

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з наукової роботи
Національного транспортного
університету, д-р техн. наук, професор
Олена СЛАВІНСЬКА

20 24 р.



ВИСНОВОК

про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації
Садовника Івана Дмитровича
на тему: «Поліпшення екологічних показників автомобіля удосконаленням
процесу прогріву каталітичного нейтралізатора відпрацьованих газів»,
що подається на здобуття ступеня доктор філософії
за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт»

Актуальність теми.

Актуальність даного дослідження пов'язана з такими передумовами: жорсткі екологічні вимоги до рівня викидів шкідливих речовин автомобільними двигунами; низька ефективність каталітичного нейтралізатора за низької температури реактора в початковий період прогріву двигуна після пуску; суттєва частка (до 30 %) «холодних викидів» у загальній масі викинутих шкідливих речовин під час повсякденної експлуатації автомобіля в міському циклі; складний вплив фізико-хімічних процесів у каталітичному нейтралізаторі на ефективність нейтралізації шкідливих речовин.

Дослідженням впливу процесів прогріву автомобільного двигуна на екологічні показники автомобіля присвячено роботи Гутаревича Ю.Ф., Матейчика В.П., Грицука І.В., Симоненка Р.В., Цюмана М.П., Тріфонова Д.М., Кухтик Н.О. та інших.

Разом з тим, у наявних наукових дослідженнях не виявлено результатів визначення впливу конструктивних та експлуатаційних факторів систем нейтралізації шкідливих викидів на ефективність їхньої роботи під час режимів прогріву автомобільних двигунів.

Зв'язок теми дослідження з планами науково-дослідних робіт.

Робота виконана згідно плану наукових робіт НТУ на 2019-2021 р.р. за темою «Зниження витрати палива і шкідливих викидів двигунами дорожніх транспортних засобів оптимізацією конструктивних і експлуатаційних факторів» державна реєстрація № 0119U100692, на 2022-2024 р.р. за темою «Поліпшення екологічних показників та паливної економічності двигунів транспортних засобів удосконаленням систем та використанням альтернативних палив» державна реєстрація № 0122U000514.

Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків, рекомендацій, які захищаються.

У дисертаційній роботі вирішено науково-практичне завдання поліпшення екологічних показників автомобіля удосконаленням процесу прогріву каталітичного нейтралізатора відпрацьованих газів, зокрема, вибором доцільних значень експлуатаційних факторів системи нейтралізації шкідливих викидів для підвищення ефективності її роботи під час режиму прогріву автомобільного

двигуна. Вирішення поставленого завдання дозволило одержати наступні наукові та практичні результати:

1. Аналіз досліджень ефективності функціонування системи нейтралізації ВГ в умовах експлуатації автомобіля свідчить про значний вплив як конструктивних так і експлуатаційних факторів на роботу системи. Серед найбільш впливових для сучасних нейтралізаторів є температурний стан нейтралізатора та хімічні умов в реакторі, які характеризуються складом паливоповітряної суміші. Забезпечення ефективної роботи системи нейтралізації одразу після холодного пуску двигуна здатне суттєво поліпшити сумарні викиди шкідливих речовин з ВГ. Аналіз способів прискорення прогріву носія каталітичного нейтралізатора свідчить про певний інтерес дослідників до систем електричного передпускового підігріву, а також використання систем з тепловими акумуляторами. Однак використання цих систем значно ускладнить конструкцію системи випуску. Тому, одним з доцільних способів забезпечення швидкого прогріву каталітичного нейтралізатора після холодного пуску двигуна є оптимізація режимів його роботи, критерієм оптимальності має бути мінімізація викидів шкідливих речовин.

2. Уточнено алгоритм моделювання показників ефективності автомобіля під час руху з урахуванням процесів прогріву двигуна та каталітичного нейтралізатора. Визначено узагальнені залежності параметрів двигуна для використання в математичній моделі руху автомобіля. Визначено інтегральні залежності для моделювання температур охолоджуючої рідини та каталітичного нейтралізатора в процесі їх прогріву.

3. За результатами експериментальних досліджень встановлено, що під час прогріву двигуна в режимі холостого ходу досягнення хімічних та температурних умов, необхідних для ефективної роботи системи нейтралізації ВГ, відбувається в різні моменти часу: раніше досягаються хімічні умови, пізніше температурні. Номінальна ефективність нейтралізації різних шкідливих компонентів ВГ (CO, CH, NO) досягається в різні моменти часу при різних температурах каталітичного нейтралізатора: по NO через 180 с при температурі 295 °С; по CO через 220 с при температурі 305 °С; по CH через 400 с при температурі 330 °С. Необхідні хімічні умови роботи досягаються через 100 с при температурі 230 °С. Досягнення номінальної ефективності системи нейтралізації практично не залежить від часу виходу на робочий температурний режим двигуна за температурою охолоджуючої рідини. Максимальна температура основного каталітичного нейтралізатора в режимі прогріву на холостому ході за час повного прогріву системи охолодження становить 117 °С, що недостатньо для ефективної нейтралізації. Основний нейтралізатор практично не впливає на рівень викидів в цьому режимі. За результатами експериментальних досліджень з'являється можливість уточнення теоретичної моделі для визначення впливу конструктивних та експлуатаційних факторів систем нейтралізації на викиди шкідливих речовин та встановлення поєднання факторів для зменшення викидів.

4. Уточнено основні залежності математичної моделі, отримані в результаті експериментальних досліджень двигуна з системою нейтралізації. За результатами аналізу експериментальних даних визначено математичні залежності моменту механічних втрат, тиску у впускному колекторі, витрати палива, вмісту основних ШР у ВГ, температури ВГ від режиму роботи і температури охолоджуючої рідини.

5. За допомогою критерію Фішера підтверджено адекватність поліноміальних залежностей математичної моделі, які описують момент механічних втрат, тиск у

впускному колекторі, витрату палива, вміст основних ШР у ВГ, температуру ВГ двигуна. Адекватність математичної моделі підтверджується порівнянням експериментальних і розрахункових даних та результатів моделювання витрати палива з даними заводу-виробника автомобіля, похибка по витраті палива складає 0,6 %. Прогнозування витрати палива і викидів шкідливих речовин автомобілем Scoda Fabia з двигуном VW BBU у їздовому циклі за Правилами ЄЕК ООН № 83-05 показує, що застосування попереднього прогріву каталітичного нейтралізатора поліпшує паливну економічність та екологічні показники автомобіля. Доцільним режимом прогріву нейтралізатора слід вважати режим з переключенням передач при 1500 об/хв з розгоном до четвертої передачі, де зведені до СО викиди зменшуються порівняно зі стандартним циклом на 7,1 %, а витрата палива та викиди CO₂ – на 0,6 % та 0,7 % відповідно. Поліпшення екологічних показників відбувається за рахунок скорочення часу виходу каталітичного нейтралізатора на відповідний тепловий режим і як наслідок поліпшується ефективність нейтралізації у початковий період.

Основні результати дослідження, ступінь їх наукової новизни та значущості.

Основні положення, що визначають наукову новизну дисертаційної роботи, полягають у наступному:

- встановлено можливість зменшення витрати палива та викидів шкідливих речовин автомобілем в їздовому циклі завдяки інтенсифікації процесів прогріву двигуна та каталітичного нейтралізатора комбінуванням режимів роботи автомобільного двигуна.

- уточнено теоретичну модель для оцінювання витрати палива та викидів шкідливих речовин автомобілем з урахуванням температурного режиму роботи бензинового двигуна.

- отримано закономірності впливу параметрів режиму роботи двигуна на температуру охолоджуючої рідини та каталітичного нейтралізатора, ефективність нейтралізації, витрату палива та викиди шкідливих речовин з відпрацьованими газами під час умовного руху автомобіля в їздовому циклі з урахуванням конструктивних параметрів системи нейтралізації відпрацьованих газів та режиму прогріву двигуна та нейтралізатора.

Практичне значення роботи.

Практичне значення роботи представляє собою:

- розроблений алгоритм математичного моделювання показників автомобіля в їздовому циклі з урахуванням процесів прогріву двигуна та каталітичного нейтралізатора;

- отримані результати оцінки впливу процесу прогріву двигуна та каталітичного нейтралізатора на паливну економічність і екологічні показники двигуна;

- запропоновано рекомендації щодо вибору доцільних варіантів комбінування режимів роботи автомобільного двигуна для забезпечення якомога менших значень витрати палива та викидів шкідливих речовин в процесі прогріву;

- результати роботи прийняті до використання в діяльності автотранспортного підприємства ТОВ «СІД-АВТО» (Рівненська область, Україна) для розроблення заходів з метою поліпшення екологічності автомобільних перевезень.

Повнота викладення матеріалів дисертації в публікаціях та особистий внесок у них автора.

Результати дисертаційної роботи опубліковано у:

1. Gritsuk, I., Pohorletskyi, D., Mateichyk, V., Symonenko, R., Tsiuman, M., Ivan Sadovnyk, 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, <https://doi.org/10.4271/2020-01-2031>. (Scopus, Q2).

Здобувачеві належить аналіз факторів умов експлуатації та системи живлення двигуна, що впливають на процес прогріву каталітичного нейтралізатора.

2. Цюман М.П., Садовник І.Д. Дослідження ефективності каталітичної нейтралізації відпрацьованих газів автомобільного двигуна в режимі прогріву. Науково-виробничий журнал "Автошляховик України". № 2'2024. С. 70-73. DOI: 10.33868/0365-8392-2024-2-279-70-73.

Здобувачеві належить проведення та аналіз результатів експериментальних досліджень ефективності каталітичної нейтралізації відпрацьованих газів автомобільного двигуна в режимі прогріву.

3. Добровольський О.С., Садовник І.Д. Уточнення математичної моделі руху автомобіля в їздовому циклі з урахуванням прогріву каталітичного нейтралізатора. Науковий журнал "Автомобільні дороги і дорожнє будівництво". Вип. 115.2 (2024).

Здобувачеві належить розробка алгоритму моделювання та уточнення основних залежностей, що описують витрату палива та вміст забруднюючих речовин у відпрацьованих газах двигуна, які використовуються в математичній моделі руху автомобіля в їздовому циклі з урахуванням прогріву каталітичного нейтралізатора.

4. Цюман М.П., Садовник І.Д., Садовник І.І. Аналіз результатів попередніх досліджень щодо впливу процесу прогріву каталітичного нейтралізатора на екологічні показники транспортних засобів. LXXVI наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету. Тези доповідей. – К.: НТУ, 2020. С. 42.

Здобувачеві належить аналіз факторів умов експлуатації та системи живлення двигуна, що впливають на процес прогріву каталітичного нейтралізатора.

5. Цюман М.П., Садовник І.І., Садовник І.Д. Аналіз можливих схем сумісної роботи двигуна внутрішнього згоряння та електродвигуна за показниками паливної економічності та екологічності гібридного автомобіля. LXXVII наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету. Тези доповідей. – К.: НТУ, 2021. С. 37-38.

Здобувачеві належить аналіз впливу режимів роботи двигуна внутрішнього згоряння в енергоустановці гібридного автомобіля на показники прогріву каталітичного нейтралізатора.

6. Микола Цюман, Сергій Сосіда, Іван Садовник, Ігор Садовник. Система моніторингу експлуатаційної ефективності автомобільного двигуна. 15-й Міжнародний симпозіум українських інженерів-механіків у Львові (м. Львів, 20 – 21 травня 2021 р.). Матеріали симпозіуму. Львів, 2021. С. 101-102.

Здобувачеві належить аналіз моніторингових параметрів для оцінювання ефективності прогріву каталітичного нейтралізатора.

7. Садовник І.Д. Дослідження ефективності каталітичної нейтралізації відпрацьованих газів автомобільного двигуна у русі автомобіля в їздовому циклі. Наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету. Збірник тез доповідей. – К.: НТУ, 2022. Вип. 78. С. 26. DOI: 10.33744/2786-6459-2022-78.

8. Микола ЦЮМАН, Іван САДОВНИК. Аналіз ефективності каталітичної нейтралізації відпрацьованих газів автомобільного двигуна в експлуатаційних режимах. Міжнародна конференція «Покращення конструктивних та експлуатаційних показників автомобілів і машин». Збірник тез доповідей. – К.: НТУ, 2022. С. 83-86. DOI: 10.33744/978-966-632-316-6-2022-1.

Здобувачеві належить проведення та аналіз результатів експериментальних досліджень ефективності каталітичної нейтралізації відпрацьованих газів автомобільного двигуна в режимі прогріву.

9. Садовник І.Д. Результати експериментального дослідження ефективності каталітичної нейтралізації відпрацьованих газів автомобільного двигуна. Наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету. Збірник тез доповідей. – К.: НТУ, 2023. Вип. 79. С. 47-48. DOI: 10.33744/2786-6459-2023-79.

10. Садовник І.Д. Результати розрахункового дослідження ефективності каталітичної нейтралізації відпрацьованих газів автомобільного двигуна. Ювілейна наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету. Збірник тез доповідей. – К.: НТУ, 2024, Вип. 80. С. 53-54. DOI: 10.33744/2786-6459-2024-80.

Апробація результатів дослідження.

Теоретичні, методичні та практичні положення дисертаційної роботи представлені у вигляді тез та доповідей на 76-й, 77-й, 78-й, 79-й, 80-й всеукраїнських наукових конференцій професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів Національного транспортного університету у 2020-2024 р.р., 15-тому міжнародному симпозіумі українських інженерів-механіків у Львові у 2021 р., Міжнародній конференції «Покращення конструктивних та експлуатаційних показників автомобілів і машин» у 2022 р.

Оцінка структури дисертації, її мови та стилю викладення.

Дисертація складається із вступу, п'яти розділів, загальних висновків, списку використаних джерел (110 найменувань), додатків.

Дисертаційна робота викладена на 170 сторінках машинописного тексту, проілюстрована 34 рисунками та 9 таблицями. Основна текстова частина становить 122 сторінки.

Текст дисертації викладено технічною мовою, логічно та послідовно. Структура дисертації, мова та стиль викладення відповідають вимогам, які ставить до кандидатських дисертацій Міністерство освіти і науки України. Застосована в роботі наукова термінологія є загальновизнаною, стиль викладення результатів теоретичних і практичних досліджень, нових наукових положень, висновків і рекомендацій забезпечує доступність їх сприйняття та використання.

Робота є самостійно виконаною, завершеною науково-дослідною працею, в якій отримані нові науково обґрунтовані результати, що в сукупності вирішують конкретну наукову-технічну задачу з поліпшення екологічних показників автомобіля удосконаленням процесу прогріву каталітичного нейтралізатора відпрацьованих газів. За своїм змістом, науковим рівнем, актуальністю і практичним значенням відповідає вимогам до робіт такого рівня. Основні наукові результати дисертації в повній мірі опубліковані у вигляді наукових статей у фахових виданнях України і за кордоном.

Загальний висновок:

Враховуючи вищенаведене, дисертаційна робота І.Д. Садовника «Поліпшення екологічних показників автомобіля удосконаленням процесу прогріву каталітичного нейтралізатора відпрацьованих газів», що представлена до розгляду на фаховому семінарі автомеханічного факультету Національного транспортного університету, відповідає вимогам щодо оформлення згідно Наказу Міністерства освіти і науки України №40 від 12.01.2017.

Дисертаційна робота та публікації здобувача відповідають вимогам п. 6-9 Постанови Кабінету Міністрів України №44 від 12 січня 2022 р. Тому, дисертаційна робота І.Д. Садовника «Поліпшення екологічних показників автомобіля удосконаленням процесу прогріву каталітичного нейтралізатора відпрацьованих газів» може бути рекомендована до захисту у разовій спеціалізованій вченій раді.

Головуючий
на фаховому семінарі
автомеханічного факультету
завідувач кафедри автомобілів,
професор, доктор технічних наук



Володимир САХНО