

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НА ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ БОГДАН-63172 УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ЖИВЛЕННЯ ДВИГУНА ЯМЗ-7511

¹ Вінницький національний технічний університет

Анотація

Метою дослідження є підвищення техніко-економічних та екологічних показників військового автомобіля Богдан-63172 покращенням конструкції двигуна ЯМЗ-7511 зміною кількості соплових отворів форсунок за умови збереження їх сумарної площі.

У завдання роботи входила розробка рекомендацій щодо зміни конструктивних параметрів системи живлення дизеля ЯМЗ-7511 для покращення техніко-економічних та екологічних показників військового автомобіля Богдан-63172.

Аналіз результатів розрахункового дослідження дозволяє зробити висновки про те, що удосконалення системи живлення дизеля позитивно впливає на тягово-динамічні та паливні параметри машини, середня швидкість руху на маршруті та інтегральна циклічна економічність зросли на 2,1% та 3,9% відповідно, разом з цим зафіксовано суттєве зниження антропогенного навантаження - масовий викид дисперсних частинок на контрольному відрізку траси впав на 16,7%.

Ключові слова: техніко-економічні показники автомобіля, дизель, зовнішня швидкісна характеристика двигуна, магістральний цикл.

Abstract

The purpose of the work is to increase the technical and economic and environmental indicators of the Bogdan-63172 military vehicle by improving the design of the YaMZ-7511 engine by changing the number of nozzle openings of the injectors while maintaining their total area.

The task of the work included the development of recommendations for changing the design parameters of the YaMZ-7511 diesel power system to improve the technical, economic and environmental performance of the Bogdan-63172 military vehicle.

Analysis of the results of the calculation study allows us to draw conclusions that the improvement of the diesel power system has a positive effect on the traction-dynamic and fuel parameters of the vehicle, the average speed on the route and the integral cyclic efficiency increased by 2.1% and 3.9%, respectively, along with this, a significant decrease in anthropogenic load was recorded - the mass emission of dispersed particles on the control section of the route fell by 16.7%.

Keywords: technical and economic indicators of the vehicle, diesel, external speed characteristics of the engine, highway cycle.

Вступ

Питання раціонального використання ресурсів та мінімізації шкідливого впливу на довкілля у сфері автомобільного транспорту набувають дедалі більшої ваги. Ефективно розв'язати це завдання можна шляхом зменшення витрат пального та обмеження викидів небезпечних речовин під час роботи машин. Сьогодні саме транспортна галузь залишається головним ринком збуту для нафтопереробної промисловості.

При цьому більшість транспортних засобів оснащено саме дизельними поршневыми ДВЗ. Оскільки реальної заміни таким силовим установкам наразі немає, першочергового значення набуває оптимізація їхньої роботи задля досягнення кращих паливних та екологічних показників.

Робота автомобільної техніки не може бути продуктивною без збереження її ключових експлуатаційних параметрів на сучасному рівні. До того ж, масштабне розширення автопарку зумовлює серйозні виклики у сфері стабільного постачання енергоносіїв.

Модернізація транспортних засобів безпосередньо залежить від удосконалення робочих властивостей їхніх силових установок. Саме тому для покращення характеристик дизельних автомобілів та їхньої повної відповідності чинним стандартам сьогодні аналізуються всі потенційні методи та технологічні рішення.

Результати дослідження

У якості об'єкта цього науково-технічного дослідження виступає колісна машина «Богдан-63172». Цей транспортний засіб представляє собою тривісну вантажівку з усіма ведучими мостами (повнопривідна конфігурація), яка характеризується підвищеними параметрами прохідності та була спроектована фахівцями корпорації «Богдан» спеціально для забезпечення потреб Збройних Сил України.

Базові технічні характеристики та вагогабаритні параметри.

Колісна формула: 6×6 (усі осі ведучі, з блокуванням міжколісного диференціала середньої осі).

Вантажопідйомність: 11 000 кг.

Споряджена маса: 14 000 кг.

Повна маса: 25 150 кг.

Габаритні розміри платформи: 10450 / 2750 / 4320 мм (довжина / ширина / висота).

Проаналізуємо характер трансформації експлуатаційних, паливних та екологічних характеристик вантажівки «Богдан-63172» внаслідок модернізації її силової установки ЯМЗ-7511. Чисельний експеримент базувався на порівняльному аналізі робочих параметрів автомобіля під час його переміщення по трасі в умовах магістрального їздового циклу.

Зазначений магістральний алгоритм виконується на контрольному відрізку дистанції завдовжки 4000 м. Початкова фаза передбачає старт руху машини зі стабільною швидкістю 30 км/год. Надалі здійснюється інтенсивне розгоняння з послідовним виходом на швидкісні режими 50, 70 та 75 км/год, після чого реалізується етап уповільнення ходу до позначок 65 і 45 км/год (рис. 1).

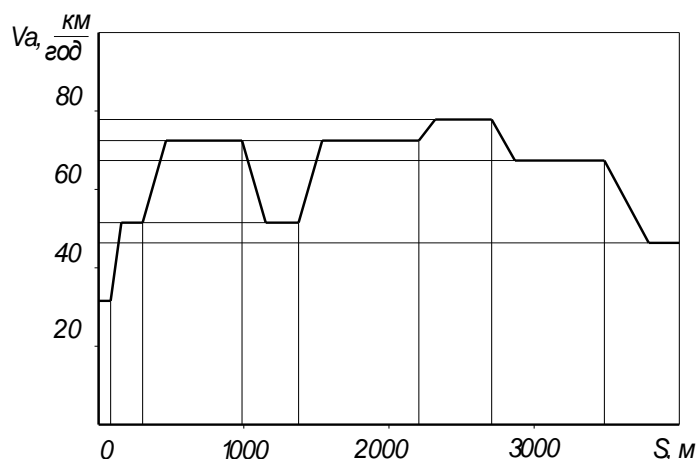


Рисунок 1 – Схема магістрального циклу на дорозі для автомобілів повною масою більше 3,5т за ДСТУ 20306-95

Для дослідження вибираємо три варіанти налаштування паливної системи дизеля ЯМЗ-7511:

варіант при 3 отворах у розпилювачі форсунки при якому потужність N_e дорівнює 300 кВт, крутний момент 1785 Н*м, питома витрата палива 181 г/(кВт*год), емісія твердих часток у відпрацьованих газах 0,150 г/(кВт*год);

штатний режим при 5 отворах в розпилювачі форсунки при якому потужність N_e дорівнює 294 кВт, крутний момент 1768 Н*м, питома витрата палива 188 г/(кВт*год), емісія твердих часток у відпрацьованих газах 0,175 г/(кВт*год);

варіант при 6 отворах у розпилювачі форсунки при якому потужність N_e дорівнює 285 кВт, крутний момент 1745 Н*м, питома витрата палива 206 г/(кВт*год), емісія твердих часток у відпрацьованих газах 0,300 г/(кВт*год).

Результати розрахунків техніко-економічних та екологічних показників автомобіля Богдан-63172 при застосуванні у двигуні ЯМЗ-7511 підвищеного при різній кількості отворів у розпилювачі форсунок наведені в табл. 3.2.

Для проведення порівняльного аналізу було обрано три альтернативні конфігурації регулювання паливної апаратури дизельної системи ЯМЗ-7511:

- перший варіант (модернізований): передбачає встановлення розпилювачів форсунок із 3 отворами, що забезпечує досягнення номінальної потужності $N_e = 300$ кВт, максимального крутного моменту $M_e = 1785$ Н·м, питомої ефективної витрати пального $g_e = 181$ г/(кВт·год) та масової концентрації сажі у вихлопі $C = 0,150$ г/(кВт·год).
- другий варіант (базовий): відповідає штатному заводському конструюванню з 5-сопловими розпилювачами, за якого вихідні параметри становлять: потужність $N_e = 294$ кВт, крутний момент $M_e = 1768$ Н·м, питома витрата палива $g_e = 188$ г/(кВт·год), а емісія твердих часток – $C = 0,175$ г/(кВт·год).
- третій варіант (альтернативний): базується на використанні 6-соплової конфігурації розпилювача, за якої фіксуються такі показники: потужність $N_e = 285$ кВт, крутний момент $M_e = 1745$ Н·м, питома ефективна витрата $g_e = 206$ г/(кВт·год) та рівень сажових викидів $C = 0,300$ г/(кВт·год).

Зведені результати чисельного моделювання, що відображають інтегральні паливно-економічні, тягові та екологічні характеристики вантажного автомобіля «Богдан-63172» за умов адаптації дизеля ЯМЗ-7511 до різної кількості розпилювальних отворів, систематизовано й наведено нижче в табл. 1.

Таблиця 1 - Показники автомобіля Богдан-63172 при русі за магістральним циклом

Показники руху за магістральним циклом	Кількість отворів в розпилювачі форсунок		
	3	5	6
Середня швидкість руху автомобіля, км/год	63,10	61,84	59,95
Час руху по магістральному циклу, с	228,21	232,85	240,20
Витрата палива за час руху, г	1720,95	1787,51	1965,72
Викиди дисперсних частинок під час руху за магістральним циклом, г	13,99	16,32	27,98

Підсумовуючи результати проведених чисельних досліджень, можна констатувати, що мінімізація кількості соплових каналів у розпилювачах форсунок до 3 одиниць забезпечує відчутну оптимізацію тягових та паливних характеристик вантажівки «Богдан-63172» з модернізованим дизелем ЯМЗ-7511. Зокрема, показник середньої швидкості руху на маршруті та загальна паливна економічність у межах їздового циклу зросли на 2,1% та 3,9% відповідно. Разом із цим суттєво покращився екологічний профіль транспортного засобу: сумарна емісія твердих дисперсних часток під час виконання магістрального циклу скоротилася на 16,7%.

Навпаки, розширення конфігурації розпилювача до 6 отворів призводить до закономірної деградації динамічних та економічних властивостей автомобіля «Богдан-63172». У цьому випадку середня швидкість переміщення та інтегральна економічність за цикл впали на 3,2% та 9,9% відповідно. Екологічні параметри машини за таких умов зазнали серйозного регресу - сумарна вага викидів сажі під час руху зафіксувала стрімке зростання на 71,4%.

Висновки

Дослідження присвячене розв'язанню значущого науково-технічного завдання - оптимізації паливних, експлуатаційних та екологічних характеристик армійської вантажівки «Богдан-63172» через модернізацію її базової силової установки ЯМЗ-7511 за допомогою варіації кількості соплових каналів розпилювачів форсунок при незмінній загальній площі їхнього живого перерізу.

У межах проведеної роботи детально досліджено закономірності формування паливно-повітряного заряду в дизельних двигунах транспортних засобів. Окрему увагу приділено комплексному аналізу впливу різноорідних чинників на тягово-потужнісні властивості двигунів внутрішнього згоряння, а також розглянуто практичні підходи до форсування їхньої індикаторної, ефективної та літрової потужності.

Порівняльний аналіз експлуатаційних, паливних та токсичних характеристик вантажного автомобіля «Богдан-63172» під час руху за умов магістрального їздового циклу внаслідок модернізації його дизеля ЯМЗ-7511 засвідчив:

- комплексна оптимізація при 3 отворах: зменшення кількості соплових каналів до 3 одиниць позитивно впливає на тягово-динамічні та паливні параметри машини, середня швидкість руху на маршруті та інтегральна циклічна економічність зросли на 2,1% та 3,9% відповідно, разом з цим зафіксовано суттєве зниження антропогенного навантаження - масовий викид дисперсних частинок на контрольному відрізьку траси впав на 16,7%;

- регрес характеристик при 6 отворах: збільшення кількості соплових каналів розпилувача до 6 одиниць призводить до закономірного погіршення тягово-швидкісних та паливних властивостей вантажівки «Богдан-63172» з дизелем ЯМЗ-7511. Зафіксовано зниження середньої швидкості переміщення та циклічної паливної економічності на 3,2% та 9,9% відповідно. Паралельно відбулася суттєва деградація екологічних параметрів машини - сумарна емісія дисперсних часток під час виконання магістрального їздового циклу збільшилася на 71,4%.

Список використаної літератури

1. Захарчук В.І. Основи теорії та конструкції автомобільних двигунів: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. / В.І. Захарчук. - Луцьк: ЛНТУ, 2011 – 233 с.

2. Шапко В. Ф. Автомобільні двигуни. Основи теорії та характеристики поршневих двигунів внутрішнього згорання: навчальний посібник. / В.Ф. Шапко. – Харків: Точка, 2014. – 148 с.

3. Крайник Л.В. Автоматизований вимірювальний комплекс для досліджень паливно – швидкісних характеристик АТЗ на різних типах доріг. / Л.В.Крайник, Ю.І.Бударецький, Я.Ф.Митник, М.Г.Грубель. // Вестник ХНАДУ. Вип. 38, 2014 – С.318 – 320.

Мороз Лариса Василівна – ст. викладач, кафедра військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: morozlarisa764@gmail.com

Кляшторний Олександр Олександрович – студент, навчальна група 1АТ-24мс, Факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: farv@gmail.com

Бучко Олексій Юрійович – студент, навчальна група 51-МАШмаг, Вінницький національний аграрний університет, м.Вінниця, e-mail: uleecsei@gmail.com

Науковий керівник: **Поляков Андрій Павлович** – д.т.н., професор, завідувач кафедри військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, e-mail: farv@vntu.edu.ua

Moroz Larysa V. — senior Lecturer, Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: morozlarisa764@gmail.com

Klyashorny Olexsandr Olexsandrovych – student, study group 1AT-24ms, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: farv@gmail.com

Buchko Olexsii Yuriiovych – student, study group 51-MASHmag, Vinnytsia National Agrarian University, Vinnytsia, e-mail: uleecsei@gmail.com

Supervisor: **Polakov Andriy P.** – Dr. Sc. (Eng.), professor, head of the Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, e-mail: farv@vntu.edu.ua