

3. Optimization of control strategy for regenerative braking of an electrified bus equipped with an anti-lock braking system / Zhang J., Kong D., Chen L., Chen X. Journal of Automobile Engineering. 2012. vol. 226, № 4, pp. 494–506.

4. Герман, С., Валерій, В., Віктор, М., & Богдан, Т. (2025). Методи розрахунку реалізованого зчеплення між шиною автомобільного колеса та поверхнею дорожнього покриття. *Автомобіль і електроніка. Сучасні технології*, (28), 25-36.

Науковий консультант: Назаров Олександр Іванович, к.т.н., доц. каф. ІСАТ, Харківський національний автомобільно-дорожній університет.

Скиба Олександр ст. гр. А-42-22, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Skiba@gmail.com

ДОСЛІДЖЕННЯ ПАЛИВНОЇ ЕКОНОМІЧНОСТІ І ЕКОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ АВТОМОБІЛІВ, ЩО ПРАЦЮЮТЬ НА АЛЬТЕРНАТИВНОМУ ПАЛИВІ

Паливна економічність і екологічні показники автомобілів у період підготовки і здійснення пуску залежать від умов протікання робочого процесу, який безпосередньо пов'язаний з типом системи живлення, наявністю засобів теплової підготовки та умов експлуатації [1].

Одним із дієвих способів наближення паливної економічності і екологічних показників автомобілів до рівня сучасних вимог в умовах експлуатації є забезпечення теплового стану двигуна у відповідних межах у період пуску і прийняття навантаження. Перспективи поліпшення паливної економічності, енергетичних та екологічних показників автомобілів в умовах експлуатації, у разі встановлення на них екологічно чистих систем теплової підготовки, роблять цей шлях привабливим для власників, а зменшення шкідливого впливу на оточуюче середовище є необхідним для всього суспільства, що є актуальним на сьогодні.

Фактори, які визначають вплив конструктивних особливостей автомобілів, системи живлення (рідким та газовим паливом), виду палива, двигуна як джерела енергії, споживача різних видів палив та шкідливих викидів з відпрацьованими газами [2]: модель, тип автомобіля; загальна маса, вантажопідйомність і пасажиромісткість; тип двигуна і системи живлення; стан та тип трансмісії, передаточні числа коробки передач та механічний ККД; стан системи живлення двигуна автомобіля; стан і характеристики ходової частини; вид і якість палива; характеристики та особливості будови системи живлення газовим і рідким паливом (бензин); температури системи охолодження двигуна і аеродинамічний опір кузова автомобіля.

Автори робіт [1-3], що розглядають експлуатацію автомобілів з бензиновим двигуном та додатково встановленою системою живлення зрідженим газовим паливом, стверджують, що основні несправності виникають

у системах живлення та запалювання, а також в елементах газорозподільного механізму.

Підвищення ефективності теплової підготовки за допомогою сучасних способів і засобів залежить від способу зберігання автомобіля та здійснюється за двома самостійними напрямками: передпускова і післяпускова теплова підготовка.

Було також виявлено, що в цих роботах мало приділено уваги можливості застосування різних способів та засобів теплової підготовки та їх вплив на економічні і екологічні показники в процесах прогріву в умовах експлуатації.

Під час виконання теоретичного дослідження системи теплової підготовки двигуна автомобіля необхідне удосконалення наявного методу розрахунку робочих процесів і вихідних показників двигуна автомобіля, що працює на газовому паливі під час здійснення його передпускового та післяпускового прогріву за допомогою ТАФП відповідно до прийнятих конструктивних рішень та температур оточуючого середовища.

Для розрахунку робочого процесу можна застосовувати математичні моделі програмного комплексу DIESEL-RK [1], які базуються на розрахунковому методі. У ньому використовується різноманітний набір розрахункових методів для моделювання фізичних процесів у двигуні автомобіля.

Під час визначення температур застосовується зонна модель, а коефіцієнт тепловіддачі від газів до стінки циліндрів розраховується з використанням залежності в [1].

Суть методу (ХНАДУ) для прогнозування показників і характеристик двигунів автомобілів з різними варіантами систем живлення в тому, що під час розрахунку процесів утворення шкідливих речовин у відпрацьованих газах, під час протікання робочого циклу у циліндрі двигуна моделюється робочий цикл за багатозонною моделлю.

Розглядається замкнутий цикл з робочим тілом, який протягом усього циклу модулювання зберігає сталу масу, але має змінний склад.

Для вирішення поставленого завдання було виділені основні функціональні елементи з їх складовими: автомобіль, переобладнаний для роботи на газовому паливі в умовах експлуатації, і система теплової підготовки автомобіля, переобладнаного для роботи на альтернативному паливі (газовому паливі) [1, 2].

Основні характеристики (морфологічні ознаки) СТП автомобіля на етапах здійснення теплової підготовки розміщені у вигляді морфологічної матриці [1, 4, 5]. Схема СТП у складі ТАФП для автомобіля із двигуном, переобладнаним для роботи на газовому паливі в базовому варіанті складається з таких сполучених визначених ознак

$$\overline{\overline{[(x_{1.1} + x_{1.2}; x_{2.1}; x_{3.1}; x_{4.1}; x_{5.3}) + (x_{6.1}; x_{7.1}; x_{8.1}; x_{9.1})]}}. \quad (1)$$

Тобто це механічний автомобіль ($x_{1.1}$), який оснащено транспортним двигуном за призначенням ($x_{1.2}$) та працює на рідкому паливі ($x_{2.1}$), обладнаний

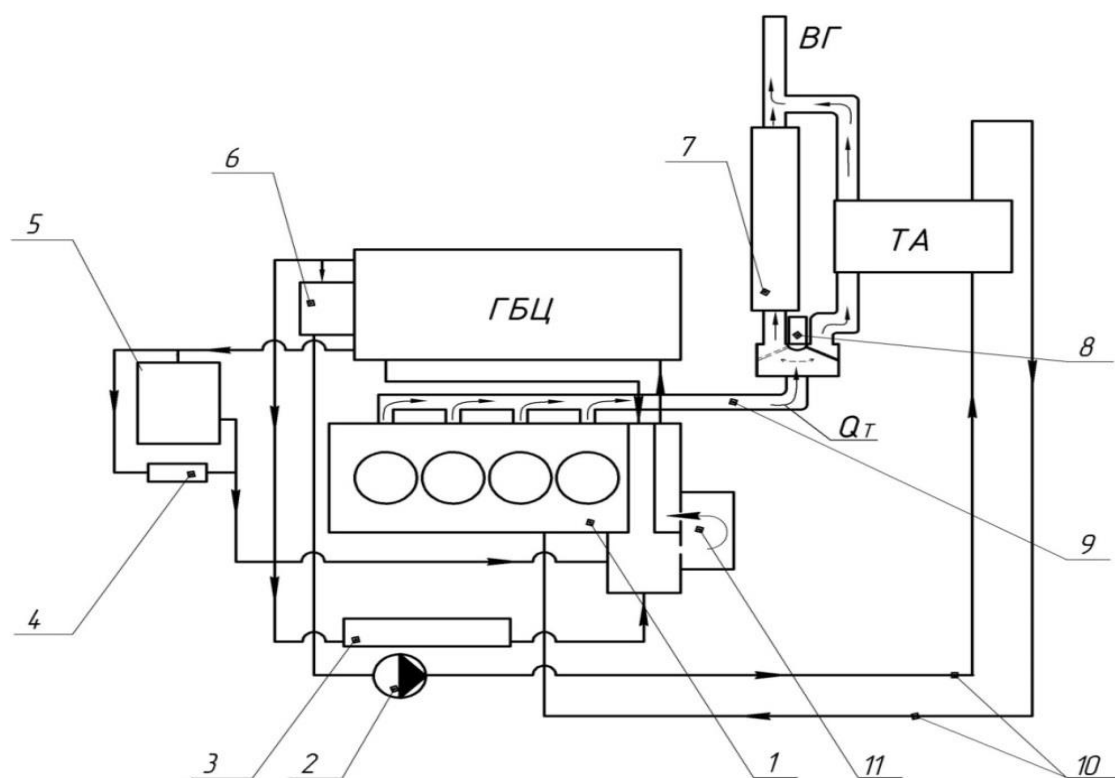
звичайним газовим редуктором-випарником (x_{3.1}), редуктор під'єднано послідовно дросельній заслінці (x_{4.1}), СТП виконано у складі теплового акумулятора (x_{5.3} і x_{6.1}), від якого виконується прогрів системи охолодження двигуна автомобіля (охолоджувальної рідини) (x_{7.1}), у період передпускової теплової підготовки до 50°C (x_{8.2}), у режимі теплової підготовки нерухомого автомобіля в режимі холостого ходу (x_{9.1}).

З огляду на поставлені задачі дослідження, в роботі запропоновано варіанти схеми СТП двигунів автомобілів з різним компонуванням, залежності яких мають вигляд, що варіювався в дослідженні.

Для виконання завдань була прийнята принципова схема СТП (рис. 1) на основі ТАФП для автомобіля з двигуном, переобладнаним для роботи на газовому паливі, яка конструктивно входить до систем охолодження і випуску відпрацьованих газів двигуна автомобіля і виконує частину властивих їй функцій [1, 2].

Це відбувається під час прогріву охолоджувальної рідини в системі охолодження двигуна автомобіля і забезпечує переключення двигуна автомобіля з живлення від рідкого на газове паливо.

Система теплової підготовки двигуна автомобіля з утилізацією теплоти відпрацьованих газів та передачею теплової енергії до ТАФП складається з ТАФП, під'єданого до системи охолодження, який має можливість заряджатися від теплової енергії (температури) відпрацьованих газів [3].



1 – транспортний двигун; 2 – додатковий електричний рідинний насос; 3 – радіатор двигуна; 4 – газовий редуктор; 5 – теплообмінник салону; 6 – дросель; 7 – глушник; 8 – розподільна коробка з регулювальною заслінкою; 9 – випускний колектор; 10 – патрубки системи охолодження; 11 – термостат; ВГ –

відпрацьовані гази; ТА – тепловий акумулятор (ТАФП); ГБЦ – головка блока циліндрів; Q_t – потік теплової енергії

Рисунок 1 - Схема системи теплової підготовки двигуна автомобіля

За об'єкти експериментального дослідження на першому етапі було обрано автомобілі сегменту С (автомобіль С1 і автомобіль С2, рис. 2) з двигунами G4GC, що були обладнані ГБО 4-го покоління, з температурою запуску газової апаратури 40° (за налаштуванням системи за температурою охолоджувальної рідини).



а)



б)

Рисунок 2 – Дослідні автомобілі С1 (а) і С2 (б)

На рис. 3 показаний фрагмент звіту результатів дистанційного моніторингу основних технічних параметрів автомобіля в умовах експлуатації для режиму теплової підготовки під час руху.

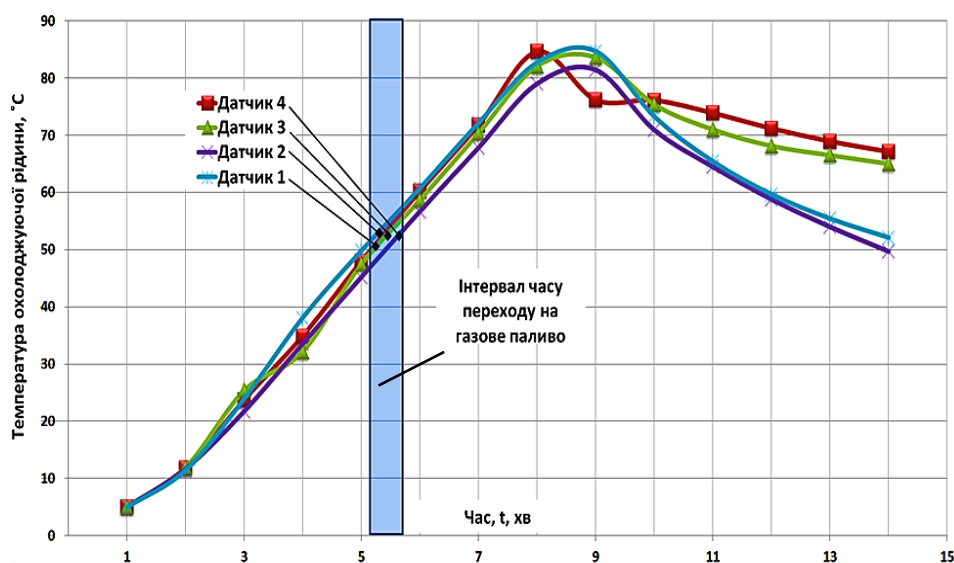


Рисунок 3 – Результати вимірювання температур у контурах системи охолодження двигуна автомобіля

Як видно із рис. 4, в початковий період руху автомобіля до початку зростання ефективності нейтралізації оксидів азоту, викиди оксидів азоту до і після каталітичного нейтралізатора однакові.

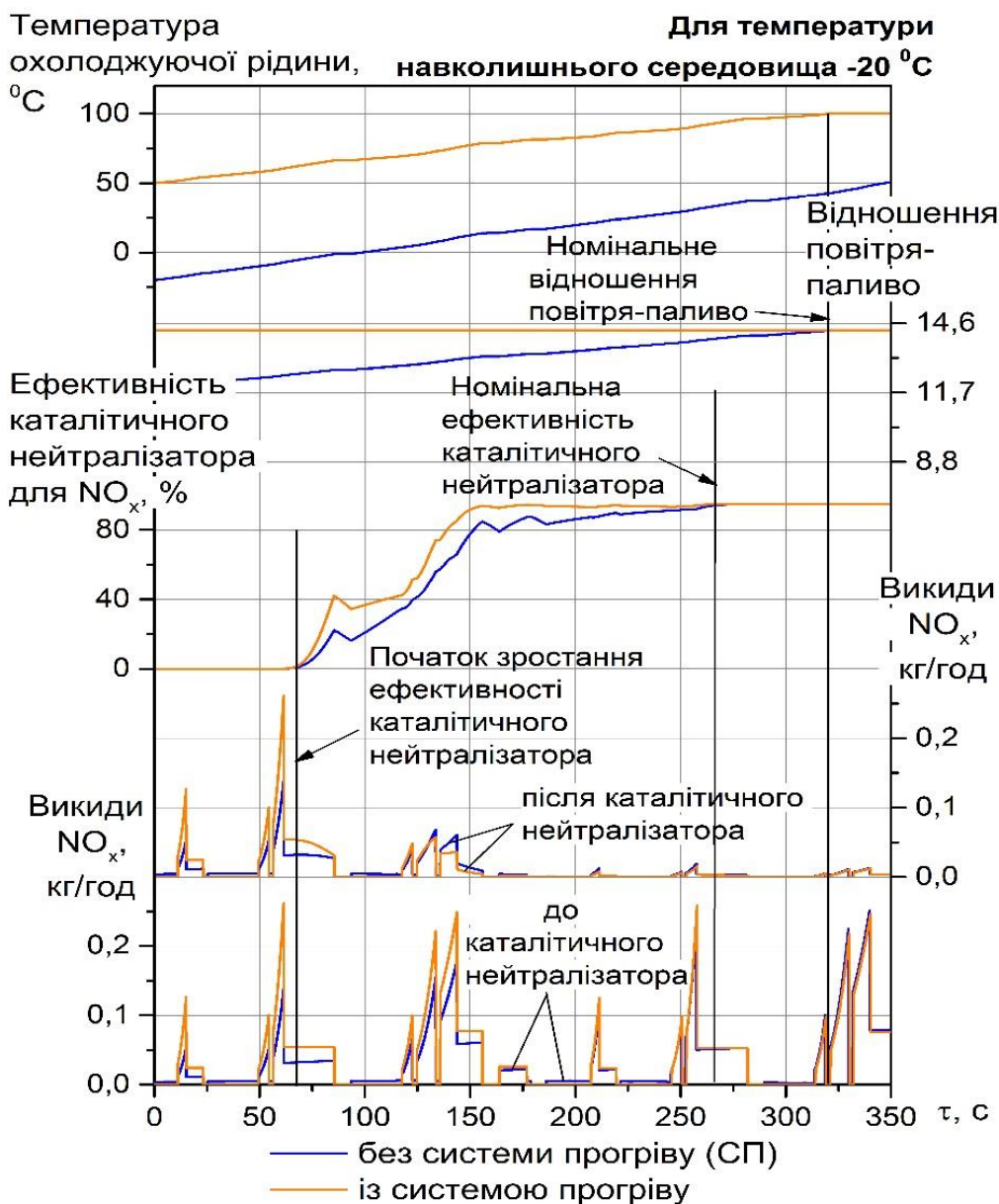


Рисунок 4 - Залежності викидів оксидів азоту у початковому періоді прогріву двигуна при русі автомобіля в їздовому циклі

Література

1. Забезпечення оптимального температурного стану двигунів і транспортних засобів / І.В. Грицук, В.П. Волков, О.М. Вольська, Т.В. і ін. Одеса: Олді., 2024. – 368 с.
2. Системний підхід до аналізу структурних схем енергоустановок транспортних засобів / В. П. Матейчик // Вісник НТУ“ХПІ” №7(т.2). – Харків, НТУ“ХПІ”. –2002. – С.162-167.

3. Mateichyk, V.; Kostian, N.; Smieszek, M.; Gritsuk, I.; Verbovskiy, V. Review of Methods for Evaluating the Energy Efficiency of Vehicles with Conventional and Alternative Power Plants. *Energies* 2023, 16(17).

4. Korohodskiy, V., Leontiev, D., Rogovyi, A., Kryshchyn, S., Gritsuk, I., Voronkov, O., & Prokopiuk, D. (2022, August). Research of spark ignition engine and internal mixture formation using single-zone, two-zone and three-zone calculation model of it working process. In *SAE Powertrains, Fuels & Lubricants Conference & Exhibition*. SAE Technical Paper.

5. Leontiev, D., Voronkov, O., Nikitchenko, I., Korohodskiy, V., et al., "Feasibility of Heating the Air in a Hybrid Pneumatic Engine for a Compact Vehicle," SAE Powertrains, Fuels & Lubricants Digital Summit, Live Online, Pennsylvania, United States, September 28, 2021, <https://doi.org/10.4271/2021-01-1246>

Науковий консультант: Волков Володимир Петрович, д.т.н, проф. каф. ІСАТ Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Спорнік Денис, ст. гр. А-42-22, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, vp.khadi@gmail.com

ЕКОЛОГІЧНІ СТАНДАРТИ ЄВРО-6 ТА ЇХ ВПЛИВ НА СИСТЕМУ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ

Сучасний розвиток автомобільної галузі нерозривно пов'язаний із посиленням екологічних вимог. Одним із ключових регуляторних механізмів у Європі стали стандарти Євро, які визначають допустимі рівні викидів шкідливих речовин транспортними засобами. Найбільш жорстким на сьогодні є стандарт Євро-6, який набув чинності у 2014 році та суттєво вплинув як на конструкцію автомобілів, так і на систему їх технічного обслуговування (ТО).

Метою цієї роботи є аналіз стандарту Євро-6 та визначення його впливу на процеси діагностики, ремонту і обслуговування транспортних засобів.

Євро-6 – це екологічний стандарт, що встановлює гранично допустимі норми викидів таких шкідливих речовин, як оксиди азоту (NO_x), чадний газ (CO), вуглеводні (HC) та тверді частинки (PM). Основна мета – зменшення негативного впливу транспорту на довкілля та здоров'я людини.

Зокрема, стандарт суттєво знизив допустимі викиди NO_x для дизельних двигунів і встановив жорсткі обмеження на кількість та масу твердих частинок [1]. У порівнянні з попередніми нормами, вимоги стали значно суворішими, що змусило виробників впроваджувати нові технології очищення вихлопних газів.

Крім того, Євро-6 є частиною загальної системи екологічних стандартів Європейського Союзу, які поступово посилюються з метою зменшення забруднення повітря.

Для досягнення нормативів Євро-6 автовиробники змушені використовувати складні системи очищення вихлопу. До основних технологій належать: