



а

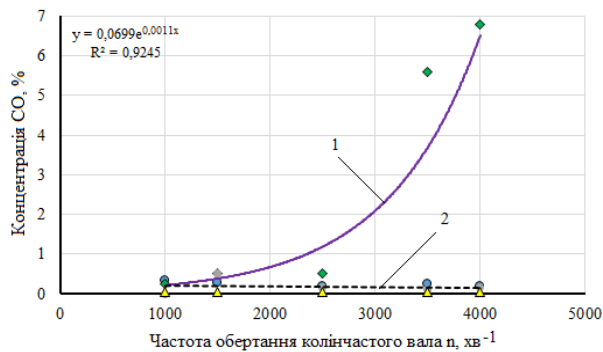


б

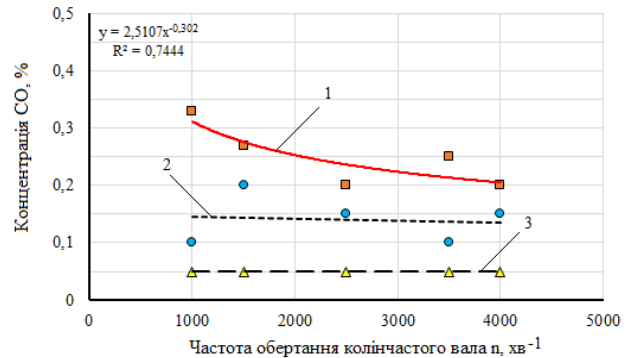
Рисунок 4 – Вплив швидкісного режиму роботи двигуна на зміну концентрації CO<sub>2</sub>:

а – в патрубку вентиляції картера при температурі двигуна 55-60 °С; б – у вихлопній трубі при температурі 85-90 °С; 1 – регулювання повітряною заслінкою (компресія 9,5 кгс/см<sup>2</sup>); 2 – регулювання дросельною заслінкою (компресія 9,5 кгс/см<sup>2</sup>); 3 – регулювання дросельною заслінкою (компресія 10,5 кгс/см<sup>2</sup>); 4 – регулювання повітряною заслінкою (компресія 10,5 кгс/см<sup>2</sup>)

В цілому за режимами, які наведено на рис. 4 визначається, що зі зменшенням компресії з 10,5 кгс/см<sup>2</sup> до 9,5 кгс/см<sup>2</sup> насиченість взаємодії моторної оливи з CO<sub>2</sub> на робочому режимі обертів (поворот дросельної заслінки) від 1000 хв<sup>-1</sup> до 3700 хв<sup>-1</sup> зростає в 1,2-1,7 разів.



а



б

Рисунок 5 – Вплив швидкісного режиму роботи двигуна на зміну концентрації CO у двигуні з компресією  $p=10,5$  кгс/см<sup>2</sup>:

а – повний масштаб: 1 – у вихлопній трубі, регулювання повітряною заслінкою; 2 – у вихлопній трубі, регулювання дроселем; б – збільшений масштаб: 1 – у вихлопній трубі, регулювання дроселем; 2 – в патрубку вентиляції картера, регулювання дроселем; 3 – в патрубку вентиляції картера, регулювання повітряною заслінкою

Отримані результати слід враховувати при здійсненні заходів технічної експлуатації бензинових двигунів з карбюраторами з поточним втрачанням

ресурсу циліндро-поршневої групи при корегуванні періодичності заміни моторних оливо.

### **Висновки**

У роботі вирішені наступні науково-практичні задачі.

Використана методика оцінки насиченості взаємодії моторної оливи з CO<sub>2</sub> та CO зі складу відпрацьовуваних газів, які надходять у картерний простір через трибологічний контакт «кільце-циліндр» із різною інтенсивністю.

Встановлено, що знос трибоз'єднань «кільце – циліндр» двигуна, його тепловий режим та швидкісний режим роботи суттєво впливає на інтенсивність навантаження моторної оливи сполуками вуглецю та кисню. Особливо це проявляється при компресії у циліндрах двигуна 9,5 кгс/см<sup>2</sup> і менше.

### **Література**

1. Kubich V.I., Cherneta O.G., Bokarev V.I., Leshchenko E.N., Oleshko V.S., Yurov V.M. Assessment of the Interaction between Crankcase Gases and Engine Oil. Journal of Machinery Manufacture and Reliability, 2021, Vol. 50, No. 4, PP. 364–369
2. Кубич В.И. Комплексный критерий оценки эксплуатационного состояния моторного масла. В.И. Кубич, О.Г. Чернета/ Сучасні енергетичні установки на транспорті, технології та обладнання для їх обслуговування: СЕУТОО-2020. Матеріали 11 - ї між нар. наук.-практ. конфер., 8 – 10 вересня 2020 року. Херсон: Херсонська державна морська академія. С.46-50
3. Кубіч В.І. Експлуатаційні показники моторних оливо при моделюванні взаємодії з картерними газами ДВЗ/ В.І. Кубіч, О.Г. Чернета, Д.Е. Дрібас// Проблеми тертя та зношування в машинах. Київ, НАУ. №4 (89). 2020. с.12-23

**УДК 629.083**

## **ШЛЯХИ ВДОСКОНАЛЕННЯ СТЕНДОВОГО КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ГАЛЬМІВНИХ МЕХАНІЗМІВ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ**

**Кужель Володимир Петрович**, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: [kuzhel2017@gmail.com](mailto:kuzhel2017@gmail.com)

**Кравець Сергій Іванович**, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: [kuzhel\\_v@vntu.edu.ua](mailto:kuzhel_v@vntu.edu.ua)

**Руденко Вадим Юрійович**, магістр гр. 1АТ-23м, кафедра автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет

Процес діагностування гальм проводиться на основі переліку характерних несправностей і умов експлуатації.

Основними ознаками несправної гальмівної системи, при яких необхідна негайна діагностика гальм, таких, як: збільшення довжини гальмівного шляху;