

А. І. Криворот, Є. А. Васильєв, О. С. Васильєв, Г. Ф. Дураченко

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», Полтава, Україна

ВПЛИВ ВИДУ МОТОРНОГО ПАЛИВА ТА ШВИДКІСНИХ РЕЖИМІВ РУХУ НА КОЕФІЦІЄНТ НАВАНТАЖЕННЯ ДВИГУНА АВТОМОБІЛЯ КАТЕГОРІЇ M1

Анотація. **Актуальність.** Сучасний розвиток автомобільного транспорту характеризується масовим переходом на альтернативні види палива, зокрема зріджений нафтовий газ (LPG), через його економічність та екологічність. Проте більшість існуючих досліджень зосереджені на загальних показниках паливної економічності, тоді як вплив виду палива на коефіцієнт навантаження двигуна (k_H) в умовах реальної експлуатації та при різних швидкісних режимах залишається недостатньо вивченим. Розуміння цих процесів є критично важливим для оптимізації роботи двигуна та підвищення його ресурсу. **Об'єкт дослідження.** Легковий автомобіль категорії M1 (Mitsubishi Lancer IX з двигуном 4G18), оснащений системою газобалонного обладнання (ГБО) четвертого покоління STAG 200 Go-Fast. **Мета статті.** Експериментальне дослідження та кількісна оцінка впливу виду моторного палива (бензин А-95 та LPG) і швидкості усталеного руху на коефіцієнт навантаження двигуна внутрішнього згоряння в реальних дорожніх умовах. **Результати дослідження.** В ході експериментів на швидкостях 40, 60 та 80 км/год було встановлено, що використання LPG призводить до підвищення коефіцієнта навантаження двигуна на 11–13% порівняно з бензином А-95. Це пояснюється необхідністю компенсації зниження ефективної потужності (на 3–10%) через нижчу об'ємну енергоємність газоповітряної суміші. За допомогою математико-статистичного аналізу побудовано регресійну модель, яка описує залежність навантаження від швидкості та виду палива. Визначено, що зона мінімального відсоткового навантаження для обох видів палива знаходиться в межах швидкостей 55–60 км/год. **Висновки.** Доведено, що робота двигуна на газовому паливі супроводжується вищим рівнем відносного навантаження, що підвищує термічну та механічну напруженість його деталей. Для оптимізації експлуатації автомобілів з ГБО рекомендовано підтримувати швидкісний режим у зоні 55–60 км/год на четвертій передачі, що забезпечує найвищу ефективність роботи силової установки. Результати дослідження можуть бути використані для вдосконалення алгоритмів роботи електронних блоків керування ГБО.

Ключові слова: коефіцієнт навантаження ДВЗ, LPG, бензин, усталений рух, газобалонне обладнання, експлуатаційні показники, Mitsubishi Lancer IX.

Вступ

Сучасний розвиток автомобільного транспорту характеризується зростанням вимог до паливної економічності та екологічних показників [1]. Автомобілі категорії M1, що становлять найбільшу частку парку легкових транспортних засобів, переважно експлуатуються в режимах часткових навантажень двигуна внутрішнього згоряння (ДВЗ), особливо в умовах міського руху [2, 3]. Використання газових моторних палив (LPG та CNG) набуло широкого поширення завдяки їх економічним перевагам та меншому негативному впливу на навколишнє середовище [1]. Зокрема, в Україні частка легкових автомобілів, переобладнаних для роботи на зрідженому нафтовому газі (LPG), оцінюється як одна з найвищих у Європі [4].

Встановлення газобалонного обладнання (ГБО) четвертого покоління, що забезпечує послідовне фазоване впорскування газу, змінює умови роботи ДВЗ, що може впливати на його навантажувальні характеристики. Для кількісної оцінки ступеня використання ефективної потужності ДВЗ застосовується коефіцієнт навантаження двигуна k_H , який є узагальнюючою характеристикою роботи силової установки [1, 2, 5]. Актуальність роботи обумовлена необхідністю комплексного дослідження впливу виду палива та швидкісних режимів руху на цей ключовий експлуатаційний показник в умовах реальної експлуатації, оскільки такі дослідження в існуючій літературі обмежені [5].

Постановка проблеми. Сучасний етап розвитку автомобільного транспорту характеризується

стійкою тенденцією до посилення вимог щодо паливної економічності та екологічної безпеки транспортних засобів. Особливої актуальності ці питання набувають в умовах міської експлуатації, де зосереджена найбільша кількість легкових автомобілів категорії M1 [1, 6]. Аналіз режимів роботи двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ) таких автомобілів свідчить, що більшу частину часу вони функціонують в умовах часткових навантажень, які суттєво відрізняються від номінальних параметрів, закладених при їх проектуванні [1, 2].

Одним із ключових інтегральних показників, що характеризує ефективність використання енергетичного потенціалу силової установки в реальних умовах руху, є коефіцієнт навантаження ДВЗ. Його значення визначається сукупним впливом багатьох чинників: конструктивними параметрами транспортного засобу, дорожніми умовами, швидкісним режимом та, що вкрай важливо, фізико-хімічними властивостями використовуваного палива [1, 5]. Зміна характеристик палива безпосередньо впливає на процеси сумішоутворення, швидкість згоряння паливно-повітряної суміші та, як наслідок, на навантажувальні характеристики двигуна [7].

В останні десятиліття, з огляду на економічну доцільність та екологічні чинники, широкого поширення набули газові моторні палива, зокрема зріджений нафтовий газ (LPG) та стиснений природний газ (CNG) [8]. В Україні частка легкових автомобілів категорії M1, переобладнаних для роботи на LPG, за різними оцінками становить від 25 до 35 %, що є одним із найвищих показників у Європі [8]. Використання

газу дозволяє знизити викиди оксиду вуглецю, вуглеводнів та твердих частинок, що є критично важливим для міського середовища [4].

Проте перехід з бензину на газове паливо змінює умови протікання робочих процесів у циліндрах. Газоподібне паливо має вище октанове число, що дозволяє уникнути детонації, але водночас воно витісняє частину повітря з впускного колектора, що може призводити до зниження ефективної потужності на 3–10 % [5]. Для мінімізації цих негативних ефектів сучасні автомобілі оснащуються системами газобалонного обладнання (ГБО) четвертого покоління, які забезпечують послідовне фазоване впорскування газу, максимально наближене до алгоритмів роботи штатних бензинових систем.

Незважаючи на значну кількість наукових праць, присвячених оцінці паливної економічності та токсичності відпрацьованих газів при роботі на альтернативних паливах, питання впливу виду палива на відсоткове навантаження двигуна в режимах усталеного руху залишається висвітленим недостатньо [5, 6]. Більшість існуючих методик зосереджена на загальних показниках експлуатації, тоді як кількісна оцінка зміни навантажувальних режимів при переході між бензином та газом на різних швидкостях потребує додаткових експериментальних досліджень.

Актуальність даної проблеми обумовлена необхідністю глибокого розуміння того, як саме змінюється ступінь використання потужності двигуна при сталому русі автомобіля. Це дозволить не тільки оптимізувати налаштування систем паливоподачі, а й надати практичні рекомендації водіям щодо вибору найбільш раціональних швидкісних режимів з точки зору ресурсозбереження та довговічності силової установки. Використання сучасних методів системного аналізу та комп'ютерних технологій статистичної обробки даних дозволяє об'єктивно оцінити ці зміни та виявити закономірності формування навантажувальних режимів ДВЗ [1–3].

Метою роботи є експериментальне дослідження впливу виду палива (бензин А-95 та LPG) та швидкості усталеного руху автомобіля категорії М1 на коефіцієнт навантаження двигуна внутрішнього згорання.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі:

1. Проаналізувати теоретичні передумови формування коефіцієнта навантаження ДВЗ.
2. Обґрунтувати вибір об'єкта дослідження (Mitsubishi Lancer IX) та засобів контролю параметрів (STAG 200 Easy, ELM 327).
3. Розробити та реалізувати план експерименту для визначення відсоткового навантаження ДВЗ в режимах усталеного руху на бензині та LPG.
4. Побудувати та перевірити адекватність математичної моделі залежності відсоткового навантаження ДВЗ від досліджуваних факторів.
5. Сформулювати практичні рекомендації щодо оптимізації експлуатаційних режимів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Ефективність роботи ДВЗ в експлуатаційних умовах визначається комплексом взаємопов'язаних факторів,

серед яких ключове місце займають режими руху транспортного засобу, технічний стан та вид використовуваного моторного палива [1, 2, 5].

Теоретичні основи коефіцієнта навантаження ДВЗ. Коефіцієнт навантаження двигуна k_H визначається співвідношенням ефективної потужності N_e до номінальної потужності $N_{\text{ном}}$ при заданій частоті обертання [1]:

$$k_H = \frac{N_e}{N_{\text{ном}}} \quad (1)$$

Коефіцієнт навантаження k_H є важливим експлуатаційним показником, що відображає ступінь використання потужності [1]. У міських умовах для автомобілів категорії М1, k_H зазвичай становить 0,2–0,5, що вказує на роботу в режимах часткових навантажень. Зі збільшенням k_H покращується паливна економічність, тоді як низькі значення супроводжуються підвищеними відносними втратами [1].

Вплив швидкісних режимів усталеного руху. При усталеному русі навантаження на ДВЗ формується необхідною потужністю для подолання сумарної сили опору руху, яка для рівної дороги дорівнює сумі сил опору коченню F_k та аеродинамічного опору F_a , [1]. Сила аеродинамічного опору зростає пропорційно густині повітря ρ , коефіцієнту аеродинамічного опору C_x , лобовій площі автомобіля A та квадрату швидкості руху автомобіля v , [1]:

$$F_a = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot C_x \cdot A \cdot v^2 \quad (2)$$

Різке зростання F_a призводить до зростання k_H на високих швидкостях [1]. Водночас, на низьких швидкостях паливна економічність погіршується через роботу в зоні підвищених відносних механічних та насосних втрат [2]. Для кожного двигуна існує оптимальний діапазон частот обертання та навантаження, що забезпечує мінімальну питому витрату палива [5].

Вплив виду моторного палива. Фізико-хімічні властивості LPG (газоподібна форма, нижча енергетична густина) призводять до зниження об'ємної ефективності та зменшення максимальної ефективної потужності ДВЗ на 3-10% порівняно з бензином [1, 5]. Ефективна потужність пов'язана з ефективним крутним моментом двигуна M_e та кутовою швидкістю обертання колінчастого вала ω :

$$N_e = \frac{M_e \cdot \omega}{1000} \quad (3)$$

Зниження N_e (LPG) при незмінній потужності, необхідній для руху автомобіля, призводить до зростання k_H [1]. Дослідження підтверджують, що питомо витрата палива на LPG може бути вищою [4]. Сучасне ГБО 4-го покоління, використовуючи сигнали бензинових форсунок, мінімізує вплив зміни палива на навантажувальні режими, проте не усуває його повністю [3, 5].

Таким чином, існує проблема кількісної оцінки та порівняльного аналізу зміни коефіцієнта навантаження ДВЗ автомобіля категорії М1 при переході з бензину на LPG та в умовах різних швидкісних режимів усталеного руху.

Основний матеріал

Об'єктом дослідження обрано легковий автомобіль Mitsubishi Lancer IX (2006 р.в.) з бензиновим двигуном 4G18 (1.6 л, 72 кВт) [9]. Основні технічні характеристики автомобіля наведені в табл. 1.

Таблиця 1 – Технічні характеристики Mitsubishi Lancer IX [9]

Характеристика	Показник
Клас автомобіля	С
ДВЗ:	4G18
Надув	Ні
Розташування ДВЗ	Поперечно з переду
Розташування циліндрів	L4
Клапанів на циліндр	4
Розташування клапанів та розподільчого валу	Верхньоклапанний з верхнім розташуванням розподільчого валу
Система подачі палива	Інжектор, розподільне впорскування палива
Трансмісія: Механічна 5-ти ступенева коробка передач F5M41-1-R7B5	1-а – 3,583 2-а – 1,947 3-я – 1,343 4-а – 0,976 5-а – 0,804 3.х. – 3,416 Г.п. – 4,333
Тип приводу	Передній
Експлуатаційні показники:	
Максимальна швидкість, км / год.	183
Розгін до 100 км / год., сек	11,8
Паливовитрати л на 100 км. (міськ.ц)	8,8
Паливовитрати л на 100 км. (зам. ц.)	5,5
Об'єм паливного баку, л	50
Паливовитрати л на 100 км. (зміш.ц)	6,7
Повна маса, кг	1750

Двигун 4G18 оснащений ГБО четвертого покоління STAG 200 Go-Fast.

Для реєстрації та контролю параметрів використовувались:

– програмне забезпечення STAG 200 Easy для зчитування параметрів роботи ГБО, включаючи параметр "Engine load" $K_{ДВЗ}$, %);

– bluetooth-діагностичний сканер ELM 327 [10] для дублювання та верифікації параметрів через OBD-II інтерфейс;

безконтактний інфрачервоний пірометр GM300H для контролю температурних режимів.

Експерименти проводились на горизонтальній ділянці траси Е-40 (М-03) після повної стабілізації теплових режимів [1, 2].

Перед заїздами контролювалась відсутність сторонніх опорів (шлях вибігу при 60 км/год становив 741,66 м), [1, 2], що підтверджувало справність гальмівної системи.

План експерименту: двофакторний тривірневий план [11].

Фактор Х1.

Вид палива (I).

Рівні: LPG (I=4, код -1),

Змішаний (I=6, код 0),

Бензин А-95 (I=8, код +1).

Фактор Х2.

Швидкість усталеного руху (V, км/год).

Рівні: 40 км/год (код -1),

60 км/год (код 0),

80 км/год (код +1).

Вимірювання відсоткового навантаження ДВЗ ($K_{ДВЗ}$) проводилось на четвертій передачі (передавальне число 0,976) [9], з тривалістю кожного режиму 1 хвилина.

Отримані експериментальні дані (табл. 2) були систематизовані та оброблені методами математико-статистичного аналізу [11, 12]. На основі цих даних було розраховано коефіцієнти регресійного рівняння другого порядку.

Таблиця 2 – Обробка експериментальних даних при роботі ДВЗ досліджуваного автомобіля Mitsubishi Lancer 9 на бензині А-95 PRO

№ до- сліду	Матриця планування (x_i)		Квадрати змінних (x_i^2)		Взаємодія (x_1x_2)	Відсоткове навантаження ДВЗ					
	x_1	x_2	x_1^2	x_2^2		x_1x_2	y	x_1	x_2	x_1^2	x_2^2
1	+	+	+	+	+	46	46	46	46	46	46
2	+	-	+	+	-	41	41	-41	41	41	-41
3	-	+	+	+	-	58	-58	58	58	58	-58
4	-	-	+	+	+	52	-52	-52	52	52	52
5	+	0	+	0	0	49	49	0	49	0	0
6	-	0	+	0	0	61	-61	0	61	0	0
7	0	+	0	+	0	49	0	49	0	49	0
8	0	-	0	+	0	58	0	-58	0	58	0
9	0	0	0	0	0	46	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	42	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	43	0	0	0	0	0
					Σ	545	-35	2	307	304	-1

Параметричне рівняння регресії. Після переведення з кодового вигляду отримано таке параметричне рівняння:

$$K_{\text{ДВЗ}} = 0,77655 \cdot I^2 - 0,00625 \cdot I \cdot V - 11,86085 \cdot I + 0,0040155 \cdot V^2 - 0,42769 \cdot V + 103,632. \quad (4)$$

де I – умовний код паливного фактора; V – швидкість, км/год.

Статистична перевірка адекватності рівняння за критерієм Фішера показала, що виконується така нерівність

$$F_{\text{розм.}} = 4,6164 < F_{\text{табл.}} = 19,2, \quad (5)$$

підтверджуючи коректність моделі.

Зміна $K_{\text{ДВЗ}}$ від швидкості (V) та виду палива (I):

На основі параметричного рівняння регресії (4) побудовані графічні залежності $K_{\text{ДВЗ}}(V)$ для всіх паливних режимів (рис. 1).

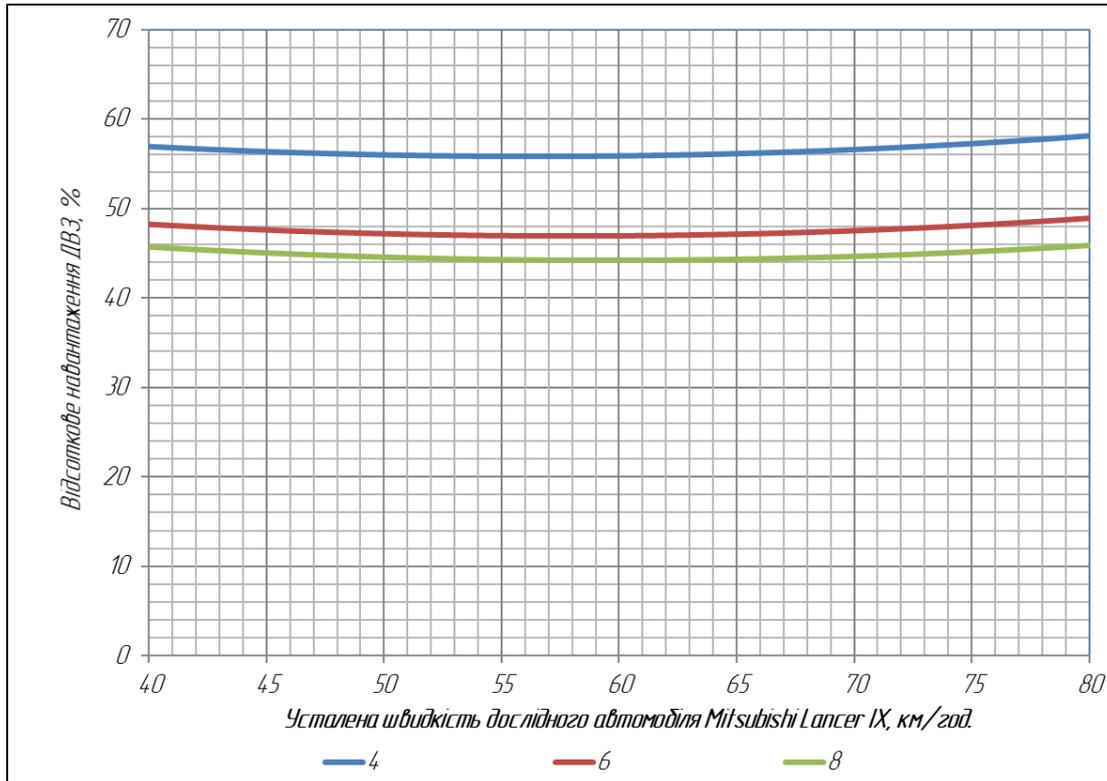


Рис 1. Графічна залежність відсоткового навантаження ДВЗ автомобіля Mitsubishi Lancer IX при роботі двигуна на постійній кількості використовуваних інжекторів при поступовому зростанні усталеної швидкості руху досліджуваного транспортного засобу

Зона мінімального навантаження: Спостерігається U-подібна залежність з мінімумом у зоні 55-60 км/год незалежно від виду палива (LPG \approx 56%, бензин \approx 44 %).

Вплив палива: $K_{\text{ДВЗ}}$ при роботі на LPG є вищим на 11-13 відсоткових пунктів порівняно з бензином. Зазначимо, що мішаний режим займає проміжне положення.

Зміна $K_{\text{ДВЗ}}$ від фактора палива (I) на постійній швидкості (V): залежність $K_{\text{ДВЗ}}(I)$ (рис. 2) демонструє монотонне зниження навантаження при переході від LPG ($I = 4$) до бензину ($I = 8$).

Підтвердження оптимального режиму. Виявлення зони мінімального відносного навантаження (55-60 км/год) підтверджує теоретичні викладки [1, 2, 5, 7], щодо існування оптимального швидкісного режиму, де ефективність ДВЗ є найвищою.

Це має пряме практичне значення для розробки рекомендацій щодо екологічного та економічного водіння, [6].

Пояснення зростання $K_{\text{ДВЗ}}$ на LPG. Збільшення $K_{\text{ДВЗ}}$ на LPG на 11-13% порівняно з бензином є кількісним вираженням необхідності компенсації зниження ефективної потужності ДВЗ (3-10%), спричиненого нижчою об'ємною ефективністю газоповітряної суміші.

Збільшення $K_{\text{ДВЗ}}$ на 11-13% є прямим індикатором того, що двигун працює з більшим відносним напруженням у газовому режимі для виконання тієї ж роботи.

Це підтверджує необхідність ретельного контролю параметрів ГБО та вказує на потенційне зростання термічної та механічної напруженості елементів двигуна [5, 7].

Значення математичної моделі. Побудована регресійна модель (4) дозволяє з високою точністю прогнозувати $K_{\text{ДВЗ}}$ для різних комбінацій швидкості та палива, забезпечуючи інструмент для об'єктивного оцінювання ефективності роботи ГБО, та необхідності коригування його налаштувань.

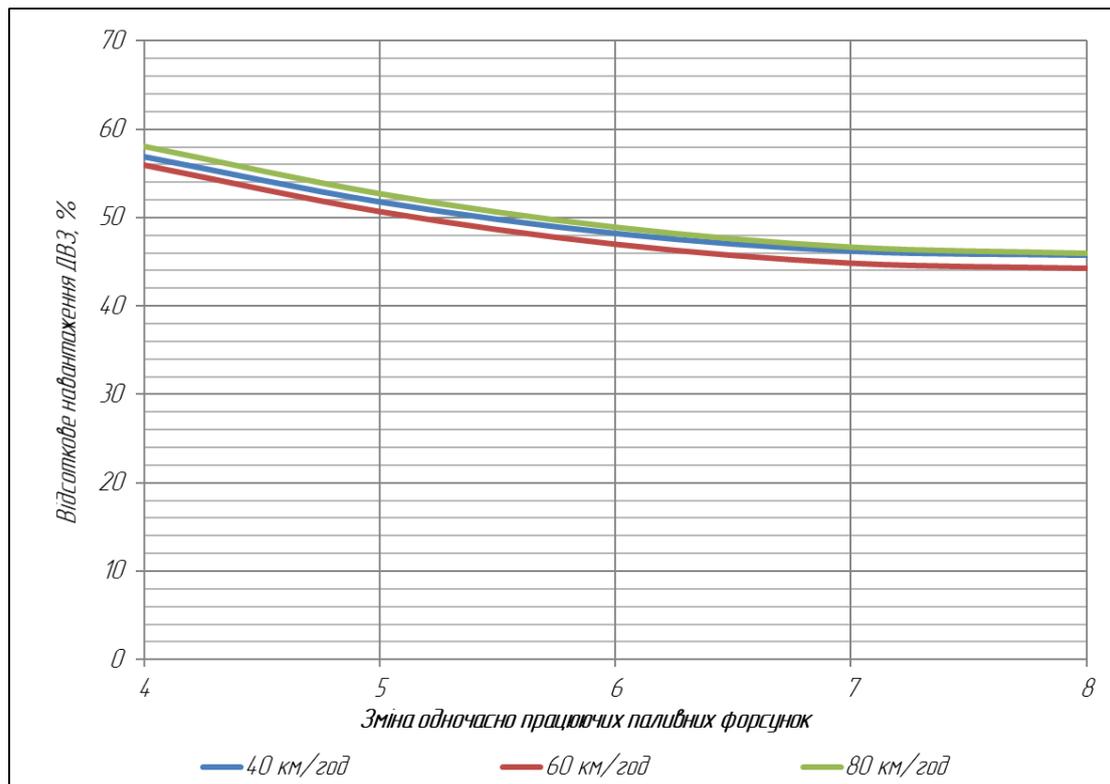


Рис. 2. Графічна залежність відсоткового навантаження ДВЗ автомобіля Mitsubishi Lancer IX при постійній усталеній швидкості досліджуваного транспортного засобу при різній кількості використовуваних інжекторів

Висновки

1. Проведено комплексне експериментальне дослідження впливу виду моторного палива (бензин А-95, LPG, змішаний) та усталеної швидкості руху (40, 60, 80 км/год) на відсоткове навантаження ДВЗ автомобіля Mitsubishi Lancer IX.

2. На основі математико-статистичної обробки даних, побудовано адекватну регресійну модель, що описує залежність відсоткового навантаження ДВЗ від досліджуваних факторів.

3. Встановлено, що зона мінімального відсоткового навантаження двигуна при усталеному русі

знаходиться в межах 55-60 км/год незалежно від виду палива, що є оптимальним експлуатаційним режимом.

4. Виявлено, що при роботі двигуна на LPG відсоткове навантаження є вищим порівняно з бензином А-95 (на 11-13%), що пояснюється необхідністю компенсації зниження ефективної потужності та особливостями алгоритмів ЕБУ.

5. Сформульовано практичні рекомендації, які включають підтримку швидкості в оптимальній зоні (55-60 км/год) при усталеному русі, використання 4-ї передачі як еталонного режиму, а також регулярний контроль тиску газу та теплових режимів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Експлуатаційні властивості автомобілів : навчальний посібник. В 2 ч. Ч 1. Динамічність та паливна економічність автотранспортних засобів / [В.П. Сахно, І.С. Мурований, В.М. Поляков та ін.]. – Луцьк : Вид-во Вежа ДРУК, 2025. – 307 с. URL: https://drive.google.com/file/d/1vOoFPaQM_OAdcafKQX7gVwbgDh5KapLJ/view
2. Шуклінов С. М., Альокса М. М. Автомобіль. Теорія та експлуатаційні властивості : навч. посіб. / Харків. нац. автомоб.-дор. ун-т. Харків : ФОП Бровін О. В., 2022. 280 с. URL: <https://dSPACE.khadi.kharkov.ua/bitstreams/47fdddca-8610-47cf-9c27-7de352e04849/download>
3. Gutarevych, Y. et al.(2023). Improving the Energy Efficiency of a Vehicle by Implementing an Integrated System for Utilizing the Thermal Energy of the Exhaust Gases of an Internal Combustion Engine. In: Prentkovskis, O., Yatskiv (Jackiva), I., Skačkauskas, P., Maruschak, P., Karpenko, M. (eds) TRANSBALTICA XIII: Transportation Science and Technology. TRANSBALTICA 2022. Lecture Notes in Intelligent Transportation and Infrastructure. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-25863-3_14
4. Beddows D. C. S., Harrison R. M. PM10 and PM2.5 emission factors for non-exhaust particles from road vehicles: Dependence upon vehicle mass and speed. Environmental Pollution. 2021. Vol. 270. P. 115623. DOI: 10.1016/j.envpol.2020.115623.
5. Heywood J. B. Internal Combustion Engine Fundamentals. McGraw-Hill, 1988. 930 p. URL: <https://dl.icdst.org/pdfs/files3/99e7aaa5c9b3ad06088da291045abca2.pdf>.
6. Хрутьба В. О. Характеристика екологічних небезпек міських транспортних систем / В. О. Хрутьба, О. В. Спасіченко, К. Г. Сарнавська // Збірник наук. праць Державного університету інфраструктури та технологій. Серія : Транспортні системи і технології. - 2019. - Вип. 33(2). - С. 156-166. - URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Znpdetut_tsit_2019_33\(2\)_17](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Znpdetut_tsit_2019_33(2)_17)

7. Stone R. Introduction to Internal Combustion Engines. 4th ed. SAE Int., 2012. 824 p. DOI <https://doi.org/10.1007/978-1-137-02829-7>
8. Abdullah, N. N. and Govand, A. 2021. An Empirical Analysis of Natural Gas as an Alternative Fuel for Internal Transportation. International Journal of English Literature and Social Sciences, 6(1), pp. 479- 485 DOI: <https://dx.doi.org/10.22161/ijels.61.64>
9. Mitsubishi Lancer : техн. характеристики [Електронний ресурс] // RikAuto : [сайт]. URL: <https://rikauto.com.ua>
10. Al-Tae M. A., Al-Saffar N. M., Abd El-Atty S. M. Android-based remote diagnostic system for automobiles. 2017 10th International Symposium on Computational Intelligence and Design (ISCID). Hangzhou, China, 2017. Vol. 2. P. 463–468. DOI: <https://doi.org/10.1109/ISCID.2017.151>
11. Експериментальні методи досліджень : навч. посіб. / О.Ю. Крот, Б.О. Коробко, О.П. Крот, В.В. Вірченко. – Полтава : Нац. ун-т ім. Юрія Кондратюка, 2023. – 192 с.; іл. URL: <https://reposit.nupp.edu.ua/handle/PoltNTU/14572>
12. Системний підхід, методи досліджень процесів прокатування з аналізом поздовжньої сталості : навчальний посібник / О.П. Максименко, О.В. Нікулін, В.М. Самохвал та ін. — Кам'янське : ДДТУ, 2021. — 347 с. URL: <https://www.dstu.dp.ua/Portal/Data/5/23/5-26-b6.pdf>.

Received (Надійшла) 15.11.2025

Accepted for publication (Прийнята до друку) 04.02.2026

Publication date (Дата публікації) 27.02.2026

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ / ABOUT THE AUTHORS

Криворот Анатолій Ігорович – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри галузевого машинобудування та мехатроніки, Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», Полтава, Україна;
Anatoliï Kryvorot – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Mechanical Engineering and Mechatronics, National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic», Poltava, Ukraine;
 e-mail: anatoliikryvorot@gmail.com; ORCID Author ID: <https://orcid.org/0000-0001-5919-7352>;
 Scopus Author ID: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57217279936>.

Васильєв Євген Анатолійович – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри галузевого машинобудування та мехатроніки, Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», Полтава, Україна;
Yevhen Vasyliiev – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Mechanical Engineering and Mechatronics, National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic», Poltava, Ukraine;
 e-mail: vasylev.ea@nupp.edu.ua; ORCID Author ID: <https://orcid.org/0000-0001-5133-3989>;
 Scopus Author ID: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57193455660>.

Васильєв Олексій Сергійович – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри галузевого машинобудування та мехатроніки, Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», Полтава, Україна;
Oleksii Vasyliiev – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Mechanical Engineering and Mechatronics, National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic», Poltava, Ukraine;
 e-mail: a.s.vasiliiev.76@gmail.com; ORCID Author ID: <https://orcid.org/0000-0002-9914-5482>;
 Scopus Author ID: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57215918175>.

Дураченко Георгій Федорович – старший викладач кафедри галузевого машинобудування та мехатроніки, Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», Полтава, Україна;
Heorhii Durachenko – Senior Lecturer of the Department of Mechanical Engineering and Mechatronics, National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic», Poltava, Ukraine;
 e-mail: heorhii@ukr.net; ORCID Author ID: <https://orcid.org/0000-0002-1378-7602>;
 Scopus Author ID: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57204842914>.

**The influence of the type of motor fuel and speed modes of motion
 on the engine load coefficient of a category M1 vehicle**

Anatoliï Kryvorot, Yevhen Vasyliiev, Oleksii Vasyliiev, Heorhii Durachenko

Abstract. Relevance. The current development of motor transport is characterised by a massive transition to alternative fuels, in particular liquefied petroleum gas (LPG), due to its cost-effectiveness and environmental friendliness. However, most existing studies focus on general fuel-efficiency indicators. At the same time, the impact of fuel type on the engine load coefficient (k_H) under real operating conditions and at different speeds remains insufficiently studied. Understanding these processes is critical for optimising engine performance and increasing its service life. **Object of research:** a category M1 passenger car (Mitsubishi Lancer IX with a 4G18 engine) equipped with a fourth-generation STAG 200 Go-Fast gas cylinder equipment (LPG) system. **Purpose of the article.** Experimental study and quantitative assessment of the impact of the type of motor fuel (A-95 petrol and LPG) and steady-state speed on the load coefficient of an internal combustion engine in real road conditions. **Research results.** During experiments at speeds of 40, 60, and 80 km/h, it was found that using LPG increased the engine load coefficient by 11-13% compared to A-95 petrol. This is explained by the need to compensate for the reduction in adequate power (by 3-10%) due to the lower volumetric energy density of the gas-air mixture. Using mathematical and statistical analysis, a regression model was constructed to describe the dependence of load on speed and fuel type. It has been determined that the zone of minimum percentage load for both fuel types is between 55 and 60 km/h. **Conclusions.** It has been shown that operating an engine on gasoline results in a higher relative load, which increases thermal and mechanical stresses on its parts. To optimise the operation of vehicles with LPG systems, it is recommended to maintain a speed of 55-60 km/h in fourth gear, which maximises the power unit's efficiency. The study's results can be used to improve the algorithms of electronic control units for LPG systems.

Keywords: internal combustion engine load factor, LPG, petrol, steady motion, gas cylinder equipment, operating performance, Mitsubishi Lancer IX.