

*Гутаревич Ю.Ф.¹, Грицук І.В.², Добровольський О.С.¹,
Адров Д.С.², Вербовський В.С.³, Краснокутська З.І.¹*

**Аналіз результатів дослідження паливної економічності і екологічних показників
газового двигуна внутрішнього згорання, оснащеного системою передпускового прогріву,
в процесі здійснення пуску і прогріву**

*Гутаревич Юрій Феодосійович, доктор технічних наук, професор
Грицук Ігор Валерійович, кандидат технічних наук, доцент
Добровольський Олександр Сергійович, кандидат технічних наук, доцент
Адров Дмитро Сергійович, асистент,
Вербовський Валерій Степанович, старший науковий співробітник
Краснокутська Зоя Ігорівна, старший науковий співробітник*
¹ *Національний транспортний університет*
² *Донецький інститут залізничного транспорту УкрДАЗТ,*
³ *Інститут газу Національної Академії наук України*

Анотація: У статті наведені результати дослідження системи передпускового прогріву газового ДВЗ, яка включає в себе систему прискореного прогріву та систему утилізації теплоти тепловим акумулятором, в режимі його прогріву від температури оточуючого середовища до температури «гарячого пуску» та можливості навантаження. Проведено дослідження на математичній моделі роботи системи передпускового прогріву ДВЗ при різних температурних умовах навколишнього середовища. Проведені дослідження підтвердили зниження витрати палива на прогрів ДВЗ, зменшення викидів шкідливих речовин та скорочення часу прогріву до моменту можливості навантаження ДВЗ, оснащеного системою передпускового прогріву.

Ключові слова: тепловий акумулятор, система передпускового прогріву, час прогріву, утилізація теплоти відпрацьованих газів.

Досвід експлуатації двигунів внутрішнього згорання (ДВЗ) показує, що їх потенціал за показниками продуктивності, безвідмовності, зручності обслуговування тощо реалізується далеко не повністю. Серед основних проблем ефективної експлуатації ДВЗ особливе місце займає їх передпускова тепла підготовка. Ця проблема є суттєвою для газових ДВЗ у складі установок, що забезпечують безперервне живлення відповідальних електричних мереж, для

яких виключається можливість застосування традиційних способів і засобів передпускової підготовки і прогріву. Особливо складним, що супроводжується не тільки зниженням моторесурсу, але й небезпекою аварії, є «холодний» пуск, тобто пуск непрогрітого двигуна в умовах низьких температур навколишнього повітря. Ще однією складністю часто є те, що в таких умовах потрібно зразу ж після пуску здійснювати повне навантаження двигуна. Пускові якості двигунів

оцінюються граничною температурою надійного пуску і часом, необхідним для прийняття навантаження. При низьких температурах самого двигуна і оточуючого його середовища пуск ускладнюється, надійність пуску істотно знижується, а час підготовки до прийняття навантаження зростає.

Експериментальні й розрахункові дослідження газового двигуна К-159М2 (6Ч 12/14), виконані в Інституті газу НАНУ спільно з НТУ і ДонІЗТ УкрДАЗТ, показали, що для полегшення пуску і швидкого прогріву двигуна доцільно використовувати систему передпускового розігріву (прогріву) ДВЗ [1]. Для цього було розроблено тепловий акумулятор з теплоакумуючим матеріалом що має фазовий перехід. Тепловий акумулятор дозволяє накопичувати теплову енергію відпрацьованих газів. Кількість теплоти, яку накопичує тепловий акумулятор відповідає необхідній кількості теплової енергії, що потрібна для попереднього прогріву двигуна від максимально низької температури оточуючого середовища (задається при проектуванні системи) до температури.

Метою роботи є визначення показників паливної економічності і екологічних показників газового двигуна виготовленого на базі дизеля К-159М2 (6Ч 12/14) застосуванням системи розігріву стаціонарного газового двигуна при застосуванні теплового акумулятора з теплоакумуючим матеріалом, що має фазовий перехід, при здійсненні прогріву, пуску і прискореного прогріву після пуску від температури оточуючого середовища до температури при якій відбувається навантаження.

В процесі досліджень розроблена, а після проведення експериментальних досліджень, уточнена математична модель розрахунку параметрів прогріву двигуна, паливної економічності і екологічних показників газового двигуна К159М2 (6Ч 12/14) при застосуванні в системі охолодження теплового акумулятора з теплоакумуючим матеріалом, що має фазовий перехід, під час здійснення пуску і прогріву [2]. Модель дозволяє отримати параметри паливної економічності та екологічні показники двигуна.

Для формування бази вихідних даних розроблена математична модель розрахунку параметрів, були використані експериментальні дані щодо особливостей конструкції і робочого процесу газового двигуна, а також розраховані вихідні дані робочого процесу [4]. В результаті були отримані залежності тиску, температури в циліндрі та температури у випускному колекторі в залежності від повороту колінчастого валу двигуна при частоті обертання холостого ходу. Одним з основних питань при розробці математичної моделі є

вибір режимів роботи системи прискореного прогріву двигуна при передпусковому прогріві. Для цього доцільно в якості режимів для дослідження вибрати розроблений цикл передпускового прогріву, пуску і прискореного прогріву після пуску двигуна, оснащеного системою передпускового розігріву [6].

В математичну модель також закладені поліноміальні залежності, отримані опрацюванням результатів стендових досліджень газового двигуна 6Ч 12/14 а саме, залежності витрати палива при прогріві ДВЗ: зі штатною системою охолодження, з встановленим в систему охолодження прискорюючим насосом для прогріву двигуна, з встановленими дослідним тепловим акумулятором та попереднім прогрівом двигуна до температур «гарячого пуску», а саме: 40°C, 50°C та 60°C. Крім цього, були внесені уточнення в рівняння математичної моделі, які описують характер зміни температур прогріву елементів конструкції блоку циліндрів та головки блоку циліндрів. Уточнені були також коефіцієнти тепловіддачі в елементах системи охолодження з тепловим акумулятором, а також були внесені уточнення в рівняння математичної моделі, які описують процеси заряджання та розряджання теплового акумулятора в процесі роботи [3]. Як складові математичної моделі, з використанням [5], були уточнені рівняння розробленої методики моніторингу теплових параметрів системи охолодження газового двигуна за даними натурної характеристики. В першу чергу це стосується закономірностей процесу охолодження двигуна, в математичній моделі розрахунку параметрів в якості домінуючого параметру при виборі критерію допустимого охолодження газового двигуна К159М2, введені параметри зміни температури на вході в блок циліндрів двигуна. Завдяки цьому отримана можливість в математичній моделі розрахунку параметрів прогнозувати динаміку падіння температурних показників двигуна у часі та давати відповідні рекомендації щодо кількості теплової енергії, інтервалів та тривалості передпускової підготовки двигуна від теплового акумулятора в систему охолодження двигуна.

Для урахування особливостей застосування теплового акумулятора в системі охолодження двигуна в математичну модель закладено умови, основні припущення і модельні уявлення, необхідні для побудови математичної моделі функціонування теплового акумулятора прийнятої конструкції в системі охолодження газового двигуна, при яких відбувається включення, робота і відключення теплового акумулятора в системі охолодження [4]. Моделювання проводилось за наступних умов при застосуванні утилізатора теплової енергії ВГ: без застосування теплового

акумулятора в системі охолодження; без застосування теплового акумулятора в системі охолодження, але з працюючим прискорюючим насосом для прогріву двигуна; при застосуванні теплового акумулятора в системі охолодження з працюючим прискорюючим насосом для прогріву двигуна. В процесі моделювання формувався цикл передпускового прогріву і пуску газового ДВЗ від початку розряджання теплового акумулятора (початок теплової підготовки ДВЗ) до повного його заряджання, що визначається температурою фазового переходу теплоакумулюючого матеріалу. При моделюванні розглядалися процеси передпускового прогрівання газового двигуна К159М2 при різних фіксованих температурах оточуючого середовища, а саме: 20°C, 0°C, -20°C.

Аналіз отриманих результатів довів наступне – на обумовлених температурних режимах система працює наступним чином: прогрів системи охолодження двигуна від теплового акумулятора триває 873 с, 1453 с, 1964 с відповідно, потім при досягненні температури охолоджуючої рідини в системі охолодження 50°C відбувається запуск двигуна та продовжується прогрів системи охолодження ДВЗ від теплового акумулятора та, відповідно, витрати теплової енергії при згоранні палива двигуна до температури охолоджуючої рідини 85°C за 570 с, після досягнення температури охолоджуючої рідини 85°C відбувається зарядка теплового акумулятора, яка триває 462 с, 1696 с, 1878 с відповідно. У той час як прогрів

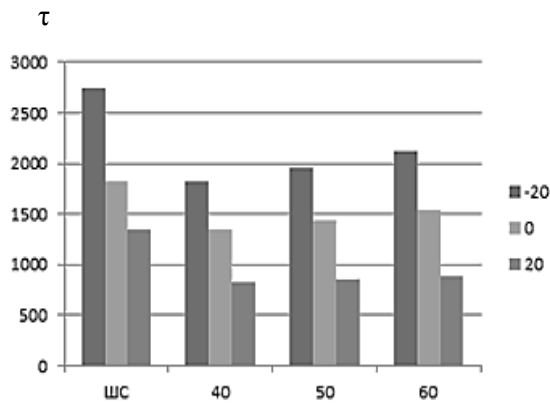


Рис. 1. Порівняльна діаграма значень терміну (часу) прогрівання газового двигуна К159М2 з різними комплектаціями системи охолодження (без теплового акумулятора і з тепловим акумулятором і прискорюючим насосом для прогріву двигуна).

Залежність значення температури прогрівання газового двигуна від часу прогрівання ДВЗ з тепловим акумулятором і прискорюючим насосом для прогріву двигуна при зміні швидкості циркуляції охолоджуючої рідини насосом системи охолодження при температурі оточуючого середовища 0°C для різних зон ДВЗ: а) на виході

ДВЗ класичним методом (без використання теплового акумулятора) буде тривати 1358 с, 1818 с та 2729 с відповідно.

Порівняльна діаграма значень терміну (часу) прогрівання газового двигуна К159М2 з різними комплектаціями системи охолодження представлена на рис. 1, де ШС – штатна система (без теплового акумулятора (при швидкості циркуляції охолоджуючої рідини 0,08 м/с); 40, 50, 60 – температура, до якої проводився попередній прогрів перед пуском (з тепловим акумулятором і прискорюючим насосом для прогріву двигуна при швидкості циркуляції охолоджуючої рідини 0,22 м/с). Аналогічні позначення дійсні для також для рисунків 4, 6, 8. З неї чітко видно, що прогрівання двигуна з використанням теплового акумулятора і прискорюючим насосом для прогріву двигуна однозначно дає вигоду в часі прогрівання у порівнянні зі штатною системою охолодження. На рис. 2 показано результати розрахунку терміну (часу) прогрівання ДВЗ з тепловим акумулятором для варіантів зміни швидкості циркуляції охолоджуючої рідини прискорюючим насосом для прогріву двигуна системи охолодження в залежності від різних температур оточуючого середовища [4]. Аналіз приведених залежностей показує, що для часу прогріву характерне монотонне зменшення часу прогріву при збільшенні швидкості циркуляції охолоджуючої рідини від 0,08 м/с до 0,22 м/с в залежності від температури оточуючого середовища [4].

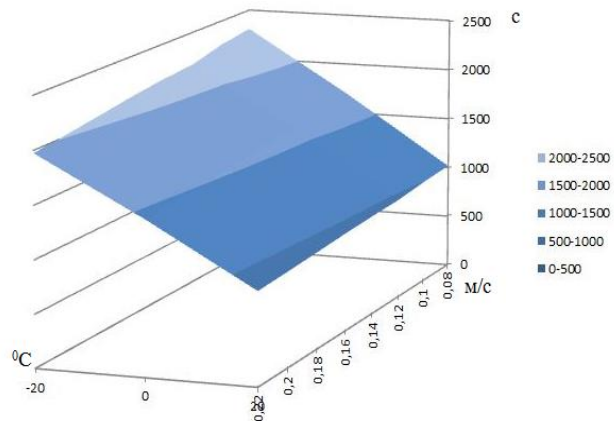


Рис. 2. Залежність часу прогрівання ДВЗ з тепловим акумулятором і прискорюючим насосом для прогріву двигуна від швидкості циркуляції охолоджуючої рідини насосом системи охолодження при різних температурах оточуючого середовища

із ДВЗ, б) в районі головки блоку ДВЗ, в) в районі верхньої мертвої точки, г) в районі нижньої мертвої точки представлена на рис. 3. Порівняння отриманих температурних полів однозначно підтверджує підвищення температури прогрівання ДВЗ з тепловим акумулятором і прискорюючим насосом для прогріву двигуна в

різних його зонах від швидкості циркуляції охолоджуючої рідини. З отриманих залежностей видно, що ДВЗ з тепловим акумулятором і прискорюючим насосом для прогріву двигуна прогривається до температури $t^{\circ}C = 40$ (50/60) $^{\circ}C$ відповідно за 1353 (1453/1551) с., що менше на 486 с. (27%) (396 с. (21%) / 288 с. (16%)) у порівнянні з прогрівом ДВЗ зі штатною системою охолодження до температури $50^{\circ}C$, яка становить 1839 с. При цьому газовий двигун витрачає менше палива відповідно на $0,895$ ($0,789 / 0,643$) m^3 ., що менше на $2,259 m^3$. (72%) ($2,359 m^3$. (75%) / $2,504 m^3$. (79%)) у порівнянні з прогрівом ДВЗ зі штатною системою охолодження до температури $50^{\circ}C$, яка становить $3,147 m^3$.

На рис. 4 показана порівняльна діаграма значень годинної витрати палива при прогріві газового двигуна K159M2 з різними комплектаціями системи охолодження (без теплового акумулятора і з тепловим акумулятором і прискорюючим насосом для прогріву двигуна). З неї чітко видно, що при прогріві газового ДВЗ з використанням теплового акумулятора і прискорюючим насосом для прогріву двигуна однозначно суттєво зменшується годинна витрата палива двигуна у порівнянні зі штатною системою охолодження. На рис. 5 показані результати розрахунку годинної

витрати палива при прогріві газового ДВЗ з тепловим акумулятором і прискорюючим насосом для прогріву двигуна для варіантів зміни швидкості циркуляції охолоджуючої рідини насосом системи охолодження в залежності від різних температур оточуючого середовища [4]. Аналіз приведених залежностей показує, що при прогріві двигуна характерне суттєве зменшення витрати палива при збільшенні швидкості циркуляції охолоджуючої рідини від $0,08$ м/с до $0,22$ м/с без залежності від температури оточуючого середовища [4] Пояснюється це тим, що прогрівання перед пуском здійснюється з використанням теплового акумулятора, тобто пуск двигуна для його прогріву не потрібен, а передпусковий прогрів здійснюється за рахунок тільки теплової енергії, накопиченої тепловим акумулятором.

Разом зі зменшенням витрат палива при прогріві двигуна отримано суттєве зменшення шкідливих викидів у відпрацьованих газах. Оксидів азоту при цьому газовий двигун викидає менше, відповідно до $0,333$ ($0,246 / 0,154$) г., що менше на $5,864$ г. (94%) ($5,617$ г. (96%) / $5,617$ г. (96%)) у порівнянні з прогрівом газового ДВЗ зі штатною системою охолодження до температури $50^{\circ}C$, яка становить $5,864$ г.

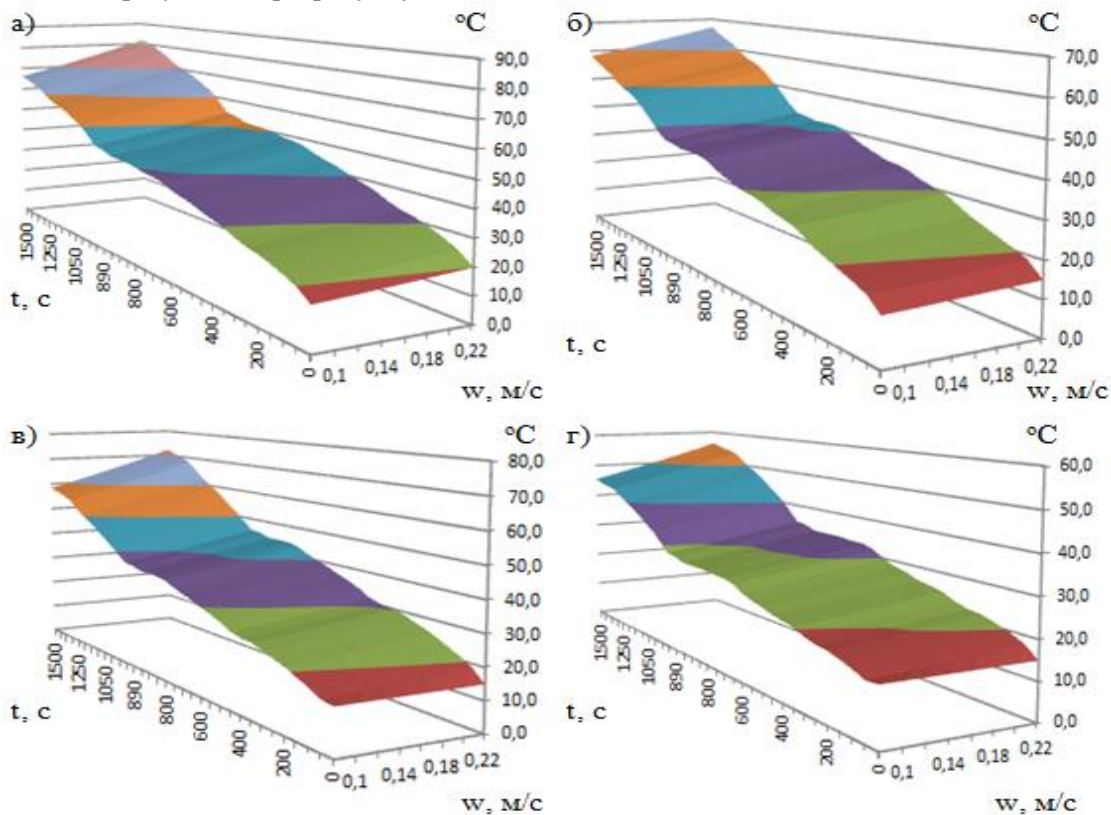


Рис. 3. Залежність значення температури прогрівання газового двигуна K159M2 від терміну (часу) прогрівання ДВЗ з тепловим акумулятором і прискорюючим насосом для прогріву двигуна при зміни швидкості циркуляції ОР насосом системи охолодження при температурі оточуючого середовища $0^{\circ}C$ для різних зон ДВЗ: а) на виході із ДВЗ, б) в районі головки блоку ДВЗ, в) в районі верхньої мертвої точки, г) в районі нижньої мертвої точки

На рис. 6 показано порівняльна діаграма значень викидів оксидів азоту при прогріві газового двигуна K159M2 з різними комплектаціями системи охолодження (без теплового акумулятора і з тепловим акумулятором і прискорюючим насосом для прогріву двигуна). З неї чітко видно, що при прогріві ДВЗ з використанням теплового акумулятора і прискорюючим насосом для прогріву двигуна однозначно суттєво зменшуються викиди оксидів азоту двигуна у порівнянні зі штатною системою охолодження. На рис. 7 показані результати розрахунку викидів оксидів азоту при прогріві ДВЗ з тепловим акумулятором і прискорюючим насосом для прогріву двигуна для варіантів зміни швидкості циркуляції

охолоджуючої рідини насосом системи охолодження в залежності від різних температур оточуючого середовища [4]. Аналіз приведених залежностей показує, що при прогріві ДВЗ характерне суттєве зменшення викидів оксидів азоту при збільшенні швидкості циркуляції охолоджуючої рідини від 0,08 м/с до 0,22 м/с в залежності від температури оточуючого середовища (особливо для температури оточуючого середовища -20 °C) [4]. Пояснюється це тим, що прогрівання перед пуском здійснюється з використанням теплового акумулятора, тобто пуск двигуна для його прогріву не потрібен, а передпусковий прогрів здійснюється за рахунок тільки теплової енергії, накопиченої тепловим акумулятором.

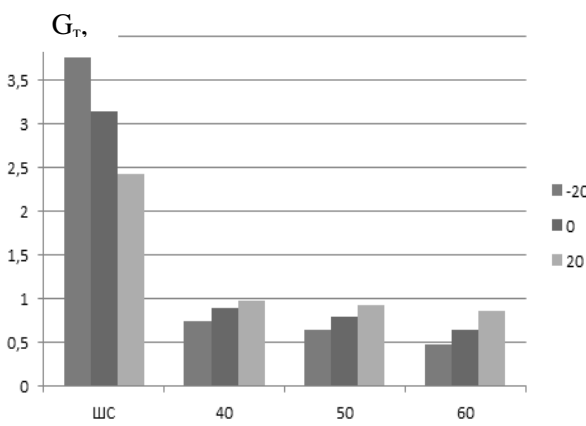


Рис. 4. Порівняльна діаграма значень годинної витрати палива при прогріві газового двигуна K159M2 з різними комплектаціями системи охолодження (без теплового акумулятора і з тепловим акумулятором і прискорюючим насосом для прогріву двигуна) за однаковий проміжок часу

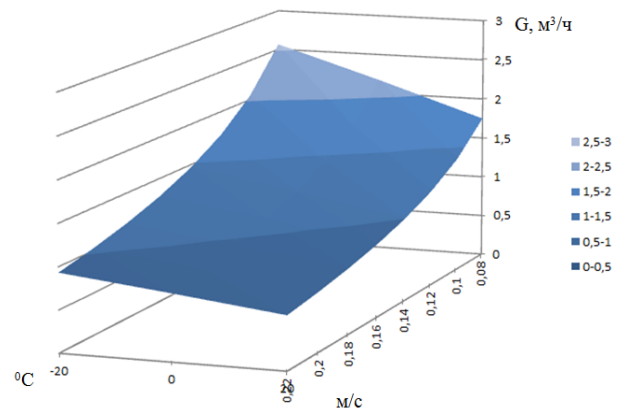


Рис. 5. Залежність значення годинної витрати палива при прогріві газового ДВЗ з тепловим акумулятором і прискорюючим насосом для прогріву двигуна від зміни швидкості циркуляції охолоджуючої рідини насосом системи охолодження при різних температурах оточуючого середовища

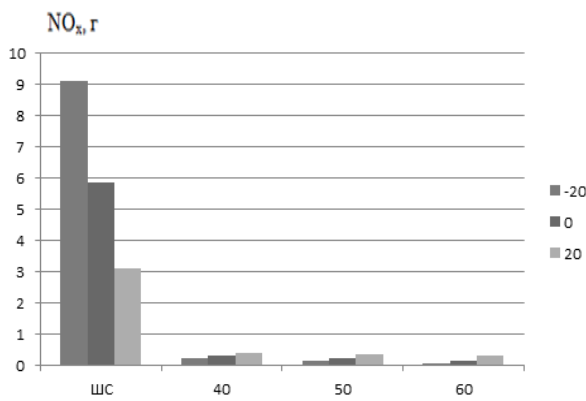


Рис. 6. Порівняльна діаграма значень викидів оксидів азоту при прогріві газового двигуна K159M2 з різними комплектаціями системи охолодження (без теплового акумулятора і з тепловим акумулятором і прискорюючим насосом для прогріву двигуна) за однаковий проміжок часу

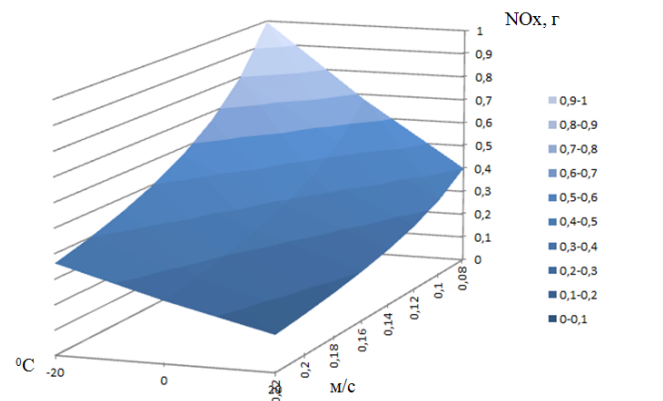


Рис. 7. Залежність значення викидів оксидів азоту при прогріві газового ДВЗ з тепловим акумулятором і прискорюючим насосом для прогріву двигуна від швидкості циркуляції охолоджуючої рідини насосом системи охолодження при різних температурах оточуючого середовища

Викиди твердих часток зменшуються відповідно до 0,056 (0,044 / 0,030) мг., що менше на 0,570 мг. (90%) (0,582 мг. (93%) / 0,596 мг.

(95%)) у порівнянні з прогрівом газового двигуна зі штатною системою охолодження до температури 50 °C, яка становить 0,626мг. На рис. 8

показана порівняльна діаграма значень викидів твердих часток при прогріві газового двигуна K159M2 з різними комплектаціями системи охолодження (без теплового акумулятора і з тепловим акумулятором і прискорюючим насосом для прогріву двигуна). З неї чітко видно, що при прогріві газового ДВЗ з використанням теплового акумулятора і прискорюючим насосом для прогріву двигуна однозначно суттєво зменшуються викиди твердих часток двигуна у порівнянні зі штатною системою охолодження.

На рис. 9 показано результати розрахунку викидів твердих часток при прогріві газового ДВЗ з тепловим акумулятором і прискорюючим насосом для прогріву двигуна для варіантів зміни швидкості циркуляції охолоджуючої рідини насосом системи охолодження в залежності від різних температур оточуючого середовища [4]. Аналіз приведених залежностей показує, що при прогріві газового ДВЗ характерне суттєве зменшення викидів твердих часток при збільшенні швидкості циркуляції охолоджуючої рідини від 0,08 м/с до 0,22 м/с в залежності від температури оточуючого середовища (особливо для температури оточуючого середовища -20°C) [4]. Пояснюється це тим, що прогрівання перед пуском здійснюється з

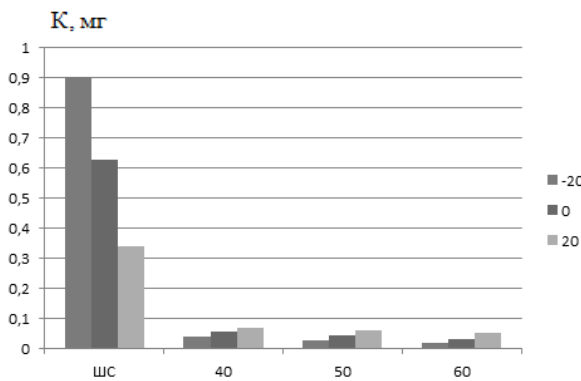


Рис. 8. Порівняльна діаграма значень викидів твердих часток при прогріві газового двигуна K159M2 з різними комплектаціями системи охолодження (без теплового акумулятора і з тепловим акумулятором і прискорюючим насосом для прогріву двигуна) за однаковий проміжок часу

Таким чином, порівнюючи час прогріву τ , витрати G_T газового палива, викиди оксидів азоту NO_x , твердих часток K під час виконання пуску і прогріву його до температури приймання навантаження видно, що тепловий акумулятор і прискорюючим насосом для прогріву двигуна дозволяє суттєво покращити показники часу прогріву (до 16-38%), екологічності (для NO_x до 93-98%, а для K до 88-94%) та економічності (до 62-75%) дослідного ДВЗ при вирішенні проблем холодного запуску й прискореного прогріву ДВЗ за допомогою теплового акумулятора.

використанням теплового акумулятора, тобто пуск двигуна для його прогріву не потрібен, а передпусковий прогрів здійснюється за рахунок тільки теплової енергії, накопиченої тепловим акумулятором.

Отримані результати досліджень можливо пояснити тим, що в процесі прогріву досліджуваній ДВЗ з тепловим акумулятором і прискорюючим насосом для прогріву двигуна спочатку прогривається від запасеної теплоти теплового акумулятора, коли ДВЗ взагалі не працює, а після пуску двигуна зразу ж прогривається від прискорюючим насосом для прогріву двигуна, а не від штатного насосу системи охолодження ДВЗ. При чому, передпусковий прогрів здійснюється для різних температурах охолоджуючої рідини в системі охолодження дослідного двигуна, тобто до $t^{\circ}\text{C} = 40$ (50/60) $^{\circ}\text{C}$, а вже після досягнення цієї температури запускається газовий двигун і починає працювати система охолодження ДВЗ у складі теплового акумулятора і прискорюючим насосом для прогріву двигуна. Це відбувається на відміну від ДВЗ зі штатною системою охолодження, коли двигун починає працювати на х.х. від моменту пуску до досягнення температури (50 $^{\circ}\text{C}$), з усіма недоліками прогріву в режимі х.х. роботи двигуна.

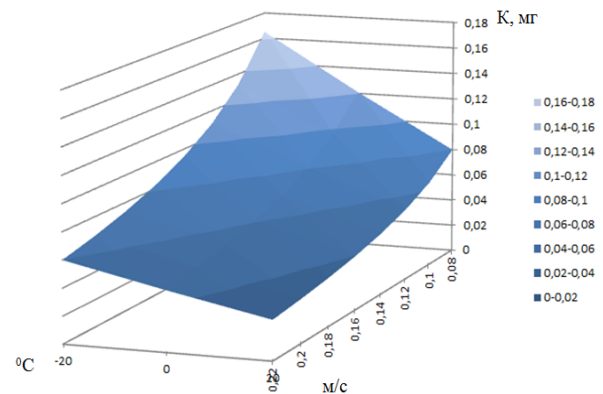


Рис. 9. Залежність викидів твердих часток при прогріві ДВЗ з тепловим акумулятором і прискорюючим насосом для прогріву двигуна від зміни швидкості циркуляції охолоджуючої рідини насосом системи охолодження при різних температурах оточуючого середовища

Результатами проведеного дослідження є також те, що при збільшенні швидкості циркуляції потоку охолоджуючої рідини в системі охолодження ДВЗ з 0,08 м/с (що відповідає швидкості циркуляції охолоджуючої рідини при прогріві ДВЗ в режимі холостого ходу зі штатним насосом) до 0,22 м/с (що відповідає характеристикам прискорюючим насосом для прогріву двигуна), зменшується час прогріву τ , в середньому на 14%, витрати палива G_T на 25%, викиди твердих часток K на 28%, а оксидів азоту NO_x – на 23%.

Таким чином оцінювання ефективності застосування системи передпускового розігріву з тепловим акумулятором і прискорюючим насосом для прогріву двигуна за циклом передпускового прогріву і пуску газового двигуна підтвердило

покращення паливної економічності при роботі, а також ефективність застосування теплового акумулятора, як одного з напрямків покращення екологічних показників ДВЗ без погіршення паливної економічності.

Література

1. Експериментальні дослідження системи комбінованого прогріву двигуна з тепловим акумулятором [Текст] / Д.С. Адров і др. // Зб. наук. праць ДонІЗТ УкрДАЗТ. - Донецьк: ДонІЗТ, 2012 – №31. – С. 158-167.
2. Комп'ютерна програма «Комп'ютерна програма розрахунку паливної економічності і екологічних показників газопоршневого двигуна внутрішнього згорання К-159М2 (6ЧН 12/14) з системою комбінованого прогріву при здійсненні пуску і прогріву». Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 445374 от 03.09.2012. Заявка від 02.07.2012 № 45606 / Грицук І.В. і др. – 2с.
3. Математичні моделі функціонування теплового акумулятора фазового переходу системи комбінованого прогріву ДВЗ / Д. С. Адров і др. // Зб. наук. праць Української державної академії залізничного транспорту. – Харків: УкрДАЗТ, 2012. - №133. - С. 270-277.
4. Результати розрахунку паливної економічності та екологічних показників газопоршневого двигуна внутрішнього згорання за циклом передпускового прогріву і пуску на математичній моделі при застосуванні системи комбінованого прогріву / І. В. Грицук і др. // Зб. наук. праць ДонІЗТ УкрДАЗТ. - Донецьк: ДонІЗТ, 2012 –№32. - С. 185-195.
5. Сычушкин И. В. Автоматизированная система идентификации тепловых параметров водяной системы энергоустановки транспортного средства / И. В. Сычушкин – Режим доступа: http://www1.nntu.nnov.ru/RUS/NEWS/futuretechnology_2005/section02.doc
6. Формування методики визначення паливної економічності та викидів шкідливих речовин двигуна, оснащеного системою комбінованого прогріву, при здійсненні передпускового прогріву, пуску і прискореного прогріву після пуску / І.В. Грицук і др. // Зб. наук. праць ДонІЗТ. – Донецьк: ДонІЗТ, 2013.– №33, с. 163-174.

Gutarevich Y.F., Gritsuk I.V., Dobrovolskiy A.S., Adrov D.S., Verbovsky V.S., Krasnokutskaya Z.I.

Analysis of the survey results fuel economy and environmental performance of the gas internal combustion engine equipped with a pre-heating system in the process of starting and warm-up

Abstract: The paper presents the results of a study of gas engine preheating the internal combustion, which includes a system of accelerated warming and heat recovery system heat storage in the device during warm to ambient temperature to "hot start" and the possibility of loading. A study on the mathematical model of the system engine preheating the internal combustion at different temperature environments. Studies have confirmed the reduction of fuel consumption by warming the engine of internal of combustion, reduced emissions and reduce warm-up time before the possibility loading of internal combustion engine, equipped with a heating system plugs.

Keywords: heat the battery, the system pre-start warm-up, warm-up time, waste heat of the exhaust gases.

Гутаревич Ю.Ф., Грицук И.В., Добровольский А.С., Адров Д.С., Вербовский В.С., Краснокутская З.И.

Анализ результатов исследования топливной экономичности и экологических показателей газового двигателя внутреннего сгорания, оснащенного системой предпускового прогрева, в процессе осуществления пуска и прогрева

Аннотация: В статье приведены результаты исследования системы предпускового прогрева газового ДВС, которая включает в себя систему ускоренного прогрева и систему утилизации теплоты тепловым аккумулятором, в режиме его прогрева от температуры окружающей среды до температуры «горячего пуска» и возможности нагружения. Проведено исследование на математической модели работы системы предпускового прогрева ДВС при разных температурных условиях окружающей среды. Проведенные исследования подтвердили снижение затрат топлива на прогрев ДВС, уменьшение выбросов вредных веществ и сокращение времени прогрева до момента возможности нагружения ДВС, оснащенного системой предпускового прогрева.

Ключевые слова: тепловой аккумулятор, система предпускового прогрева, время прогрева, утилизация теплоты отработанных газов.