

УДК 621.891

DOI: 10.18372/0370-2197.4(89).15007

В. І. КУБІЧ<sup>1</sup>, О. Г. ЧЕРНЕТА<sup>2</sup>, Д. Е. ДРІБАС<sup>1</sup><sup>1</sup>Національний університет «Запорізька політехніка», м. Запоріжжя, Україна<sup>2</sup>Дніпровський державний технічний університет, м. Кам'янське, Україна

## ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ПОКАЗНИКИ МОТОРНИХ ОЛИВ ПРИ МОДЕЛЮВАННІ ВЗАЄМОДІЇ З КАРТЕРНИМИ ГАЗАМИ ДВЗ

*Наведено результати фізичного моделювання процесу взаємодії середовища картерних газів з мірними об'ємами моторних олив AZMOL 15W40 CI-4/SL, EVO 10W40 SM/CF, EVO 5W40 SN/CF, на підставі яких побудовані закономірності зміни їх кінематичної в'язкості, лужного та кислотних чисел з урахуванням зміни часу газорідного обміну та триботехнічного стану циліндропоршневої групи бензинового двигуна ВАЗ 2101. У якості прикладного застосування отриманих результатів розраховані значення раніше запропонованого комплексного критерію оцінки експлуатаційного стану позначених олив та побудовані закономірності його зміни за умовами прискорених випробувань.*

**Ключові слова:** моторна олива, картерні гази, кінематична в'язкість, лужне число, кислотне число

**Вступ.** Витрачання ресурсу моторних олив під час експлуатації автомобілів неминуче. На це впливає ряд факторів, до яких, в першу чергу, слід віднести процеси трибофізичної взаємодії з матеріалами деталей трибоз'єднань механізмів двигунів внутрішнього згорання (ДВЗ), при яких безпосередньо здійснюється навантаження мікрооб'ємів структурних компонентів моторних олив. Але при роботі ДВЗ існують і інші процеси впливу на властивості моторних олив, до яких слід віднести газорідний обмін між картерними газами, що відводяться системою вентиляції картера та моторною оливою, яка поверхнево-об'ємно взаємодіє з ними. Від того наскільки та як здійснюється цей газорідний обмін буде залежить швидкість витрачання ресурсу моторних олив, в основу якого покладено термін зберігання у певних межах основних експлуатаційних показників: кінематичної в'язкості, індексу в'язкості, лужного та кислотного числа. Інтенсивність протікання позначеного газорідного обміну буде визначатися кількістю відпрацьованих газів, що прориваються через трибоз'єднання «кільце – циліндр», часом активної взаємодії з оливою та ефективністю відведення картерних газів системою вентиляції.

**Аналіз публікацій та постановка мети досліджень.** Дослідженню протизносних, протизадирних, антифрикційних, антиокисних, протипітингових властивостей моторних олив приділяється більш розповсюджена увага дослідників, при цьому використовується як стандартна методика, наприклад, [1, 2] так й інші науково обгрунтовані критерії, наприклад, [3]. Однак така складова впливу, як натурне середовище картерних газів ДВЗ при цьому не враховується. Оскільки рядова експлуатація, наприклад, автомобільних ДВЗ, досить довготривала, то здійснювати збір та обробку даних відносно змін експлуатаційних показників моторних олив за їх розгорнутим рекомендованим часом роботи для корегування термінів заміни досить важко та потребує багато роботи, але має місце [4-7]. При цьому досить важливою складовою результатів досліджень є те, з яким витрачанням ресурсу циліндропоршневої групи ДВЗ використовувались дослідні зразки, що на цей час не враховується. Як правило, оцінювались проби олив на

протязі експлуатації та на її завершальному етапі. Цей факт наштовхує на доцільність проведення досліджень, спрямованих на моделювання газорідного обміну в скорочені терміни, що дасть можливість відокремлено визначати вплив динаміки газорідного обміну на хімотологічний стан моторних олиव та враховувати це при розробці рекомендацій щодо заміни олив для ДВЗ, що мають витрату ресурсу до ремонту, наприклад, 50%, 75% та 90%.

Так у роботі [8] запропоновано до використання комплексний критерій оцінки стану моторної оливи у вигляді (1) та виконано перевірку характеру його прояву у відповідності з запозиченими експериментальними даними.

$$E_M = \frac{\gamma_{100}^h \cdot TBN}{\gamma_{100}^r \cdot TAN} = f(\pi_k^m), \quad (1)$$

де  $\gamma_{100}^h$ ,  $\gamma_{100}^r$  – номінальне і поточне значення кінематичної в'язкості,  $\text{мм}^2 \cdot \text{с}^{-1}$ ; лужне число  $TBN$ , мг КОН/г; кислотне число  $TAN$ , мг КОН/г.

При цьому позначено, що врахування критерію  $E_M$  дозволить отримати математичні моделі його прояву виду (2) в залежності від напрацювання ДВЗ, тобто представляється можливість отримати закономірності «старіння» моторних олив. А для цього необхідно виконати наступне. По-перше, отримати зразки олив, що взаємодіяли з картерними газами реального за технічним станом ДВЗ (характерний стан до часу експлуатації за зносом циліндропоршневої групи) на відповідних режимах його роботи. По-друге, отримати значення параметрів, що входять до виразу (1).

$$E_M = f\left(\frac{t \cdot n \cdot p_0}{p_k}\right), \quad (2)$$

де  $t$  – час взаємодії (час газорідного обміну), хв;  $n$  – частота обертів колінчастого валу ДВЗ,  $\text{хв}^{-1}$ ;  $p_0$  – розрідження на впуску, Па;  $p_k$  – тиск картерних газів, Па.

**Метою роботи** є фізичне моделювання процесу взаємодії середовища картерних газів з мірними об'ємами мінеральної, напівсинтетичної та синтетичної моторної оливи для визначення впливу часу газорідного обміну на зміну їх в'язкості, лужного та кислотного числа з урахуванням триботехнічного стану циліндропоршневої групи бензинового двигуна. Основне допущене обмеження моделювання – неврахування процесів прояву за часом функціональності олив в трибоз'єднаннях механізмів двигуна. Тобто, без врахування поточних експлуатаційних втрат властивостей пакетів присадок.

**Методика проведення досліджень.** Для проведення досліджень використовувались три бензинових двигуна ВАЗ-2101 робочим об'ємом  $1300 \text{ см}^3$ , один зі стаціонарного навантажувального стенду, двоє інших, які експлуатуються у складі автомобілів ВАЗ-21063 з пробігом 134220 км і 157380 км. Середній тиск на такті стиску (компресія)  $p_{\text{ц}}$  на час дослідів для них склав  $10,2 \text{ кгс/см}^2$ ,  $9,5 \text{ кгс/см}^2$ ,  $9,0 \text{ кгс/см}^2$ .

Для моделювання газорідного обміну між картерними газами та оливами використовувався патрубок системи вентиляції картера 1, до іншого кінця якого приєдналися патрубки меншого діаметру 2. Кінці цих патрубків опускалися у скляні ємності 3 з мірними об'ємами моторних олив 4 (рис. 1). При цьому оливи попередньо розігрівалися до температури  $65\text{-}70^\circ\text{C}$ . Об'єми олив складали від  $130 \text{ см}^3$  до  $150$

см<sup>3</sup>. Час газорідного обміну на даному етапі досліджень задавався  $t_1 = 2,25$  хв і  $t_2 = 4,5$  хв.

Для дослідів використовувались моторні оливи з вихідними показниками, які наведено у таблиці 1.

Таблиця 1

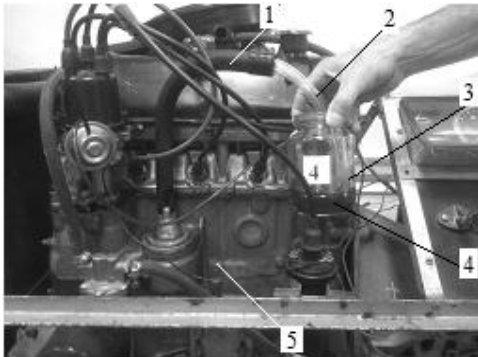
### Вихідні експлуатаційні показники моторних олив

Моторна олива	Експлуатаційний показник			
	В'язкість $\nu_{100}$ , мм <sup>2</sup> ·с <sup>-1</sup>	В'язкість $\nu_{40}$ , мм <sup>2</sup> ·с <sup>-1</sup>	Лужне число TBN, мг KOH/г	Кислотне число TAN, мг KOH/г
AZMOL 15W40 CI-4/SL	14,96	106,7	10,17	2,64
EVO 10W40 SM/CF	12,61	85,19	8,32	2,5
EVO 5W40 SN/CF	13,74	82,32	9,18	2,65

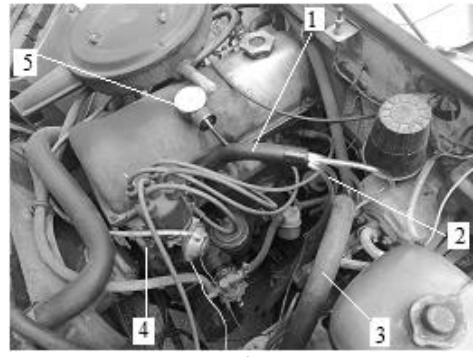
Режими роботи двигунів:

– для двигуна навантажувального стенду частота обертання колінчастого вала змінювалась від 1000 хв<sup>-1</sup> до 3500 хв<sup>-1</sup>, тобто динамічний режим, оскільки тиску картерних газів на частоті обертів холостого ходу не вистачало для виходу газів через об'єм оливи;

– двигуни у складі автомобілів – 950 хв<sup>-1</sup> (технічний стан двигунів забезпечував тиск картерних газів, які вільно проходили через мірні об'єми оливи).



а



б

Рис. 1. Елементи фізичного моделювання газорідного обміну: а – двигун VAZ-2101 навантажувального стенду: 1 – патрубок вентиляції картера; 2 – додаткові патрубки; 3 – скляна ємність; 4 – моторна олива; 5 – блок циліндрів; б – двигун VAZ-2101 автомобіля VAZ-21063: 1 – патрубок вентиляції картера; 2 – додаткові патрубки; 3 – шланг вентиляції картера, що виведений під днище автомобіля; 4 – блок циліндрів; 5 – манометр вимірювання тиску картерних газів

Поточні значення експлуатаційних показників (кінематична в'язкість при 100°C і 40°C, лужне та кислотне число) для дослідних зразків оливи визначалися за стандартними методиками.

Обробка та побудування графічних залежностей зміни наведених показників від триботехнічного стану циліндропоршневої групи здійснювалась за допомогою

Microsoft Office Excel. Оцінка результатів здійснювалась за достовірність апроксимації  $R^2$ , яка для всіх побудованих залежностей складала  $R^2 > 0,7$ .

**Результати дослідження та їх обговорення.** Розподіл значень визначених експлуатаційних показників наведено на рис. 2-5. Аналіз отриманих даних вказує на наступне.

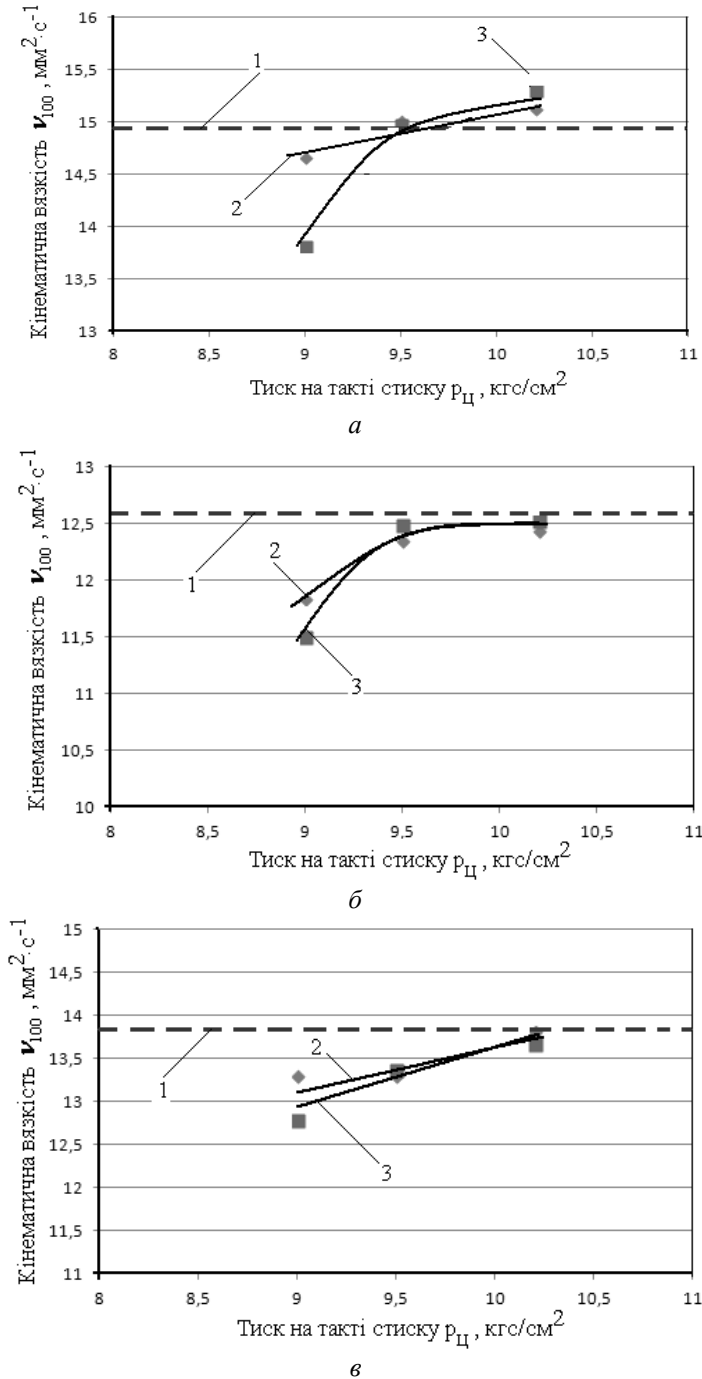
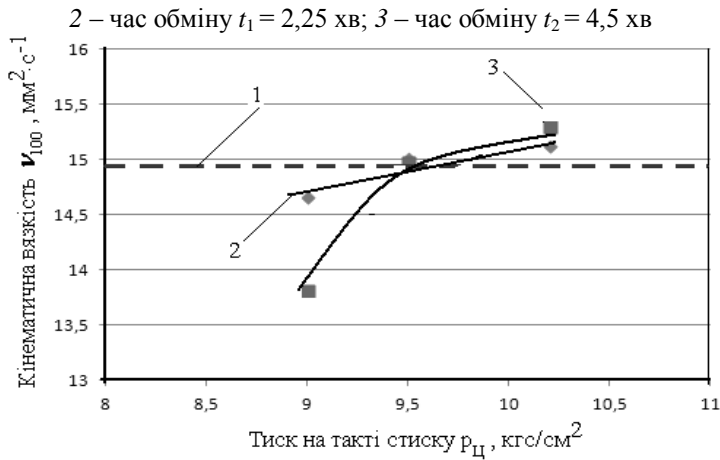
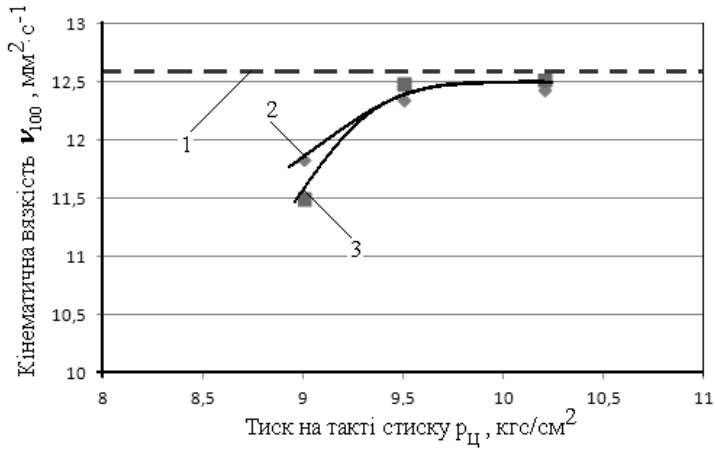


Рис. 2. Вплив картерних газів на кінематичну в'язкість при 100°C моторних олів мірних об'ємів: а – олива 15W40,  $R_2^2 = 0,85$ ,  $R_3^2 = 0,84$ ; б – олива 10W40,  $R_2^2 = 0,78$ ,

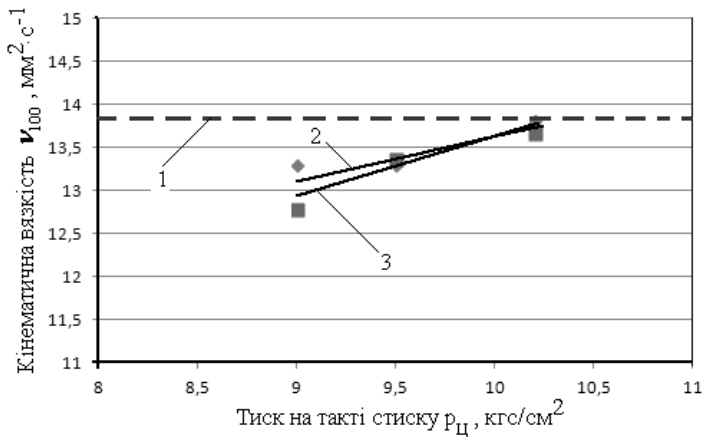
$R_3^2 = 0,72$ ;  $\nu$  – олива 5W40,  $R_2^2 = 0,82$ ,  $R_3^2 = 0,92$ ; 1 – значення без дії картерних газів;



a



б

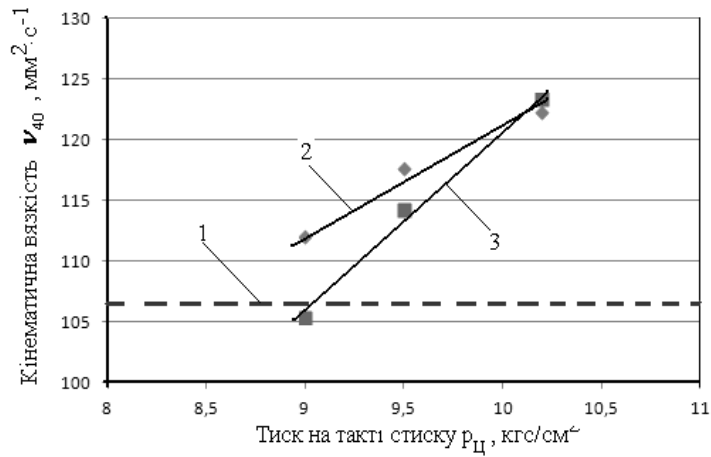


в

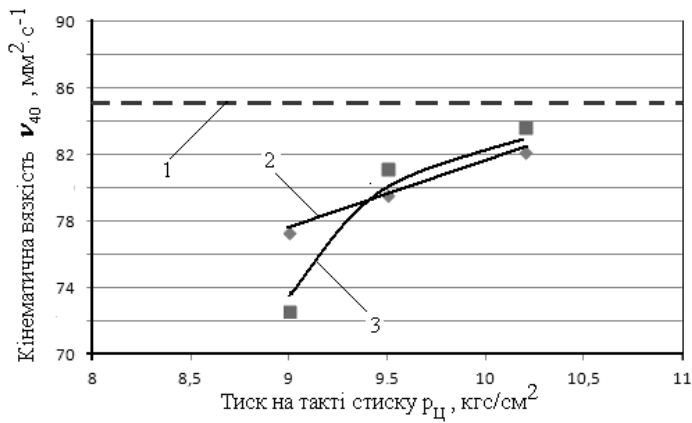
Рис. 2. Вплив картерних газів на кінематичну в'язкість при  $100^\circ\text{C}$  моторних олів мірних об'ємів: а – олива 15W40,  $R_2^2 = 0,85$ ,  $R_3^2 = 0,84$ ; б – олива 10W40,  $R_2^2 = 0,78$ ,

$R_3^2 = 0,72$ ; в – олива 5W40,  $R_2^2 = 0,82$ ,  $R_3^2 = 0,92$ ; 1 – значення без дії картерних газів;

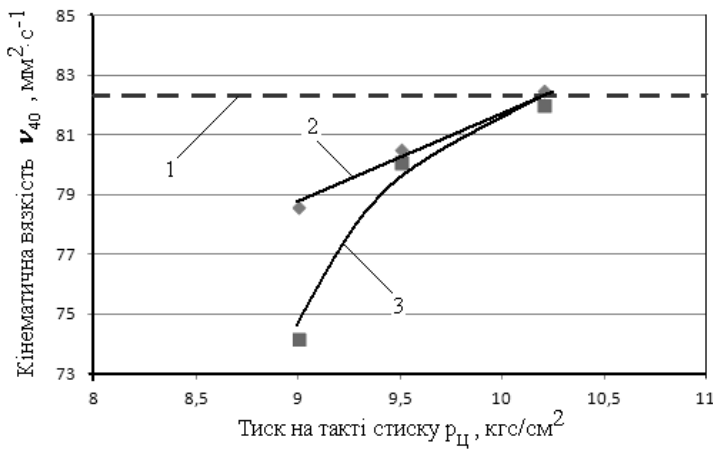
2 – час обміну  $t_1 = 2,25$  хв; 3 – час обміну  $t_2 = 4,5$  хв



a



б



в

Рис. 3. Вплив картерних газів на кінематичну в'язкість при 40°C моторних олив мірних об'ємів: а – олива 15W40,  $R_2^2 = 0,97$ ,  $R_3^2 = 0,99$ ; б – олива 10W40,  $R_2^2 = 0,99$ ,  $R_3^2 = 0,84$ ; в – олива 5W40,  $R_2^2 = 0,99$ ,  $R_3^2 = 0,86$ ; 1 – значення без дії картерних газів; 2 – час обміну  $t_1 = 2,25$  хв; 3 – час обміну  $t_2 = 4,5$  хв

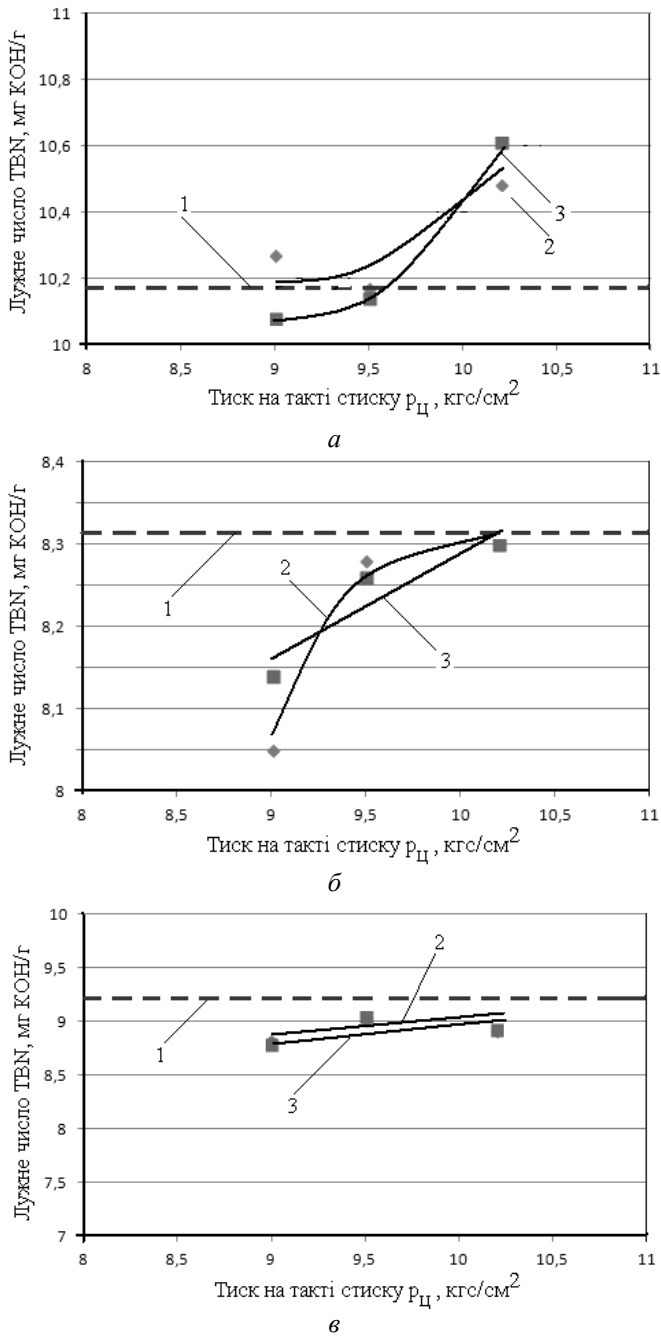


Рис. 4. Вплив картерних газів на лужне число моторних оливо мірних об'ємів:  
 а – олива 15W40,  $R_2^2 = 0,74$ ,  $R_3^2 = 0,89$ ; б – олива 10W40,  $R_2^2 = 0,73$ ,  $R_3^2 = 0,86$ ;  
 в – олива 5W40,  $R_2^2 = 0,73$ ,  $R_3^2 = 0,9$ ; 1 – значення без дії картерних газів; 2 – час обміну  
 $t_1 = 2,25$  хв; 3 – час обміну  $t_2 = 4,5$  хв

Натурне фізичне моделювання газорідного обміну мірних об'ємів моторних оливо зумовило зміни їх експлуатаційних показників. При цьому обраний час моделювання взаємодії оливо з картерними газами з кратністю два рази вказав на неодно-

значну картину характеру зміни показників стосовно олиив з різними основами на фоні зменшення компресії у циліндрах.

Більша відмінність проявилась для двигуна з компресією  $p_{ц} < 9,5$  кгс/см<sup>2</sup>. При  $p_{ц} = 9,0$  кгс/см<sup>2</sup> більший час газорідного обміну визначив зменшення кінематичної в'язкості всіх олиив при 100°C на 3-6% відносно часу  $t_1 = 2,25$  хв та на 6-9% відносно номінального значення. Більший вплив був характерний для олиив AZMOL 15W40.

Спостерігається неоднозначна зміна кінематичної в'язкості олиив при 40°C. Для олиив EVO 10W40 і EVO 5W40 закономірності зменшення в'язкості за характером ідентичні. Характер зменшення в'язкості олиив до  $p_{ц} = 9,5$  кгс/см<sup>2</sup> за часом випробувань  $t_1$  і  $t_2$  за не відрізняється один від одного. Проте як при наближені до  $p_{ц} = 9,0$  кгс/см<sup>2</sup> більший час обміну приводить до суттєвого зменшення в'язкості, тобто лінії графічних залежностей розходяться. При цьому більше зменшення в'язкості відносно вихідних значень властиво олииві EVO 10W40 і складає 8,5% та 13% (лінії 2, 3 рис. 3, б). Для олиив AZMOL 15W40 картина інакша. В'язкість олиив при  $p_{ц} = 9,0$  кгс/см<sup>2</sup> за часом  $t_2 = 4,5$  хв відносно номінального значення не відрізняється, а при  $t_2 = 2,25$  хв збільшена на 7-8%. Але при компресії  $p_{ц} = 10,2$  кгс/см<sup>2</sup> має місце збільшення в'язкості на 13-14%. Це вказує на особливості протікання хімічних реакцій та фізичних процесів в мірних об'ємах мінеральної олиив AZMOL 15W40.

Однозначність прояву закономірностей зміни лужного та кислотних чисел має місце для олиив EVO 10W40 і EVO 5W40 з суттєвою відмінністю від олиив AZMOL 15W40. Для олиив EVO 10W40 і EVO 5W40 при компресії  $p_{ц} = 10,2$  кгс/см<sup>2</sup> не має практичних змін значень лужного числа не спостерігається. Тобто можливо вважати, що суттєвого впливу на зміну лужного числа картерні гази при трибологічному стану циліндропоршневої групи двигунів з компресією  $p_{ц} > 10,2$  кгс/см<sup>2</sup> для цих олиив практично не мають. При зменшені компресії зменшення лужного числа для олиив EVO 5W40 складає від 2% до 4,5% за часом випробувань  $t_1$  і  $t_2$ . Для олиив EVO 5W40 максимальне зменшене значення лужного числа склало 6,5%. Інакше проявило себе лужне число олиив AZMOL 15W40. При компресії  $p_{ц} = 10,2$  кгс/см<sup>2</sup> лужне число збільшилось на 3,8%, при цьому у подальшому при збільшенні концентрації картерних газів зменшувалось до вихідного значення практично не залежно від часу обміну. Кислотне число олиив 15W40 в інтервалі компресій від  $p_{ц} = 10,2$  кгс/см<sup>2</sup> до  $p_{ц} = 9,5$  кгс/см<sup>2</sup> не змінювалось, тобто олиива за цим показником була стабільна. Але при  $p_{ц} < 9,5$  кгс/см<sup>2</sup> спостерігається різке збільшення кислотного числа до 40%.

Кислотне число для олиив EVO 10W40 і EVO 5W40 зі зменшенням компресії збільшувалось. При цьому для олиив EVO 5W40 при  $p_{ц} = 10,2 \pm 0,5$  кгс/см<sup>2</sup> кислотне число майже не відрізнялось від вихідного значення, що вказує на деяку стабільність олиив. Таке саме спостерігається і для олиив EVO 10W40, але при меншому часу газорідного обміну (лінія 2 рис. 5, б). У подальшому, при зменшені компресії від  $p_{ц} = 9,5$  кгс/см<sup>2</sup> до  $p_{ц} = 9,5$  кгс/см<sup>2</sup> збільшення кислотного числа для олиив EVO 10W40 і EVO 5W40 складає в 1,4 і 1,7 разів.

На підставі отриманих даних з рис. 2-5 за виразом (1) та часом газорідного обміну  $t_2 = 4,5$  хв визначені значення комплексного критерію  $E_m$ , графічний вигляд закономірностей його зміни наведено на рис. 6. При цьому також наведено межі полів змін критерію  $E_m$ . Верхня межа значень критерію визначалась на підставі даних таблиці 1. Нижня межа визначалась з урахуванням максимального зменшення



кінематичної в'язкості оливи при 100°C до 10%, зменшення лужного числа на 25% [4], збільшення кислотного числа на 25% [9].

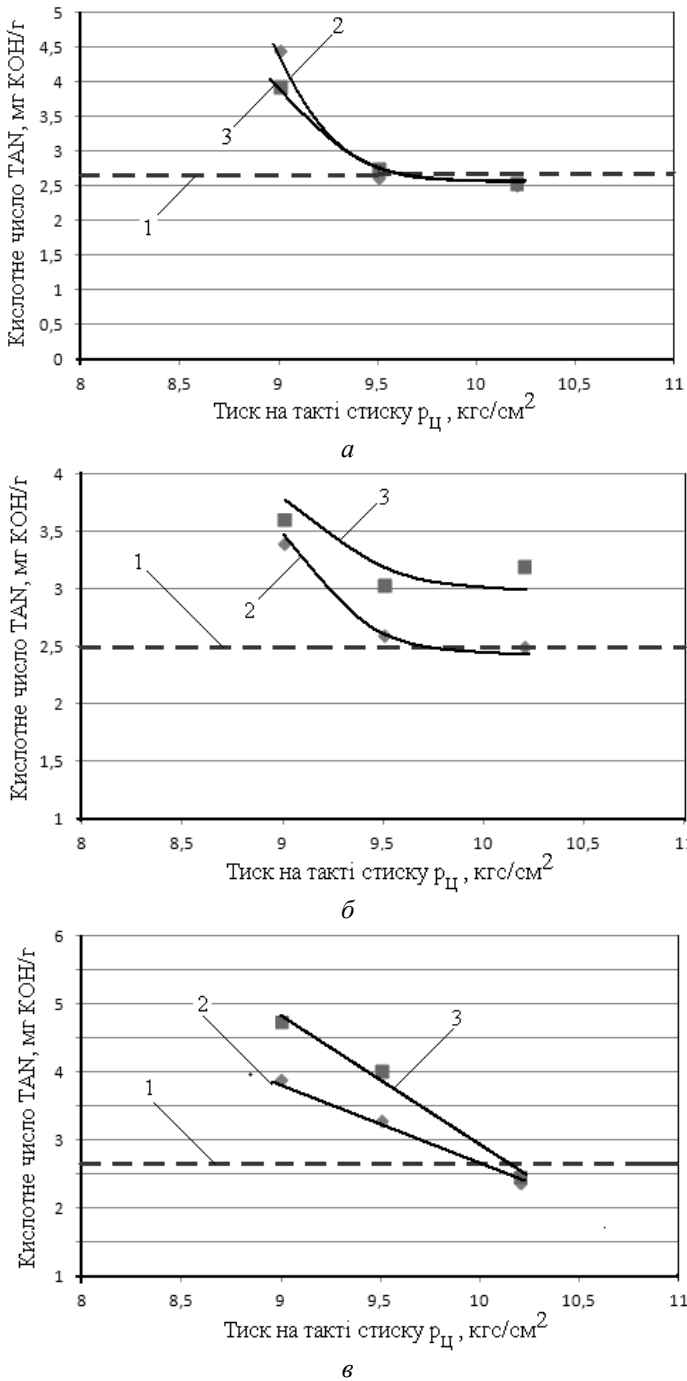


Рис. 5. Вплив картерних газів на кислотне число моторних оливи мірних об'ємів: а – олива 15W40,  $R_2^2 = 0,78$ ,  $R_3^2 = 0,78$ ; б – олива 10W40,  $R_2^2 = 0,75$ ,  $R_3^2 = 0,83$ ;

в – олива 5W40,  $R_2^2 = 0,99$ ,  $R_3^2 = 0,98$ ; 1 – значення без дії картерних газів;

2 – час обміну  $t_1 = 2,25$  хв; 3 – час обміну  $t_2 = 4,5$  хв

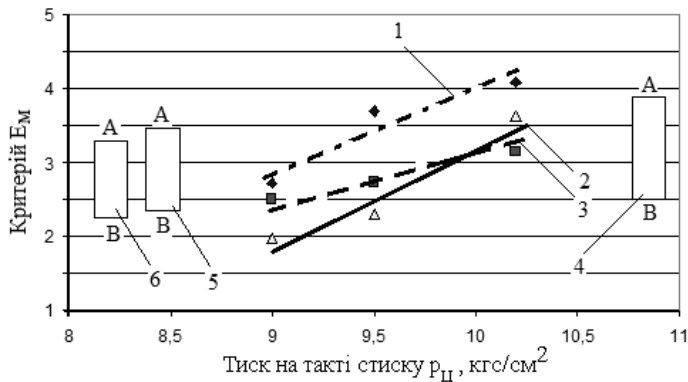


Рис. 6. Вплив картерних газів на критерій оцінки стану моторних олив мірних об'ємів: 1 – олива 15W40,  $R_1^2 = 0,88$ ; 2 – олива 5W40,  $R_2^2 = 0,94$ ; 3 – олива 10W40,  $R_3^2 = 0,99$ ; 4 – поле верхньої (вихідної) А і нижньої В межі (граничної) значень критерію для оливи 15W40; 5 – поле меж для оливи 5W40; 6 – поле меж для оливи 10W40

Аналіз отриманих даних на рис. 6 вказує на наступне. Найбільший значимий вплив картерних газів здійснюється на синтетичну оливу 5W40. Ця олива найменше протидіє впливам концентрацій картерних газів зі збільшенням зносу циліндропоршневої групи двигуна і впевнено наближається до втрати експлуатаційних властивостей при компресії в циліндрах вже при  $p_{ц} = 9,5$  кгс/см<sup>2</sup>. При подальшому зменшенні компресії поле розрахункових значень критерію  $E_m$  знаходиться вище лінії графіка 2. Мінеральна олива 15W40 та напівсинтетична олива 10W40 більше протидіють впливу концентрацій картерних газів, які визначаються більшим зносом циліндропоршневої групи ДВЗ. Для них ще мається запас експлуатаційних властивостей за розрахунковими значеннями критерію  $E_m$ . Для напівсинтетичної оливи залишається  $\approx 20\%$  поля значень критерію  $E_m$  до граничної межі. Для мінеральної оливи залишається  $\approx 28\%$  поля значень критерію  $E_m$  до граничної межі.

**Висновки.** Запропоновані методичні підходи дали можливість отримати закономірності зміни експлуатаційних показників моторних олив при фізичному моделюванні газорідинного обміну між їх мірними об'ємами та картерними газами відповідних концентрацій, які визначались триботехнічним станом циліндропоршневої групи бензинового двигуна. Попередньо встановлено, що за проявами характеру змін окремих експлуатаційних показників оливи 15W40 та 5W40 схожі між собою, і відрізняються від оливи 10W40. Попередньо визначено, що досліджувані оливи за запропонованим критерієм по втраті експлуатаційних властивостей можуть бути розставлені у наступній послідовності: 5W40; 10W40; 15W40. Напрямом подальших досліджень слід вважати встановлення закономірностей зміни критерію  $E_m$  у відповідності з виразом (2), а також визначення впливу хімотологічного стану олив отриманих мірних об'ємів на характеристики тертя та зношування у модельних зразках матеріалів деталей групи колінчастого валу двигуна.

### Список літератури

1. ГОСТ 9490-75. Материалы смазочные жидкие и пластичные. Метод определения трибологических характеристик на четырехшариковой машине (с Изменениями N 1-4). <http://docs.cntd.ru/document/1200007891>.

2. ГОСТ 20457-75. Масла моторные. Метод оценки антиокислительных свойств на установке ИКМ (с Изменениями N 1, 2). <http://docs.cntd.ru/document/1200008564>.

3. Войтов В. А., Сысенко И. И., Кравцов А. Г. Критерий оценки качества моторного масла для двухтактных двигателей внутреннего сгорания. Проблемы трибологии (Problems of Tribology) 2014. № 2. [file:///C:/Users/User/Downloads/Ptl\\_2014\\_2\\_7.pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/Ptl_2014_2_7.pdf).

4. Корнеев С. В., Пашукевич, А. С. Савоськин, Ширлин И. И. Изменение характеристик моторного масла при эксплуатации двигателей автобусного парка г. Омска. Вестник СибАДИ, 2017. Вып. 2 (54). С. 66–70.

5. Наглюк И. С. Оценка качества моторных масел при эксплуатации легковых автомобилей. Автомобильный транспорт. 2011. Вып. 29. С. 184–186.

6. Єфіменко В., Кустовська А., Єфіменко О., Отаманенко Н. Визначення зміни основних показників якості моторної оливи CASTROL MAGNETEC SAE 5W-30 в процесі експлуатації. [http://ena.lp.edu.ua:8080/bitstream/ntb/51940/2/2018\\_Yefymenko\\_V-Vyznachennia\\_zminy\\_osnovnykh\\_294-297.pdf](http://ena.lp.edu.ua:8080/bitstream/ntb/51940/2/2018_Yefymenko_V-Vyznachennia_zminy_osnovnykh_294-297.pdf).

7. Корчак Б. О., Гринчишин О. Б., Червінський Т. І. Зміна складу та властивостей мінеральної моторної оливи після її експлуатації. Науковий вісник НЛТУ України, 2017. Т. 27. № 6. С. 93–97.

8. Кубич В. И., Чернета О. Г. Комплексный критерий оценки эксплуатационного состояния моторного масла. / Сучасні енергетичні установки на транспорті, технології та обладнання для їх обслуговування: СЕУТТОО-2020 : матеріали 11-ї міжнар. наук.-практ. конф., м. Херсон, 8–10 верес. 2019 р. Херсон : Херсонська державна морська академія, 2016. С. 46–50.

9. Корнеев С. В., Дорошено Н. В., Ширлин И. И., Дорошенко С. В., Ситников А.В., Сенникова О. В. Корректирование сроков замены моторных масел при эксплуатации техники в условиях холодного климата на ОАО «СУРГУТНЕФТЕГАЗ». Вестник СибАДИ, 2009. Вып. 1 (11). С. 17–21.

Поступила в редакцію 19.11.2020.

**Кубіч Вадим Іванович** – к.т.н., доцент, доцент кафедри «Автомобілі» Національного університету «Запорізька політехніка», [schmirung@gmail.com](mailto:schmirung@gmail.com).

**Чернета Олег Георгійович** – к.т.н., доцент, доцент кафедри автомобілів і автомобільного господарства Дніпровського державного технічного університету, м. Кам'янське, Україна, [ocherneta@gmail.com](mailto:ocherneta@gmail.com).

**Дрібас Дмитро Едуардович** – здобувач вищої освіти за ступеням «магістр» кафедри «Двигуни внутрішнього згорання» Національного університету «Запорізька політехніка», [magnum355514@gmail.com](mailto:magnum355514@gmail.com).

V. I. KUBICH, O. G. CHERNETA, D. E. DRIBAS

## PERFORMANCE INDICATORS OF MOTOR OILS IN SIMULATION OF INTERACTION WITH CRANKCASE PHASES OF INTERNAL COMBUSTION ENGINES

The results of physical modeling of the process of interaction of the natural environment of crankcase gases with measured volumes of motor oils AZMOL 15W40 CI-4 / SL, EVO 10W40 SM / CF, EVO 5W40 SN / CF are given, on the basis of which regularities of change of their kinematic viscosity, alkaline and acid numbers taking into account changes in gas-liquid exchange time and tribotechnical condition of the cylinder-piston group of the VAZ 2101 gasoline engine. Three VAZ-2101 gasoline engines with a displacement of 1300 cm<sup>3</sup> were used, for which the average pressure at 10,2 kgf / cm<sup>2</sup>, 9.5 kgf / cm<sup>2</sup>, 9.0 kgf / cm<sup>2</sup>. It was found that the gas-liquid exchange reduced the kinematic viscosity of oils at 100 °C by 3-6% relative to the time  $t_1 = 2.25$  min, and by 6-19% relative to the nominal value. A greater impact was characteristic of AZMOL 15W40 oil. There is an ambiguity in the manifestation of the patterns of change of alkaline and acid numbers occurs for oils EVO 10W40 and EVO 5W40 with a significant difference from the oil AZMOL 15W40. It is established that crankcase gases in the tribological state of the cylinder-piston group of engines with pc compression > 10.2 kgf / cm<sup>2</sup> on EVO 10W40 and EVO 5W40 oils have practically no significant effect on the change of alkaline number. As an application of the obtained results, the values of the previously proposed comprehensive criterion for assessing the operational condition of the marked oils are calculated and the regularities of its change under the conditions of accelerated tests are constructed. It is determined that. The greatest influence on the reduction of the criterion corresponds to the synthetic oil 5W40, for which greater wear of the cylinder-piston group confidently brings the oil closer to the loss of performance. For mineral oil 15W40 and semi-synthetic 10W40 with greater wear of the cylinder-piston group there is still a margin of performance, and mineral oil is greater.

**Key words:** engine oil, crankcase gases, kinematic viscosity, alkaline number, acid number

### References

1. GOST 9490-75. Materialy smazochnyye zhidkie i plastichnyye. Metod opredeleniya tribologicheskikh harakteristik na chetyrehsharikovoy mashine (s Izmeneniyami N 1-4). <http://docs.cntd.ru/document/1200007891>.
2. GOST 20457-75. Masla motornyye. Metod ocenki antiokislitelnykh svoystv na ustanovke IKM (s Izmeneniyami N 1, 2). <http://docs.cntd.ru/document/1200008564>.
3. Vojtov V. A., Sysenko I. I., Kravcov A. G. Kriterij ocenki kachestva motornogo masla dlya dvuhaktnykh dvigatelej vnutrennego sgoraniya. Problemi tribologiyi (Problems of Tribology) 2014. № 2. [file:///C:/Users/User/Downloads/Ptl\\_2014\\_2\\_7.pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/Ptl_2014_2_7.pdf).
4. Korneev S. V., Pashukevich, A. S. Savoskin, Shirin I. I. Izmenenie harakteristik motornogo masla pri ekspluatatsii dvigatelej avtobusnogo parka g. Omska. Vestnik SibADI, 2017. Vyp. 2 (54). S. 66–70.
5. Naglyuk I. S. Ocenka kachestva motornykh masel pri ekspluatatsii legkovykh avtomobilej. Avtomobilnyj transport. 2011. Vyp. 29. S. 184–186.
6. Yefimenko V., Kustovska A., Yefimenko O., Otamanenko N. Vyznachennya zmini osnovnykh pokaznikov yakosti motornoyi olivi SASTROL MAGNETEC SAE 5W-30 v procesi ekspluatatsiyi. [http://ena.lp.edu.ua:8080/bitstream/ntb/51940/2/2018\\_Yefymenko\\_V-Vyznachennia\\_zminy\\_osnovnykh\\_294-297.pdf](http://ena.lp.edu.ua:8080/bitstream/ntb/51940/2/2018_Yefymenko_V-Vyznachennia_zminy_osnovnykh_294-297.pdf).
7. Korchak B. O., Grinchishin O. B., Chervinskij T. I. Zmina skladu ta vlastivostej mineralnoy motornoyi olivi pislya yiyi ekspluatatsiyi. Naukovij visnik NLTU Ukrayini, 2017. T. 27. № 6. S. 93–97.
8. Kubich V. I., Chemeta O. G. Kompleksnyj kriterij ocenki ekspluatacionnogo sostoyaniya motornogo masla. / Suchasni energetichni ustanovki na transporti, tehnologiyi ta obladnannya dlya yih obslugovuvannya: SEUTTOO-2020 : materialy 11-yi mizhnar. nauk.-prakt. konf., m. Herson, 8–10 veres. 2019 r. Herson : Hersonska derzhavna morskakademiya, 2016. S. 46–50.
9. Korneev S. V., Doroshenko N. V., Shirin I. I., Doroshenko S. V., Sitnikov A.V., Sennikova O. V. Korrektsionne srokovy zameny motornykh masel pri ekspluatatsii tehniki v usloviyah holodnogo klimata na OAO «SURGUTNEFTEGAZ». Vestnik SibADI, 2009. Vyp. 1 (11). S. 17–21.