

ЗАТВЕРДЖУЮ

Перший проректор -

проректор з наукової роботи

Національного транспортного

університету, Д-р техн. наук, професор

М.М. Дмитрієв

2024 р.



ВИСНОВОК

про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації
Овчиннікова Дмитра Володимировича
на тему: «Поліпшення показників сучасних бензинових двигунів раціональним
використанням добавки біоетанолу до бензину»,
що подається на здобуття ступеня доктора філософії
за спеціальністю 142 «Енергетичне машинобудування»

Актуальність теми.

Автомобільний транспорт України є найбільшим споживачем світлих нафтопродуктів, більшу частину яких імпортують. Зміна цін на паливо відображається на кінцевій вартості товарів та послуг. Основними джерелами енергії на транспортних засобах є двигуни внутрішнього згорання - двигуни з іскровим запалюванням та дизелі.

В останні роки спостерігається тенденція збільшення частки легкових автомобілів обладнаних двигунами з іскровим запалюванням в порівнянні з дизелями. Це пояснюється вдосконаленням конструкції цих двигунів і, як наслідок, збільшенням питомої потужності та зменшенням питомої витрати палива, а також більш ліпшими екологічними показниками. Зважаючи на постійне збільшення кількості автомобілів, зокрема легкових, однією з гострих проблем є розширення їх паливної бази. Основним видом пального двигунів легкових автомобілів є бензин. Зважаючи на вичерпність запасів нафти та екологічну проблему одним з можливих рішень розширення паливної бази є використання палив з відновлюваних джерел енергії. До таких палив відносять біопаливо, основою для виробництва якого є відходи харчової, сільськогосподарської або деревообробної промисловості. Найближчими замінниками звичного бензину є спиртові палива, зокрема біоетанол. Біоетанол можна використовувати як основне паливо так і в якості добавки до бензину. При використанні біоетанолу як основного палива необхідно вносити зміни до конструкції двигуна. Найбільш доступним шляхом використання біоетанолу є добавка його до бензину. Розміри добавки біоетанолу до бензину безперервно збільшуються, в даний час на автозаправних станціях України доступний сумішевий бензин з добавкою спиртових сполук, основою яких є біоетанол, 40%, тобто такий бензин являє собою бензоспиртову суміш. Ефективне використання таких бензинів можливе не для всіх двигунів, які використовуються в експлуатації і обладнані різними системами живлення. Тому визначення шляхів раціонального використання таких бензинів є актуальною науково – технічною задачею.

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

Представлена дисертаційна робота є завершеним дослідженням, що виконане автором згідно з планами науково-дослідних робіт НТУ в рамках наукової теми кафедри «Двигуни і теплотехніка» на 2017-2018 роки за темою «Поліпшення показників транспортних засобів удосконаленням систем двигунів та застосуванням альтернативних палив» (№ державної реєстрації 0116U007533, інвентарні № 0218U002039 та № 0719U000045), на 2019 рік за темою «Зниження витрати палива і шкідливих викидів двигунами дорожніх транспортних засобів оптимізацією конструктивних і експлуатаційних факторів» (№ державної реєстрації 0119U100692).

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

У дисертаційній роботі вирішено науково-практичне завдання поліпшення показників бензинових двигунів шляхом раціонального використання бензоспиртових сумішей з вмістом спиртових сполук до 36%. Вирішення поставленого завдання дозволило одержати наступні наукові та практичні результати:

1. Теоретичними дослідженнями встановлено відмінності спиртових сполук, зокрема біоетанолу, від бензину, які є причиною зміни показників роботи двигуна при переході на бензин з високим вмістом біоетанолу. Визначено залежності зміни основних фізико-хімічних властивостей сумішевого бензину від вмісту біоетанолу.

2. Експериментальними дослідженнями встановлено, що при великих добавках спиртових сполук до бензину (до 36%) двигун з карбюраторною системою живлення в режимах вище середніх навантажень працює нестабільно, енергетичні показники його різко знижуються. Встановлено, що причинами значного збіднення паливо-повітряної суміші в карбюраторному двигуні при використанні великих добавок біоетанолу до бензину крім зменшення теоретично необхідної кількості повітря для згорання одиниці кількості палива при незначному зростанні густини палива є зменшення кількості палива, що поступає в двигун через дозуючі органи карбюратора, зокрема через головний паливний жиклер, як результат більш високої кінематичної в'язкості біоетанолу в порівнянні з бензином.

3. Розроблена методика розрахунку розмірів дозуючих органів карбюратора при використанні бензинів з великою добавкою спиртових сполук, яка базується на використанні поправочного коефіцієнту, що являє собою відношення кінематичної в'язкості бензину і бензоспиртової суміші для визначення площі отвору головного паливного жиклера . Отримані залежності визначення цих розмірів. Визначені розміри дозуючих органів конкретного карбюратора.

4. Експериментальними дослідженнями доведено, що при використанні визначених за розробленою методикою розмірів дозуючих органів (головного паливного жиклера) забезпечена стабільна робота карбюраторного двигуна на бензині з добавкою спиртових сполук до 36% у всіх навантажувальних і швидкісних режимах.

5. Експериментальними дослідженнями встановлено, що при переведенні карбюраторного двигуна легкового автомобіля з живлення бензином без спиртових

сполук на бензоспиртову суміш з вмістом спиртових сполук близько 36% збільшення витрати палива автомобілем в міському режимі руху складає близько 19,2%, в заміському режимі руху близько 16,4%. Якщо оцінювати витрату палива в енергетичних одиницях, різниця показників між бензином А-95 і бензоспиртовою сумішшю значно менша. В міському режимі збільшення складає 7,6%, в заміському режимі різниця складає 5,5%.

6. Переведення карбюраторного двигуна легкового автомобіля на живлення бензином з великим вмістом спиртових сполук дозволяє значно зменшити викиди основних шкідливих речовин. В проведених експериментальних дослідженнях автомобіля ЗАЗ – 1102 «Таврія» в його русі за Модернізованим Європейським їздовим циклом отримали за роботи на бензині А-95 викиди CO – 4,7 г/км, HC – 1,6 г/км, NMHC – 1,57 г/км, NO_x – 1,48 г/км, за роботи на бензоспиртовій суміші з 36% спиртів показники відповідно складають: викиди CO – 2,05 г/км, HC – 2,0 г/км, NMHC – 1,98 г/км, NO_x – 0,63 г/км. Викиди CO₂ практично однакові для обох палив. В цих дослідженнях встановили, що для поліпшення показників карбюраторного двигуна в несталіх режимах, зокрема зменшення викидів вуглеводнів з відпрацьованими газами, за роботи на бензоспиртовій суміші доцільно збільшити продуктивність прискорювального насоса.

7. Проведені з використанням планування трифакторного експерименту випробування двигуна VW BBY, показали, що при великих добавках спиртових сполук до бензину (до 36%) двигун з системою впорскування та зворотним зв'язком працює стабільно в усіх можливих навантажувальних і швидкісних режимах. Це свідчить про адаптацію системи управління двигуна, таким чином система при використанні бензоспиртових сумішей за рахунок збільшення циклової подачі палива забезпечує стабільну роботу двигуна.

8. Перевірили адекватність математичної моделі руху легкового автомобіля за режимами Модернізованого Європейського їздового циклу з врахуванням особливостей підтримання режимів в процесі стендових випробувань автомобіля та використання характеристик двигунів з різними системами живлення за роботи на різних паливах. Адекватність підтвердили експериментальними дослідженнями автомобіля ЗАЗ-1102 «Таврія» Витрата бензину під час випробувань відрізняється від значення розрахунково отриманої витрати на 6,0 %, різниця витрати бензоспиртової суміші між експериментальною та розрахунковою величиною складає 7,41%.

9. Розрахунками на математичній моделі встановлено, що при переведенні сучасного бензинового двигуна з системою впорскування і зворотним зв'язком з бензину А-95 на бензоспиртову суміш з вмістом спиртових сполук близько 36% можна очікувати збільшення витрати палива легковим автомобілем на 8 – 9 %, Ця величина менша від відносної різниці між нижчою теплотою згорання бензину без спиртових сполук та бензоспиртової суміші з вмістом спиртових сполук близько 36% (15-16%) . Пояснюється це збідненням паливо-повітряної суміші, про що свідчить зростання викидів з відпрацьованими газами вуглеводнів на 18 – 19 % і оксидів азоту близько 2,7 рази, зменшення викидів оксиду вуглецю на 5 – 6 %, зменшення викидів вуглекислого газу на 4 – 5 %. Одним з можливих шляхів зменшення викидів оксидів азоту є налаштування електронної системи управління на збагачення паливо-повітряної суміші, хоча при цьому можливе незначне погіршення

паливної економічності за роботи на бензині без спиртових сполук. Таке налаштування системи доцільне, якщо як основне паливо використовують бензоспиртову суміш.

Основні результати дослідження, ступінь їх наукової новизни та значущості.

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

1. Встановлено, що при переведенні карбюраторного двигуна легкового автомобіля з живлення бензином без спиртових сполук на бензоспиртову суміш з вмістом спиртових сполук, зокрема біоетанолу, близько 36% однією з основних причин збіднення паливо-повітряної суміші, крім меншої теоретично необхідної кількості повітря для згорання одиниці маси палива, є зменшення кількості палива, що проходить через дозуючі органи карбюратора в результаті вищої кінематичної в'язкості біоетанолу в порівнянні з бензином.

2. Розроблена методика визначення доцільних розмірів дозуючих органів карбюратора при використанні бензоспиртових сумішей для забезпечення стабільної роботи двигуна в широкому діапазоні навантажувальних і швидкісних режимів введенням в вираз для визначення складу паливо-повітряної суміші поправочного коефіцієнту, який являє собою відношення коефіцієнтів кінематичної в'язкості бензину і бензоспиртової суміші.

3. Встановлено, що двигуни з системами впорскування бензину і зворотним зв'язком стабільно працюють в усіх режимах при використанні бензоспиртових сумішей з вмістом спиртових сполук до 36%, які широко використовують в експлуатації.

4. Встановлено, що при використанні бензоспиртових сумішей в двигунах з системами впорскування бензину і зворотним зв'язком можливе незначне збіднення паливо-повітряної суміші, що призводить до зростання викидів з відпрацьованими газами оксидів азоту і вуглеводнів. Одним з можливих шляхів зменшення викидів оксидів азоту є налаштування електронної системи управління на збагачення паливо-повітряної суміші, хоча при цьому можливе незначне погіршення паливної економічності за роботи на бензині без спиртових сполук. Таке налаштування системи доцільне, якщо як основне паливо використовують бензоспиртову суміш.

Практичне значення роботи.

Практичне значення роботи представляє собою:

1. Рекомендації по визначенню доцільних розмірів дозуючих органів карбюратора при використанні бензоспиртових сумішей для забезпечення стабільної роботи карбюраторного двигуна.

2. Екологічні показники бензинових двигунів з різними системами живлення за роботи на бензоспиртових сумішах з різним вмістом спиртових сполук.

3. Показники паливної економічності бензинових двигунів з різними системами живлення за роботи на бензоспиртових сумішах з різним вмістом спиртових сполук.

4. Екологічні показники та показники паливної економічності легкового автомобіля з карбюраторним двигуном за роботи на бензині та бензоспиртових

сумішах.

5. Екологічні показники та показники паливної економічності легкового автомобіля з сучасним двигуном з системою впорскування бензину і зворотним зв'язком за роботи на бензині та бензоспиртових сумішах.

6. Уточнена математична модель руху легкового автомобіля з бензиновими двигунами з різними системами живлення за роботи на бензині без добавок та з добавкою до 36% спиртових сполук в русі за режимами Модернізованого Європейського їздового циклу.

7. Результати експериментальних випробувань легкового автомобіля за роботи на паливах різного складу в русі за режимами Модернізованого Європейського їздового циклу.

8. Впровадження результатів дослідження: Департамент транспортної інфраструктури виконавчого органу Київської міської ради (Київська міська державна адміністрація), а також у навчальному процесі Національного транспортного університету (м. Київ) в дисципліні «Альтернативні палива ДВЗ».

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

Статті в наукових фахових виданнях України:

1. Овчинніков Д. В. Біоетанол як моторне паливо: переваги і недоліки. Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К. : НТУ, 2017. – Вип. 1 (37). С. 300 – 307.

2. Овчинніков Д.В. Вплив складу сумішевого бензину на енергетичні показники та паливну економічність автомобілів з різними системами живлення двигуна. Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. Науковий журнал. – Луцьк: Луцький НТУ, 2019.– №2(13). С. 131 – 138.

3. Гутаревич Ю.Ф., Шуба Є.В., Овчинніков Д.В. Вплив величини добавки спиртових сполук до бензину на показники роботи карбюраторного двигуна. Вісник Національного транспортного університету. – К. : НТУ, 2018. – Вип. 42. С. 19 – 28.

Здобувачеві належить аналіз зміни показників роботи карбюраторного двигуна в різних навантажувальних режимах при використанні бензину з добавкою спиртових сполук 0, 18 і 36%.

4. Добровольський О.С., Карєв С.В., Ступак Н.С., Овчинніков Д.В., Ричок С.О. Вплив вмісту спирту в бензині на паливну економічність сучасного двигуна. Науковий журнал «Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського». Серія: Технічні науки. Том 29 (68) № 2 2018. С. 299 – 305.

Здобувачеві належить визначення поліноміальних залежностей показників роботи двигуна з системою впорскування і зворотнім зв'язком.

Статті в наукових періодичних виданнях інших держав:

5. Овчинніков Д.В., Ричок С.О. Вплив величини добавки спиртових сполук до бензину на паливну економічність карбюраторного двигуна. Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Lukasiewicza. Systemy i srodki transportu samochodowego. Problemy eksploatacji i diagnostyki. Wybrane zagadnienia. Monografia nr 14. Seria: Transport / Systemy I Środki transportu samochodowego / Rzeszów. 2018. Politechnika Rzeszowska. 2018. Nr.14, С. 101-107.

Здобувачеві належить опрацювання результатів експерименту

6. Овчинніков Д. В., Гутаревич С.Ю. Особливості роботи двигунів з іскровим запалюванням за різних добавок спиртових сполук до бензину. Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Lukaszewicza. Systemy i środki transportu samochodowego. Problemy eksploatacji i diagnostyki. Wybrane zagadnienia. Monografia nr 17. Seria: Transport / Systemy i Środki transportu samochodowego / Rzeszów. 2019. Politechnika Rzeszowska. 2019. Nr.17, С. 89-95.

Здобувачеві належить опис роботи двигунів з різними системами живлення за допомогою поліноміальних залежностей та визначення залежностей основних показників роботи двигунів від частоти обертання, крутного моменту (розрідження у впускному трубопроводі) і вмісту спиртових сполук у бензині.

Публікації апробаційного характеру:

7. Овчинніков Д.В. Необхідність підвищення теплового стану двигуна при використанні бензину з добавкою біоетанолу. Матеріали LXXIII наукової конференції професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та структурних підрозділів університету. - К.: НТУ, 2017 – С.43.

8. Овчинніков Д.В., Ричок С.О. Особливості роботи двигуна на бензині з добавкою біоетанолу. Матеріали LXXIV наукової конференції професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та структурних підрозділів університету. - К.: НТУ, 2018. ст. 39.

9. Добровольський О.С., Овчинніков Д.В., Ступак Н.С. Возможность расширения топливной базы автомобильного транспорта. Наука – образованию, производству, экономике: материалы 16-й Международной научно-технической конференции. –Минск: БНТУ, 2018. –Т. 2. С.71.

Здобувачеві належить аналіз даних щодо можливого вмісту спиртових сполук в бензині в двигунах з різними системами живлення.

10. Гутаревич Ю.Ф., Шуба Є.В., Овчинніков Д.В. Вплив величини добавки спиртових сполук до бензину на показники роботи бензинового двигуна. Міжнародна науково-практична конференція "Новітні технології розвитку автомобільного транспорту". Україна, м. Харків 16-19 жовтня 2018р. С. 224-225.

Здобувачеві належить оцінка великого вмісту спиртових сполук в бензині на склад паливо-повітряної суміші.

11. Овчинніков Д.В. Вплив величини добавки біоетанолу до бензину на показники роботи бензинового двигуна. Матеріали LXXV наукової конференції професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та структурних підрозділів університету. - К.: НТУ, 2019. С.41..

Представлений перелік публікацій повністю висвітлює результати виконаних досліджень і задовольняє вимоги п. 11 Постанови Кабінету Міністрів України від 6 березня 2019 р. №167 «Про проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії»

Апробація результатів дослідження.

Теоретичні, методичні та практичні положення дисертаційної роботи були представлені та отримали позитивну оцінку на:

– LXXIII, LXXIV, LXXV наукових конференціях професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів Національного транспортного університету (м. Київ, Україна, 2017, 2018 і

2019 рр.);

– 16-й міжнародній науково-технічній конференції «Наука – образованию, производству, экономике» (м. Мінськ, Білорусь, 2018 р.);

– Міжнародній науково-практичній конференції "Новітні технології розвитку автомобільного транспорту". Україна, м. Харків 16-19 жовтня 2018р.

Оцінка структури дисертації, її мови та стилю викладення.

Дисертація складається із вступу, п'яти розділів, загальних висновків, списку використаних джерел (97 найменувань), додатків.

Дисертаційна робота викладена на 201 сторінках машинописного тексту, проілюстрована 58 рисунками та 25 таблицями. Основна текстова частина становить 150 сторінок.

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 загально визнаною, стиль викладення результатів теоретичних і практичних досліджень, нових наукових положень, висновків і рекомендацій забезпечує доступність їх сприйняття та використання.

Зміст дисертації відповідає напряду досліджень пункту 3 «Сумішоутворення та згоряння палива, використання традиційних і альтернативних палив у двигунах. Вплив робочих тіл, теплоносіїв та мастильних матеріалів на характеристики двигунів та енергоустановок. Розробка та дослідження конструктивних методів і технологій підвищення ефективності комплексного використання паливно-енергетичних ресурсів» Паспорту спеціальності 05.05.03 – двигуни та енергетичні установки. (за відсутності відповідних вимог для спеціальності 142 «Енергетичне машинобудування»).

Загальний висновок:

Враховуючи вище наведене, дисертаційна робота Д.В. Овчиннікова «Поліпшення показників сучасних бензинових двигунів раціональним використанням добавки біостанолу до бензину» відповідає вимогам щодо оформлення згідно Наказу Міністерства освіти і науки України №40 від 12.01.2017.

Дисертаційна робота, а також представлені публікації, задовольняють вимоги п. 9-12 Постанови Кабінету Міністрів України від 6 березня 2019 р. №167 «Про проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії».

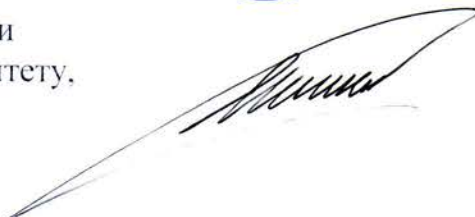
Робота може бути рекомендована до захисту у спеціалізованій вченій раді.

Рецензент,
завідувач кафедри автомобілів
Національного транспортного університету,
д-р техн. наук, професор



В.П. Сахно

Рецензент,
доцент кафедри двигунів і теплотехніки
Національного транспортного університету,
канд. техн. наук, доцент



М.П. Цюман