

ДОСЛІДЖЕННЯ ПАЛИВНОЇ ЕКОНОМІЧНОСТІ ТА ЕКОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ДВОПАЛИВНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ОБЛАДНАНИХ СИСТЕМОЮ ТЕПЛОВОЇ ПІДГОТОВКИ

Погорлецький Дмитро Сергійович, к.т.н. доц.

Херсонська державна морська академія,

e-mail: dimon150582@gmail.com, ORCID: [0000-0002-1256-8053](https://orcid.org/0000-0002-1256-8053)

Грицук Ігор Валерійович, д.т.н. проф.

Херсонська державна морська академія,

e-mail: gritsuk_iv@ukr.net, ORCID: [0000-0001-7065-6820](https://orcid.org/0000-0001-7065-6820)

Худяков Ігор Валентинович, к.т.н. доц.

Херсонська державна морська академія,

e-mail: igor.khudiakov563@gmail.com, ORCID: [0000-0002-8900-7879](https://orcid.org/0000-0002-8900-7879)

Паливна економічність транспортного засобу (ТЗ) та екологічні параметри під час підготовки та пуску безпосередньо залежать від умов експлуатації. Процес експлуатації в свою чергу безпосередньо залежать від конструктивних особливостей ТЗ, транспортного двигуна, наявності пристроїв теплової підготовки та умов експлуатації.

Існуючий автопарк достатньо широко використовує двигуни, які працюють на бензині та зрідженому нафтовому газі. Особливістю процедури запуску двигуна бензинового або газового ТЗ є те, що запуск відбувається на бензині, а після досягнення встановленої температури системи охолодження (СО) паливна система перемикається з бензину на зріджене газове паливо. Це обумовлено забезпеченням температурного режиму двигуна ТЗ не залежно від змін температури навколишнього середовища. Існують багато методів дотримання температурного стану двигуна ТЗ перед пуском або перед прийняттям їм навантаження. Одним зі способів покращення теплового режиму двигуна ТЗ та скорочення часу прогріву після пуску двигуна, підвищення паливної економічності і екологічності, є використання системи теплової підготовки (СТП) на основі теплового акумулятора фазового переходу (ТАФП). За рахунок використання СТП підтримуються екологічні вимоги до рівня викидів шкідливих речовин двигунами ТЗ, паливна економічність двигуна ТЗ, можливість отримання інформації про процеси теплової підготовки двигуна ТЗ на різних видах паливах, що впливає на вибір способів та методів дослідження паливної економічності двигуна ТЗ, енергетичної та екологічної ефективності. З огляду на вище викладене, це питання є достатньо актуальним для сьогодення.

Дослідженням впливу процесів прогріву двигунів ТЗ на паливну економічність та екологічні показники присвятили свої роботи Гутаревич Ю.Ф., Матейчик В.П., Грицук І.В., Симоненко Р.В., Цюман М.П. та інші [1-3]. У доступних наукових дослідженнях не знайдено результатів визначення впливу конструктивних і експлуатаційних факторів двигунів та ТЗ, обладнаних системами живлення для роботи на бензині та зрідженому нафтовому газі, оснащених СТП на ефективність їхньої роботи під час режимів прогріву.

Метою аналітичних досліджень є визначення паливної економічності та екологічних показників двигуна ТЗ, оснащеного системами подачі бензину та зрідженого нафтового газу та обладнаного СТП. Для цього потребувало вирішити наступні задачі: визначення особливостей формування процесу теплової підготовки; обґрунтування складових дослідження витрати палива і викидів шкідливих речовин двигуна ТЗ з системами подачі бензину та нафтового зрідженого газу, оснащеного СТП на основі ТАФП; формування алгоритму і математичної моделі дослідження; перевірка адекватності моделі та отримання залежностей викидів відпрацьованих газів під час роботи на бензині та зрідженому нафтовому газі за змодельованим Європейським міським їздовим циклом ТЗ в результаті проведеного аналітичного дослідження.

Для вирішення поставлених завдань у якості методологічної основи було використано системний підхід. Для виконання дослідження була використана принципова схема СТП на основі теплового акумулятора, адаптована для ТЗ з двигуном, переобладнаним для роботи на бензині та зрідженому нафтовому газі [1-3]. СТП конструктивно входить в двигуні ТЗ до системи охолодження, системи живлення (для бензину і зрідженого нафтового газу) та системи випуску відпрацьованих газів і виконує частину їх функцій [1-3]. Для досліджень було використано ТЗ та необхідне обладнання, описані в [1-3]. Для дослідження процесів забезпечення теплової підготовки двигуна ТЗ, переобладнаним для роботи на зрідженому газовому паливі, розроблено цикл теплової підготовки (рис. 1) в режимах передпускового та післяпускового прогріву. Особливість ТЗ полягала в тому, що двигун було оснащено СТП на основі ТАФП, який використовується в умовах експлуатації ТЗ.

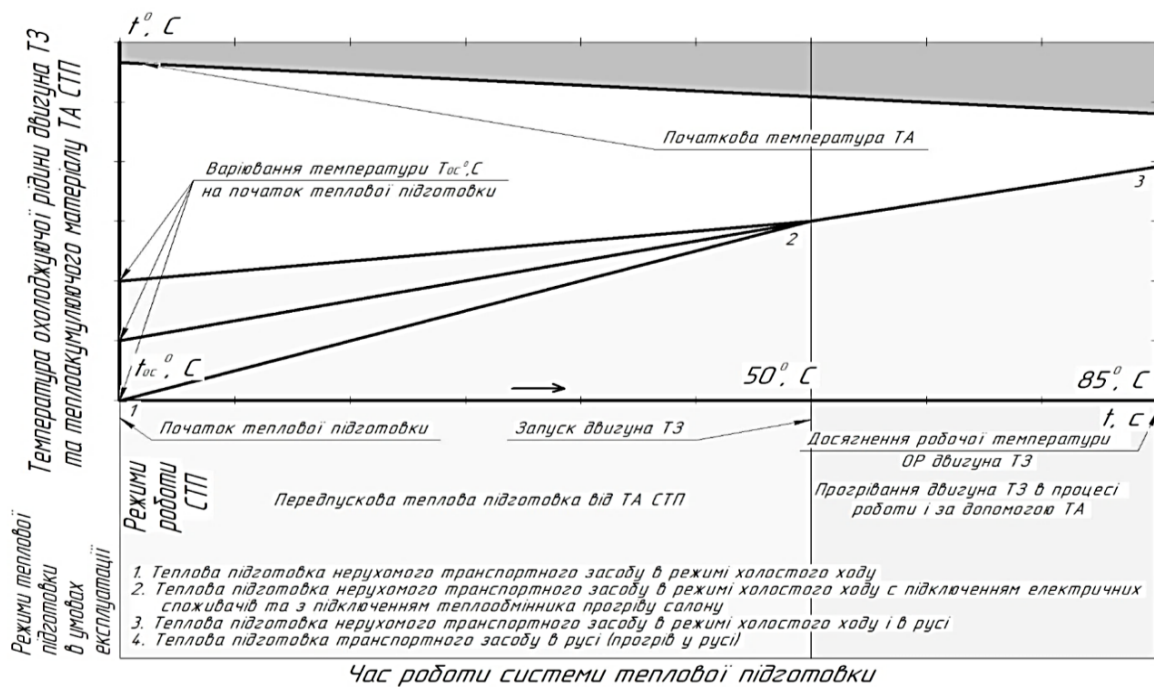


Рисунок 1 – Розроблений цикл теплової підготовки ТЗ з двигуном, переобладнаним для роботи на зрідженому нафтовому газі, оснащеного СТП на основі ТАФП в умовах експлуатації

Застосування СТП за розробленими циклами дозволяє скоротити час прогріву двигуна ТЗ до робочої температури, зменшити витрати рідкого та зрідженого газового палива на прогрів та зменшити викиди шкідливих речовин у відпрацьованих газах (ВГ). Особливостями циклу забезпечення теплової підготовки двигуна ТЗ в умовах експлуатації за допомогою СТП на основі ТАФП є те, що в точці 1 температура оточуючого середовища (ОС) (T_{oc}), а відповідно і температура рідини системи охолодження може змінюватися у широкому діапазоні температур. Залежно від цього можуть варіюватися режими роботи СТП та ТАФП та відповідно, теплоакумлюючого матеріалу (ТАМ) і алгоритми роботи СТП залежно від режимів прогріву ТЗ [1-3].

Для визначення паливної економічності та екологічних показників роботи ТЗ з двигуном, переобладнаним для роботи на бензині та зрідженому нафтовому газі, зі встановленим ТАФП в систему охолодження при відтворенні процесів теплової підготовки була використана модель системи «Двигун-нейтралізатор» (НТУ) [1-3]. Модель представлена диференціальними і алгебраїчними рівняннями та базується на визначенні режимів роботи двигуна при умовному русі ТЗ за їздовим циклом та відповідних цим режимам експериментально вимірних показників роботи двигуна ТЗ з розрахунком за цими даними витрати палива та викидів шкідливих речовин з ВГ на окремих ділянках руху та за їздовим циклом в цілому [1-3]. В моделі був реалізований метод, який дозволить усунути недоліки, властиві конструкції ТЗ та особливостям експериментальних досліджень в умовах експлуатації. Завдяки цьому методу був використаний комплекс трьох взаємопов'язаних складових прийнятого підходу дослідження: інформаційної, аналітичної та енергетичної. Це дозволить поєднати всі можливості реалізації в окремих взаємопов'язаних складових дослідження витрати палива і викидів шкідливих речовин двигуна ТЗ з системами подачі бензину і зрідженого нафтового газу, оснащеного СТП на основі ТАФП (табл. 1) для основних 4-х режимів теплової підготовки [1, 2].

В основі математичної моделі системи «Двигун-нейтралізатор» під час вирішення поставленої мети були використані методи дослідження експлуатаційних показників ТЗ, переобладнаних для роботи на двох видах палива у різних режимах їздового циклу (New European Driving Cycle (NEDC), Європейського міського їздового циклу згідно з ГОСТом 20306–90) та відповідно до Правил ЄЕК ООН №83-05 [1-3]. Такий цикл застосовується для оцінювання екологічної безпеки ТЗ, викидів шкідливих речовин та паливної економічності легкових ТЗ. Цикл складається з чотирьох елементарних міських циклів протяжністю 4,052 км на годину, 780 с та швидкістю 50 км/год і магістрального циклу протяжністю 6,955 км на годину, 400 с і максимальною швидкістю 120 км/год [1-3]. Для встановлення впливу температури ОС на ефективність використання розробленої СТП двигуна ТЗ, виконано розрахункове дослідження за показниками температурного середовища ОС -20°C , 0°C та 20°C . Дані температурні умови не відповідають рекомендованим для проведення випробувань по їздовому циклу (20°C), отримані результати розрахункового дослідження не можуть бути застосовані відповідно до екологічного стандарту, а використовуються для оцінювання ефективності застосування розробленої СТП.

Таблиця 1 – Можливості реалізації в окремих взаємопов'язаних складових дослідження витрати палива та викидів шкідливих речовин двигуна ТЗ

№	Процеси прогрівання транспортного засобу з двигуном, оснащеним системою теплової підготовки на основі теплового акумулятора фазового переходу і системами подачі бензину і нафтового зрідженого газу	Окремі взаємопов'язані складові дослідження витрати палива та викидів шкідливих речовин двигуна транспортного засобу з системами подачі бензину і нафтового зрідженого газу, оснащеного системою теплової підготовки на основі теплового акумулятора фазового переходу								
		Моніторинг процесів теплової підготовки і показників роботи транспортного засобу з двигуном, оснащеним системами подачі бензину і зрідженого нафтового газу в умовах експлуатації			Безпосереднє вимірювання параметрів і показників теплової підготовки, витрати палива і викидів шкідливих речовин транспортного засобу з двигуном, оснащеним системами подачі бензину і зрідженого нафтового газу в умовах експлуатації			Розрахунково-аналітичне дослідження для отримання параметрів і показників теплової підготовки, витрати палива і викидів шкідливих речовин транспортного засобу з двигуном, оснащеним системами подачі бензину і зрідженого нафтового газу		
		Визначення параметрів і показників			Визначення параметрів і показників			Визначення параметрів і показників		
		паливної економічності	теплової підготовки	викидів шкідливих речовин	паливної економічності	теплової підготовки	викидів шкідливих речовин	паливної економічності	теплової підготовки	викидів шкідливих речовин
1	теплова підготовка нерухомого транспортного засобу в режимі холостого ходу	-	+	-	-	+	-	+	+	+
2	теплова підготовка нерухомого транспортного засобу в режимі холостого ходу з підключенням електричних споживачів	-	+	-	-	+	-	+	+	+
3	теплова підготовка нерухомого транспортного засобу в режимі холостого ходу і в русі	- / +	+	- / +	- / +	+	- / +	+	+	+
4	теплова підготовка транспортного засобу в русі (прогрів у русі)	+	+	+	- / +	+	- / +	+	+	+

В основу використаної математичної моделі в режимах їздового циклу ТЗ при моделюванні його руху в циклі покладено визначення необхідного крутного моменту двигуна M_e та частоти обертання колінчастого вала n_d , які забезпечують відповідні значення швидкості V_a і прискорення j_a .

Висновки

Для забезпечення дослідження на предмет особливостей теплової підготовки були сформовані основні чотири режими теплової підготовки двигуна ТЗ, переобладнаним для роботи на бензині і зрідженому нафтовому газі, які найбільш повноцінно розкривають можливості здійснення теплової підготовки для забезпечення пуску ТЗ. Встановлені можливості реалізації в окремих взаємопов'язаних складових дослідження витрати палива і викидів шкідливих речовин двигуна ТЗ, оснащеного СТП на основі ТАФП.

Література

1. Gritsuk, I., Pohorletskyi, D., Mateichyk, V., Symonenko, R. et al., "Improving the Processes of Thermal Preparation of an Automobile Engine with Petrol and Gas Supply Systems (Vehicle Engine with Petrol and LPG Supplying Systems)," SAE Technical Paper 2020-01-2031, 2020, doi:10.4271/2020-01-2031.
2. Gritsuk, I.V., Mateichyk, V., Tsiuman, M., Gutarevych, Y. et al., "Reducing Harmful Emissions of the Vehicular Engine by Rapid After-Start Heating of the Catalytic Converter Using Thermal Accumulator," SAE Technical Paper 2018-01-0784, 2018, doi:10.4271/2018-01-0784.
3. Матейчик В. П., Цюман М. П. Дослідження впливу регулювальних параметрів на паливну економічність і екологічні показники бензинового двигуна з системою нейтралізації відпрацьованих газів. Наукові нотатки. Луцьк: ЛНТУ, 2010. № 28. С. 331–335.