

4. Відсутні необхідні знання у обслуговуючого інженерно-технічного персоналу, а також обладнання для оцінки технічного стану і ремонту ГСУ.

### Литература

1. Раков, В.А. Развитие парка гибридных автомобилей / В.А. Раков // Мир транспорта. – 2013. – №1 – С. 52-59.
2. Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта / Министерство транспорта Украины. – К., 1994. – 36 с.
3. Техническая эксплуатация автомобилей : учебник для вузов по специальности "Автомобили и автомоб. хоз-во" / под ред. Е. С. Кузнецова . – 4-е изд., пе-рераб. и доп. - М. : Наука , 2004 . - 535 с. : ил.
4. Правила охорони праці на автомобільному транспорті. [Затверджено Наказ МНС України 09.07.2012 № 964]. – Київ: 2012. – 69 с.
5. Toyota Prius: модели 2003-2009 г.в.: устройство, техническое обслуживание и ремонт. – М.: Легион-Автодата, 2009. – 568 с.
6. Засоби транспортні дорожні. Експлуатаційні вимоги безпеки до технічного стану та методи контролю: ДСТУ 3649-2010 – [Чиний від 2011-01-07]. – К.: Вид-во стандартів, 2010. – 28 с. (Національний стандарт України).

Грицюк Олександр Васильович, д.т.н., професор, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Левченко Денис Вадимович, аспірант, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

### ВИЗНАЧЕННЯ КРИТЕРІЇВ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ХОЛОДНОГО ПУСКУ АВТОМОБІЛЬНОГО ДИЗЕЛЯ

Розробники сучасних автомобілів орієнтуються на мінімізацію участі водія в контролі процесу роботи агрегатів і вузлів. Вимоги підвищення показників експлуатаційної якості силових установок передбачають автоматизацію систем управління всіх складних процесів згідно певних відпрацьованих алгоритмів, що проходять етап попередніх дослідних випробувань і оптимізації. Це забезпечує надійність роботи окремих систем та двигуна в цілому, а також дозволяє знизити кваліфікаційні вимоги до водіїв автомобільного транспорту.

Одним із складних процесів, що характеризує надійність роботи двигуна та автомобіля в цілому за загальними показниками ефективності та готовності до початку експлуатації є пуск. Холодний пуск дизеля неможливий без виконання заходів з налаштування відповідних характеристик паливоподачі, забезпечення певних мінімальних обертів прокручування КВ та забезпечення достатньої температури в камері згоряння для випаровування крапель палива і спалаху паливо-повітряної суміші. Сучасні тенденції зниження ступеня

стиснення автомобільних дизелів до значень 17 і нижче [1,2] мають негативний вплив на пускові якості холодного двигуна. При цьому актуалізується задача збереження характеристик пуску без застосування засобів передпускового підігріву за рахунок встановлення вимог до характеристик елементів системи пуску, розробки ефективного алгоритму управління та реалізації автоматичного управління процесом пуску.

Розробка ефективного алгоритму управління процесом пуску вимагає проведення попереднього експериментально-розрахункового дослідження, що дозволить утворити розрахункову модель у вигляді регресійного рівняння. Сучасні вимоги щодо відпрацювання ефективного пуску, як комплексного перехідного процесу, вимагають багатофакторної оцінки щодо вагомих параметрів впливу, таких якими можливо керувати або які слід оцінювати для забезпечення надійного пуску. В поточному дослідженні кількість лінійно незалежних факторів, що розглядаються як найбільш впливові на якість пуску, складає шість. Їх найменування та описання наведені в роботі [3]. Проте важливу роль для оцінки якості пускових властивостей, їх оптимізації та подальшого формування ефективного алгоритму управління системою пуску та холостого ходу, займають критерії, за якими буде проведена оцінка досліджуваного процесу.

В Україні і досі немає жодного державного стандарту, що регламентує характеристики пуску ДВЗ, зокрема нових конструкцій малолітражних високооборотних транспортних дизелів. Але всі вимоги щодо створення систем пуску наведено у джерелі [4]. Згідно цих вимог, пускові властивості оцінюють за двома параметрами: граничною температурою надійного пуску холодного двигуна ( $t_{пуск.min}$ ) та часом підготування двигуна до сприйняття навантаження. Проектування сучасного транспортного дизеля вимагає орієнтуватися так само на наявні в Україні вимоги щодо викидів шкідливих речовин згідно нормативу Євро-5, що не дозволяє оцінювати пускові властивості двигуна з умови забезпечення задовільних характеристик пуску дизеля, які спираються виключно на технічні вимоги транспортного засобу і гарантують холодний пуск при певних умовах.

Важливим параметром, який прийнято авторами при розробці методики дослідження процесу пуску дизеля є час, що відводиться для однієї окремої спроби пуску. За умови електростартерного пуску технічними умовами стартера нормується 15 с прокручування колінчастого валу (КВ) [4]. Такий час обраний в якості максимального часу прокручування КВ електростартером у випадку відсутності факту пуску дизеля. Таким чином проводиться ділення експериментальних холодних пусків при різних початкових умовах на ті, що забезпечують пуск дизеля і не забезпечують. Ті ж 15 с обрані верхньою межею часу прокручування в алгоритмі автоматичного управління.

Ще одним допоміжним критерієм є оцінка факту пуску двигуна. Запропонований в [5] критерій наявності 75% спалахів за 2 оберти КВ знайшов практичне підтвердження при проведенні даного експериментального дослідження і також прийнятий для проведення обробки експериментальних

даних. Так, враховуючи той факт, що вимогам проведення експериментального дослідження відповідає створена фізична модель сучасного дизеля, згідно розробленої методики дослідження пуску автомобільного дизеля, можна на практиці стверджувати, що пуск дизеля відбувається при умові появи трьох послідовних спалахів в циліндрах дизеля.

При встановленні меж варіювання значень незалежних керуючих факторів у план експерименту закладалась така мінімальна частота прокручування КВ, яка попередньо визначалась виключно можливістю створення умов для організації будь-якого робочого процесу в циліндрах дизеля. Таким чином, навіть миттєве прискорення КВ в процесі спроби пуску вважалось підставою продовження роботи стартера при наявності 15 с від його включення, або використовувалось для теоретичного прогнозу ймовірного часу пуску при умові його фактичної відсутності.

Таким чином, для вирішення задачі оптимізації процесу пуску запропоновані два основних комплексні показники якості пуску, що відповідають умовам дослідження і характеризують напрямки підвищення надійності пуску ДВЗ та мінімізації витрат енергії на цей процес:

1. Миттєве безперервне прискорення КВ у процесі спроби пуску, що відповідає часу, який витрачено на пуск ДВЗ при оптимальних параметрах системи пуску, та дає можливість, та дає можливість прогнозування цього показника при відсутності пуску.

2. Показник еквівалентної енергетичної складової пуску, що представлений інтегральною характеристикою еквіваленту витраченої енергії за час прокручування КВ зовнішнім джерелом енергії фактично у випадку пуску, або розрахункової при його відсутності.

Перший показник безпосередньо характеризує якість пуску і корелює із широко розповсюдженим показником – часом, витраченим на пуск ДВЗ. Необхідність такого показника в тому, що він дозволяє поєднати в одну групу досліди з різними наслідками, в тому числі без факту пуску на досліджуваному проміжку часу.

Виходячи з того, що запропонований показник якості пуску і традиційний показник часу, витраченого на пуск, є залежними, можна зробити висновок щодо впливу окремих факторів згідно попередніх досліджень. Так з [6, 7] видно, що принаймні один з використаних в дослідженні факторів, а саме кут випередження упорскування палива  $\theta_{ВУП}$  має екстремальне значення всередині діапазону варіювання фактору і гарантовано може бути оптимізований. Стосовно інших факторів завчасно невідомо про їх характер впливу на функцію відгуку всередині прийнятих діапазонів варіювання, проте є підстави припускати нелінійний характер залежності від фактору циклової подачі палива [6].

### Список використаних джерел

1. Pacaud P. Cold Start on Diesel Engine: Is Low Compression Ratio

Compatible with Cold Start Requirements? / P. Pacaud, H. Perrin, O. Laget // SAE International Journal of Engines. – 2009. – Vol. 1, № 1. – С. 831-849.

2. MacMillan D. J. Influences on the Cold Start Behaviour of a Diesel Engine at Reduced Compression Ratio : дис. ... PhD : утв. 05.2009 / David James MacMillan : University of Nottingham. – Nottingham, 2009. – 243 с.

3. Левченко Д.В. Вибір та обґрунтування математичного плану 6-ти факторного експерименту при дослідженні пускових якостей ДВЗ / Д. В. Левченко // Двигатели внутреннего сгорания. – 2021. – № 2'2021. – С. 86-92. DOI: 10.20998/0419-8719.2021.2.12, ISSN: 0419-8719

4. Грицюк О.В. Теоретичні основи та практичні методи створення високообертового малолітражного дизеля багатоцільового призначення : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : спец. 05.05.03 / Грицюк Олександр Васильович ; Харків. НТУ «ХПІ». – Харків, 2010. – 39 с.

5. Назаров В.А., Пусковые процессы семейства перспективных дизелей / В.А. Назаров, Н.Н. Сметнев ; под ред. : В.И. Шаховцева. – М. : НИИНавтопром, 1967. – 104 с.

6. Половинка Э. М. Исследование пусковых режимов судового высокооборотного двигателя / Э.М. Половинка, Р.Я. Гарвалов, Д.С. Мазур, А.О. Рознатовский // Матеріали науково-технічної конференції «Річковий та морський флот:експлуатація і ремонт», 22.03.2018 – 23.03.2018.– Одеса : НУ "ОМА", 2018. – С. 10-14.

7. Грицюк А. В. Опыт применения метода планируемого эксперимента в исследованиях переходных процессов пуска дизельного двигателя / А.В. Грицюк // Двигатели внутреннего сгорания. – Харьков : НТУ «ХПИ», 2012. – № 2. – С. 53-59.

Грицюк Ігор Валерійович, доктор технічних наук, професор, Херсонська державна морська академія, gritsuk\_iv@ukr.net

Худяков Ігор Валентинович, старший викладач, Херсонська державна морська академія, igor.khudiakov563@gmail.com

Погорлецкий Дмитро Сергійович, к.т.н., старший викладач, Херсонська державна морська академія, dimon150582@gmail.com

Агеєв Максим Сергійович, к.т.н., доцент, Херсонська державна морська академія, maxageev73-73@ukr.net

## **РОЗРОБКА МОДЕЛІ БАЗИ ДАНИХ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ,**

Відомі системи моніторингу транспортних засобів, що були розроблені в ХНАДУ і НТУ під керівництвом докторів технічних наук Волкова В.П. [1] , Грищука І.В. [2] та Матейчика В.П. [1] дозволяють здійснювати ідентифікацію транспортного засобу (ТЗ), безперервне автоматичне вимірювання параметрів, що характеризують стан ТЗ, діагностування, а саме контроль справності ТЗ і