

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДУ ДОСЛІДЖЕННЯ ПАЛИВНОЇ ЕКОНОМІЧНОСТІ І ЕКОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ПРАЦЮЮЧИХ НА ГАЗОВОМУ ПАЛИВІ

Оріхов Д., ст. гр. А-36т1-19

Науковий консультант: Волков В.П., проф., д.т.н.

Вступ. Метою роботи є удосконалення методу дослідження паливної економічності і екологічних показників транспортних засобів (ТЗ) переобладнаних для роботи на газовому паливі.

Автомобільний парк, що в наступний час має приблизно 14 млн. одиниць ТЗ в Україні, все більше використовує двигуни, переобладнані для роботи на газовому паливі. В процесах запуску транспортних двигунів, переобладнаних для роботи на газовому паливі, здійснюється пуск на бензині і після досягнення відповідної температури система живлення переключається з рідкого нафтового на рідке газове паливо. Необхідною умовою для цього є забезпечення відповідного температурного стану транспортних двигунів при змінних температурах оточуючого середовища в умовах експлуатації. Одним із дієвих способів наближення паливної економічності і екологічних показників ТЗ до рівня сучасних вимог в умовах експлуатації є забезпечення теплового стану двигуна у відповідних межах у період пуску і прийняття навантаження.

Результати дослідження. Фактори, які визначають вплив конструктивних особливостей ТЗ, системи живлення (рідким та газовим паливом), виду палива, двигуна як джерела енергії, споживача різних видів палив та шкідливих викидів з відпрацьованими газами [1]: модель, тип ТЗ; 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 ТЗ; 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 ТЗ.

У роботі [2] показано, що прогрів двигуна ТЗ проходить у три етапи: перший – двигун працює на режимі холостого ходу з 10...12 с-1 приблизно 4...5 хв; другий – двигун працює на режимі 16...18 с-1 до досягнення температури охолоджувальної рідини і масла 40...50°C; третій – це прогрів двигуна ТЗ, трансмісії при здійсненні навантаження в русі до робочих температур [2]. Прогрів двигуна, переобладнаного для роботи на газовому паливі в умовах експлуатації, має особливості, які пов'язані з високою температурою займання зрідженого газового палива і меншою швидкістю горіння. З огляду на ці особливості, експлуатація двигуна на газовому паливі має особливі режими прогріву та пуску. Газобалонне

обладнання (ГБО) 4-го покоління може ефективно працювати лише тоді, коли температура двигуна $40...50^{\circ}\text{C}$. Це пов'язане з тим, що зріджене газове паливо перед подачею до камери згоряння двигуна повинно випаровуватися у редукторі-випарнику.

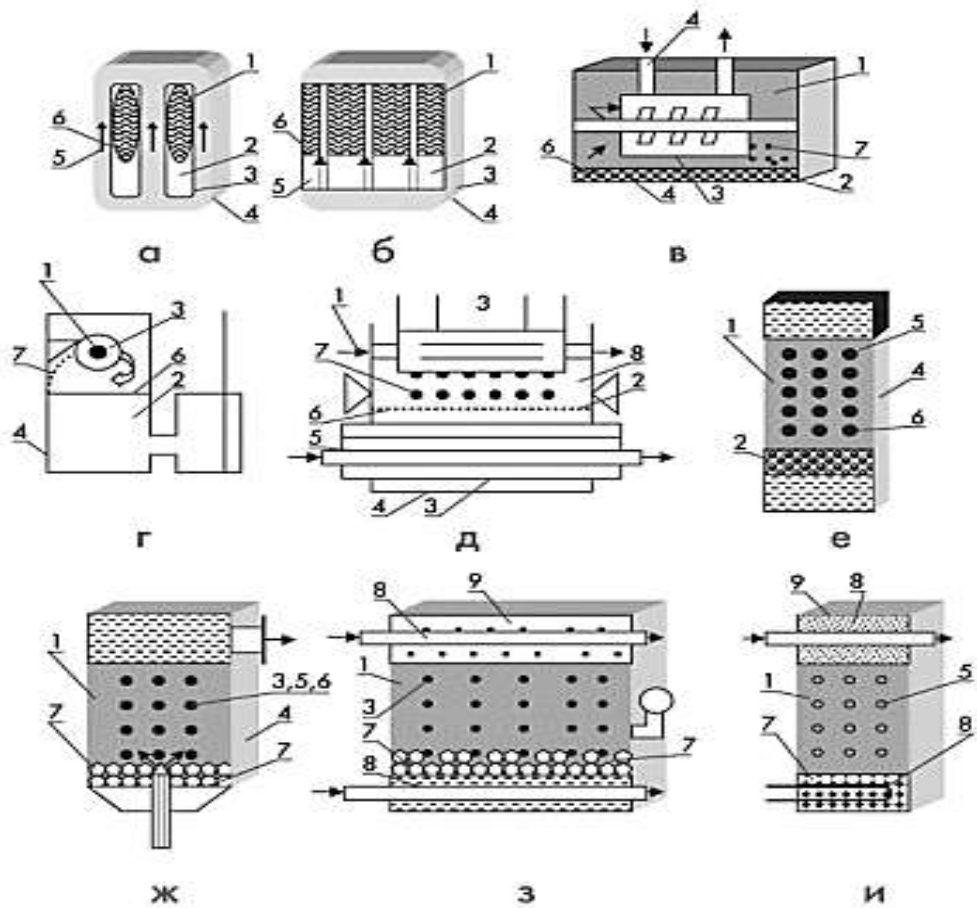
Головною задачею при забезпеченні теплової підготовки двигуна ТЗ є визначення місця підведення теплоти до системи охолодження. Тип нагрівального пристрою системи теплової підготовки (СТП), місце його розташування у підкапотному просторі та місце підведення теплоти, що також має вплив на нерівномірність розподілення теплоти у системі охолодження, що зумовлює неоднаковий час надходження підігрітої охолоджувальної рідини до системи охолодження двигуна ТЗ [3].

В наступний час перспективними є системи з тепловими акумуляторами (ТА), які дозволяють при роботі двигуна ТЗ запасати теплову енергію ОР або ВГ і потім віддавати накопичену теплоту двигуну ТЗ перед запуском за низьких температур ОС [3]. Серед таких засобів і пристроїв можна виділити акумулятори теплоти – теплові акумулятори фазового переходу (ТАФП, рис. 1), які з'явилися наприкінці 80 – на початку 90-х років ХХ століття.

Сьогодні фірма «CENTAUR Thermal System Inc» випускає декілька типів ТАФП [3]. У РФ ТАФП невеликими партіями виробляла компанія «АвтоПлюсМАДІ» під назвою «Пристрій полегшення пуску двигуна» [3]. У цих системах для зберігання теплоти використовується ТА, який має подвійний металевий циліндр з вакуумною тепловою ізоляцією. Носієм тепла є стандартна технологічна рідина двигуна – тосол або антифриз. Ця система заснована на використанні акумулятора теплоти, який працює за принципом термоса. Для полегшення пуску та прискорення прогрівання двигуна ТЗ з іскровим запалюванням у роботі [4] запропонована система підігріву повітря на впуску за допомогою двоходового ТАФП кожухотрубного типу.

Удосконалення методу дослідження паливної економічності і екологічних показників ТЗ з двигунами, переобладнаними для роботи на газовому паливі, оснащених системою теплової підготовки на основі ТАФП, базується на реалізації системної взаємодії трьох взаємопов'язаних її складових: інформаційної, аналітичної та енергетичної.

Енергетична складова забезпечує формування процесів теплової підготовки транспортного двигуна в процесах передпускової і післяпускової теплової підготовки завдяки тепловій енергії відпрацьованих газів (ВГ) двигуна. Теплова енергія відпрацьованих газів може утилізуватися та акумулюватися в ТАФП СТП. Аналітична складова системи призначена для розрахунково-аналітичного забезпечення (супроводу) виконання передпускової і післяпускової теплової підготовки транспортного двигуна в процесах роботи на рідкому нафтовому і зрідженому газовому паливі в умовах експлуатації.



а – капсульний; б – кожухотрубний; в, г – зі скребковим видаленням ТАМ; д - з ультразвуковим видаленням ТАМ; е, ж – з прямим контактом і прокачуванням ТАМ; з, і – з випарно-конвективним переносом тепла; 1 – рідкий ТАМ; 2 – твердий ТАМ; 3 – поверхня теплообміну; 4 – корпус; 5 – теплоносії; 6 – межа розподілу фаз; 7 – частинки твердого ТАМ; 8 – теплообмінник; 9 – паровий та рідинний простір для теплоносія

Рис. 1 – Типи ТАФП [3]

Процес формування теплової підготовки двигуна ТЗ для роботи на рідкому нафтовому газовому і зрідженому газовому паливі в умовах експлуатації передбачає уточнення інформації про фактичний технічний стан ТЗ, методи й засоби її реалізації та забезпечення підвищення ефективності паливовикористання і екологічної безпеки ТЗ в умовах експлуатації. Задачу забезпечення формування теплової підготовки двигуна ТЗ для роботи на рідкому нафтовому і зрідженому газовому паливі в умовах експлуатації на основі інформації про параметри їх технічного стану можна виразити як функцію у процесах моніторингу технічного та температурного стану:

$$\left\{ \begin{array}{l} F_{tp} (\bar{H}_t, t, \Delta t, \bar{X}_i(t), \bar{X}_i(t - \Delta t), \dots, \bar{X}_i(t - n\Delta t), DK_{t_i}) = S_{Q_{TP}} \\ S_{Q_{TP}} = \Omega_l^{m_i} (e_Q, r)^J \\ S_{Q_{TP}} = F_{tp} (S_{T3S}; S_{T3L}; S_{T3M}) \end{array} \right. \quad (1)$$

Де F_{tp} – інформація про параметри технічного стану ТЗ з двигуном, переобладнаним для роботи на газовому паливі, у відповідний момент часу в процесі забезпечення теплової підготовки; $\overline{H}_t$ – вектор органа(ів) керування двигуном, ТЗ, газовою апаратурою, СТП у часі t ; t – поточний час; Δt – інтервал між вимірюваннями; n – кількість інтервалів у минулому; $\overline{X}_i(t)$ при $i = 1, \dots, m$ – характеристики технічного стану в процесі забезпечення теплового стану ТЗ з двигуном, переобладнаним для роботи на газовому паливі, що виміряні i входять у перелік ретроспективних впливових факторів (температура охолоджувальної рідини двигуна, витрата палива, повітря, температура ОС тощо); m – кількість вимірюваних характеристик; $\overline{DK}_{ti}$ – результати визначення статусу несправностей ТЗ; Ω – оператор відображення; S_{Qmn} – система забезпечення теплової підготовки ТЗ з двигуном, переобладнаним для роботи на газовому паливі (відображення властивостей підоб'єктів e_Q і їх відношень r для m_i по J в I); m_i – кількість засобів отримання інформації про параметри стану ТЗ; I – зв'язки між засобами спостереження та об'єктами забезпечення теплової підготовки; e_Q – множина підоб'єктів забезпечення теплової підготовки; r – множина відношень між ними; J – завдання. На етапі експериментального дослідження було використано ТЗ KIA Ceed 2.0 5МКПП, який обладнаний СТП на основі ТАФП для передпускової та післяпускової теплової підготовки двигуна ТЗ та СДМ теплових параметрів системи охолодження двигуна ТЗ. Схема розташування ТАФП та місць установлення додаткових датчиків температур у системі охолодження двигуна ТЗ наведена на рис. 2.

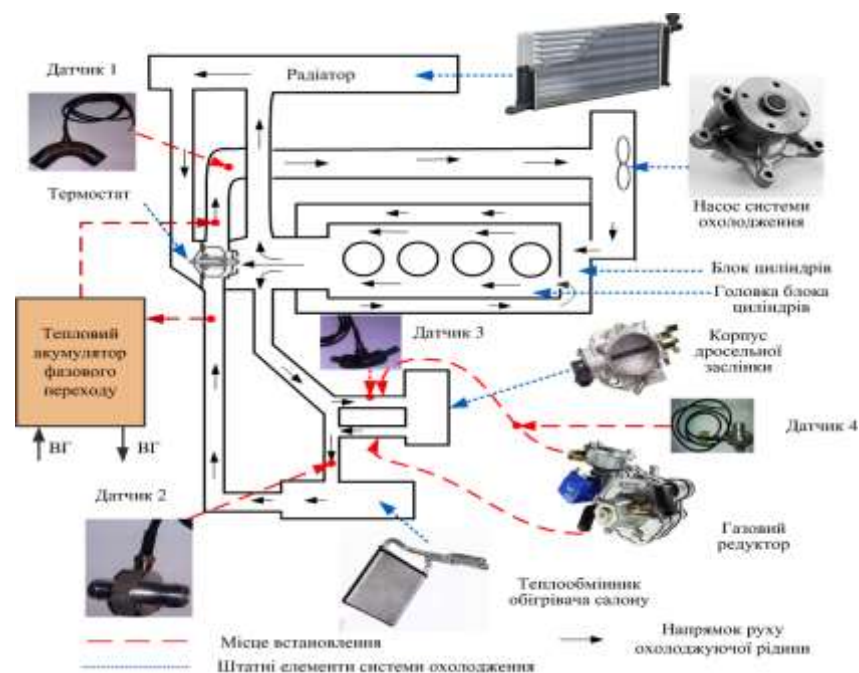


Рис. 1– Схема розташування ТАФП і датчиків температури в системі охолодження двигуна G4GC ТЗ; ВГ – відпрацьовані гази

Висновки. Виконано аналіз впливу способів і засобів забезпечення теплової підготовки двигунів, зокрема переобладнаних для роботи на газовому паливі транспортних засобів, показав, що вони мають низку недоліків. Вирішення означеної проблеми в цілому суттєво впливає на показники паливної економічності і екологічні показники в умовах експлуатації, особливо в процесах передпускової і післяпускової теплової підготовки.

Удосконалено метод дослідження паливної економічності і екологічних показників ТЗ із двигунами, переобладнаними для роботи на газовому паливі, які оснащені системою теплової підготовки на основі теплового акумулятора фазового переходу, в основу якого покладено реалізацію системної взаємодії трьох взаємопов'язаних її складових: інформаційної, аналітичної і енергетичної.

Література

1. Гутаревич Ю. Ф. Снижение вредных выбросов автомобиля в эксплуатационных условиях. Киев : Вища шк., 1991. - 179 с.
2. Сахаров Д. А. Влияние зимних условий эксплуатации автомобилей на топливную экономичность двигателей: Автореф. дис. на соискание уч. степени канд. техн. наук: 05. 22. 10. Тюмень, 2000. - 17 с.
3. Грицук І. В. Концепція забезпечення оптимального температурного стану двигунів і транспортних засобів в умовах експлуатації : Автореф. дис. докт. техн. наук: 05. 22. 20 / ХНАДУ. Харків, 2016. - 38 с.
4. Тріфонов Д. М. Поліпшення паливної економічності і екологічних показників автомобіля використанням теплових акумуляторів фазового переходу для прогріву двигуна : дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : 05. 22. 20 / НТУ. Київ, 2018. - 236 с