

Міністерство освіти і науки України
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ “ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА”

Галушак Олександр Олександрович



УДК 629.113.52

**ПОЛПШЕННЯ ПОКАЗНИКІВ АВТОМОБІЛЯ ШЛЯХОМ ВПЛИВУ НА
РОБОЧІ ПРОЦЕСИ ДИЗЕЛЯ ПРИ РОБОТІ НА СУМІШІ ПАЛИВ**

Спеціальність 05.22.02 – автомобілі та трактори

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Львів – 2017

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана на кафедрі «Автомобілі та транспортний менеджмент» Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник:

доктор технічних наук, професор
Поляков Андрій Павлович,
Вінницький національний технічний університет,
директор Центру моніторингу якості освіти та інновацій
навчального процесу.

Офіційні опоненти:

доктор технічних наук, доцент
Захарчук Віктор Іванович,
Луцький національний технічний університет,
в.о. завідувача кафедри автомобілів і транспортних
технологій;

кандидат технічних наук
Агамась Артем Іванович,
Національний центр "Мала академія наук України",
науковий співробітник відділу створення навчально-
тематичних систем знань, м. Київ.

Захист відбудеться 29 березня 2017 р. о 14⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради К 35.052.20 у Національному університеті "Львівська політехніка" за адресою: 79013, м. Львів, вул. С. Бандери, 8, корпус XIV, ауд. 61.

З дисертацією можна ознайомитись у науково-технічній бібліотеці Національного університету "Львівська політехніка" за адресою: 79013, м. Львів, вул. Професорська, 1.

Автореферат розісланий « 27 » лютого 2017 р.

Учений секретар
спеціалізованої вченої ради



М. Ф. Боднар

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Автомобілі з двигунами внутрішнього згорання стали незамінним атрибутом сьогодення. Їх широке використання потребує великої кількості палива, вимоги до якого постійно змінюються. В Україні об'єм виробництва палива з власної сировини не може забезпечити потреби внутрішніх споживачів, це спонукає науковців на пошук альтернативних, відновлюваних видів палива та способу їх використання.

Світова спільнота приділяє багато уваги стану екології та вимагає свідомого ставлення до навколишнього середовища. Прикладом цього є Кіотський протокол, регулярний перегляд норм екологічного стандарту «Євро» (що регулює вміст шкідливих речовин у відпрацьованих газах) та ін. Викиди шкідливих речовин у відпрацьованих газах двигунів становлять приблизно 39% від усього обсягу шкідливих викидів, а у містах сягають 70–90%. Тому використання альтернативного палива, крім можливості його виробництва безпосередньо в Україні, повинно давати можливість зменшити кількість шкідливих речовин у відпрацьованих газах двигуна.

Біодизельне паливо (БП) є одним з перспективних заміників традиційного палива на основі нафти. Україна має потужний потенціал у виробництві біопалив, зокрема БП, починаючи від вирощування сировини - закінчуючи кінцевим продуктом (біодизельним паливом). Фізико-хімічні властивості БП відрізняються від дизельного палива (ДП), це обумовлює деякі особливості протікання робочих процесів двигуна, що, в свою чергу, впливає на техніко-економічні та екологічні показники автомобіля. Тому виникає потреба у внесенні конструктивних змін у автомобіля. Використання БП дозволяє не тільки зменшити кількість шкідливих викидів відпрацьованих газів автомобіля, а й зменшити витрати на паливо та залежність від традиційних нафтових палив, тому це дослідження є актуальним.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційне дослідження проводилось в межах: реалізації транспортної стратегії України на період до 2020 року, схваленої розпорядженням Кабінету Міністрів України від 20.10.2010 року № 2174-р; договору № 18/24 про творче співробітництво з Харківським університетом Повітряних Сил імені Івана Кожедуба від 01.05.2014р., № держреєстрації 0101U001782, за темою: «Підвищення техніко-експлуатаційних та екологічних показників транспортних засобів Повітряних Сил Збройних Сил України використанням біопалив»; договору № 18/23 про творче співробітництво з ТОВ виробничо-комерційною фірмою «СЕНС ЛТД» від 14.06.2012р. за темою: «Підвищення економічних, екологічних та експлуатаційних показників дизельного двигуна шляхом переведення його на роботу на біодизельному паливі», м. Вінниця; кафедральної науково-дослідної роботи № 29К2 «Методологічні основи підвищення ефективності системи експлуатації та ремонту транспортних засобів».

Мета і задачі дослідження. Метою дисертаційної роботи є підвищення економічних та екологічних показників дизельного автомобіля динамічним регулюванням відсоткового складу суміші дизельного та біодизельного палив.

Для досягнення поставленої мети вирішуються такі завдання:

– аналіз особливостей протікання робочих процесів дизеля автомобіля при переведенні його на роботу на суміші ДП та БП і обґрунтування критеріїв оцінки

ефективності використання динамічного регулювання відсоткового складу суміші;

- розроблення методики поліпшення економічних й екологічних показників дизеля шляхом впливу на його робочі процеси динамічного регулювання відсоткового складу суміші ДП та БП;

- удосконалення алгоритму управління системою живлення дизеля автомобіля для переведення його на роботу з динамічним регулюванням відсоткового складу суміші ДП та БП і вдосконалення математичної моделі;

- експериментальне та розрахункове дослідження впливу динамічного регулювання відсоткового складу суміші палив на техніко-економічні та екологічні показники дизельного автомобіля. Перевірка адекватності удосконаленої математичної моделі «Автомобіль – двигун з динамічним регулюванням відсоткового складу суміші дизельного та біодизельного палив»;

- техніко-економічне обґрунтування доцільності використання динамічного регулювання відсоткового складу суміші ДП та БП для дизельних автомобілів.

Об'єкт дослідження – взаємозв'язок між зміною відсоткового складу суміші ДП та БП і режимів роботи автомобільного двигуна.

Предмет дослідження – техніко-економічні та екологічні показники дизельного автомобіля за роботи з динамічним регулюванням відсоткового складу суміші.

Методи дослідження. Дослідження базуються на методах фізичного і математичного моделювання, порівняння. При проведенні розрахункових досліджень визначено коефіцієнти апроксимації аналітичних залежностей, які описують роботу дизеля та автомобіля при використанні ДП, БП та їх сумішей; за допомогою математичної моделі визначено зміни техніко-економічних та екологічних показників автомобіля КрАЗ-6510 з дизелем ЯМЗ-238 при використанні динамічного регулювання відсоткового складу суміші палив. Для експериментальних досліджень застосовувались методики випробовувань, метод натурного експерименту. При проведенні експериментальних досліджень були визначені показники димності відпрацьованих газів автомобіля під час дорожніх випробувань за різних значень навантажень та відсоткового складу суміші палив; навантажувальні характеристики дизеля за різних значень відсоткового складу суміші палив; вплив зміни кута випередження впорскування суміші палив на витрату суміші ДП та БП при роботі дизеля за різних значень відсоткового складу суміші палив.

Наукова новизна одержаних результатів:

- розроблено методику поліпшення економічних та екологічних показників автомобіля шляхом впливу на робочі процеси дизеля динамічного регулювання відсоткового складу суміші ДП та БП;

- удосконалено математичну модель системи «Автомобіль – двигун з динамічним регулюванням відсоткового складу суміші дизельного та біодизельного палив»;

- вперше встановлено, що за використання динамічного регулювання відсоткового складу суміші ДП та БП ефективний крутний момент дизеля автомобіля не змінюється, витрата суміші палив збільшується пропорційно вмісту БП в суміші, димність відпрацьованих газів зменшується.

Практичне значення одержаних результатів:

- удосконалено алгоритм управління системою живлення дизеля при використанні суміші ДП та БП з динамічним регулюванням її відсоткового складу;
- отримано результати розрахункових та експериментальних досліджень впливу робочих процесів дизеля на показники автомобіля при роботі на суміші палив з динамічним регулюванням її відсоткового складу;
- розроблено рекомендації щодо доцільності використання динамічного регулювання відсоткового складу суміші ДП та БП для автомобіля.

Особистий внесок здобувача. Всі основні результати, що виносяться на захист, отримані здобувачем особисто та опубліковані у 19 наукових працях. Робота [14] написана здобувачем особисто. В ній представлено можливі шляхи покращення показників роботи дизеля й розроблена структурна схема системи живлення сумішшю ДП та БП з динамічним регулюванням її відсоткового складу для системи живлення дизеля «Common Rail». Робота [16], написана здобувачем особисто. В ній представлені: схема системи живлення дизеля Common Rail сумішшю ДП та БП з динамічним регулюванням її відсоткового складу; методика управління системою живлення дизеля при переведенні його на роботу на суміші ДП та БП з динамічним регулюванням її відсоткового складу.

У роботах, які написані у співавторстві, здобувачу належать: [1] – запропоновано систему живлення дизеля та розроблено алгоритм її управління при переведенні дизеля на роботу сумішшю ДП та БП палив з динамічним регулюванням її відсоткового складу; [2] – оцінено вплив значення коефіцієнта надлишку повітря на характеристики двигуна та необхідність зміни коефіцієнта надлишку повітря при використанні суміші ДП та БП; [3] – обґрунтована можливість використання БП та газу в якості палива для дизеля; [4] – розроблені рекомендації щодо конструктивних та налагоджувальних змін в системах дизеля; [5] – обробка розрахункових даних при порівнянні техніко-економічних та експлуатаційних характеристик дизельного двигуна при переводі його на роботу на БП; [6 - 8] – розрахункове дослідження впливу показників паливної апаратури на дрібність розпилювання палива при переведенні дизеля на роботу на БП; [9] – розрахункове дослідження впливу підігріву БП на його дрібність розпилювання; [10] – обґрунтовано вибір критеріїв оцінки роботи двигуна на БП; [11] – обґрунтована необхідність використання зміни пропорцій ДП та БП в суміші при різних режимах роботи двигуна; [12] – визначено температуру БП, за якої при змішуванні з ДП до різних концентрацій, в'язкість суміші змінюється в межах 1%; [13] – розроблено математичну модель системи «Двигун – система живлення сумішшю дизельного та біодизельного палив»; [15] – розроблено методику визначення раціонального відсоткового складу суміші палив за умови максимального використання БП та забезпечення необхідних параметрів роботи двигуна; [17] – проведено дослідження впливу динамічного регулювання відсоткового складу суміші ДП та БП на показники дизеля ЯМЗ-238 залежно від навантаження та режиму роботи; [18] – визначено температуру БП при якій його фізичні властивості максимально наближаються до властивостей ДП; [19] – проведено дослідження тривалості горіння суміші палива за різних відсоткових складів, циклових подач та різних температур суміші палив.

Апробація результатів дисертації. Результати роботи доповідались і обговорювались на XLII – XLIV науково-технічних конференціях професорсько-викладацького складу, співробітників та студентів Вінницького національного технічного університету з участю працівників науково-дослідних організацій та інженерно-технічних працівників підприємств м. Вінниці та області (2013-2015 рр.), LXIX - LXXI наукових конференціях професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету (НТУ м. Київ, 2013-2015 рр.), XVI міжнародній науково-технічній конференції «Автомобільний транспорт: проблеми і перспективи» (м. Севастополь, 2013 р.), VI, VII міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту» (м. Вінниця, 2013 р., 2015р.), I-III Міжнародних науково-практичних інтернет-конференціях «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту» (м. Вінниця, 2013-2015 рр.), VIII Всеукраїнській науково-практичній конференції студентів та аспірантів «Підвищення надійності машин і обладнання», (м. Кіровоград, 2014 р.), V Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми розвитку транспортних систем і логістики» (м. Луганськ, 2014р., 2016р.), Міжнародній науково-практичній конференції з нагоди Дня автомобіліста і дорожника: «Новітні технології розвитку конструкції, виробництва, експлуатації, ремонту і експертизи автомобіля» (м. Харків, 2014 р.), VII Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту» (м. Житомир, 2014 р.), The XVIII international conference New technologies and products in Machine manufacturing technologies (Suceava – Romania, 2015), Науково-практичній конференції «Новітні шляхи створення, технічної експлуатації, ремонту і сервісу автомобілів» (Одеса, 2015 р.), Всеукраїнській науково-практичній конференції «Автобусо-будування та пасажирські перевезення в Україні» (м. Львів 2015 р.).

Публікації. Основні положення дисертаційної роботи викладені в 32 наукових працях, з них: 1 монографія; 14 публікацій у наукових фахових виданнях України, з них 3 – у електронних виданнях; 2 – у наукових періодичних виданнях інших держав; 13 – в матеріалах конференцій.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел (131 найменування на 15 сторінках) та додатків. Загальний обсяг роботи – 188 сторінок, в тому числі 162 сторінки основного тексту, 42 рисунки, 25 таблиць.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ

У **вступі** міститься загальна характеристика роботи. У ньому обґрунтована актуальність роботи, сформульовано мету та задачі роботи, визначено об'єкт, предмет і методи дослідження, викладено наукову новизну, практичне значення одержаних результатів, інформацію про апробації та публікації основних положень дисертації.

У **першому розділі** проаналізовано фізико-хімічні властивості БП та його використання з метою поліпшення економічних та екологічних показників автомобілів. Використання БП в дизелях дозволяє покращити екологічні показники

автомобілів. Оскільки, температура спалаху БП вища ніж ДП, то його зберігання є безпечнішим, але при тривалому зберіганні БП можливе його окислення та розкладання. Перевагою використання БП є кращі змашувальні властивості ніж у ДП. Відмінності фізико-хімічних властивостей БП в порівнянні з ДП спричиняють зміну характеру протікання робочих процесів дизеля і призводять до зменшення періоду затримки самозаймання, збільшення тривалості впорскування, випаровування та горіння палива, що, в свою чергу, погіршує дисперсність розпилювання палива. Оскільки, БП має меншу енергетичну цінність ніж ДП, то для забезпечення необхідного крутного моменту дизеля при використанні БП необхідно збільшувати циклову подачу палива. При цьому для згорання БП необхідна менша кількість повітря, ніж для згорання ДП. Для компенсування негативного впливу відмінностей фізико-хімічних властивостей БП на протікання робочих процесів дизеля та максимального використання його переваг доцільно використовувати БП в суміші з ДП.

Використання суміші ДП та БП з постійним відсотковим складом забезпечує покращення екологічних показників дизелів автомобіля, проте погіршує їх техніко-економічні показники. Способи модернізації системи живлення дизеля, розглянуті в роботах провідних вчених України та світу, унеможливають однаково ефективну роботу двигуна на ДП та на суміші палив, тобто двопаливність дизеля ускладнена. Тому в дисертаційній роботі запропоновано використовувати динамічне регулювання відсоткового складу суміші ДП та БП, залежно від режимів роботи двигуна та руху автомобіля.

Для компенсування відмінностей фізико-хімічних властивостей ДП та БП та забезпечення ефективного протікання робочих процесів дизеля доцільно використовувати динамічне регулювання відсоткового складу суміші палив, яке забезпечує зменшення частки БП в суміші палив при збільшенні навантаження; використання ДП при роботі двигуна на режимі максимального навантаження; використання БП при роботі дизеля на режимі холостого ходу. При переведенні дизеля на роботу на суміш ДП та БП з динамічним регулюванням її відсоткового складу потрібно змінювати циклову подачу та кут випередження впорскування суміші палив (в системах живлення де це можливо).

Для оцінки ефективності використання динамічного регулювання відсоткового складу суміші палив за критерії оцінювання показників автомобіля з дизелем обрано ефективний крутний момент, годинну витрату і сумарну годинну витрату палив та показники димності відпрацьованих газів автомобіля. Для оцінки ефективності протікання робочих процесів в циліндрі дизеля обрано значення кута п.к.в. дизеля при закінченні горіння суміші палив. Обрані критерії в повній мірі дозволяють оцінити ефективність переведення дизеля автомобіля на роботу на суміші ДП та БП з динамічним регулюванням їх відсоткового складу.

Другий розділ присвячений удосконаленню системи живлення дизеля сумішшю палив з динамічним регулюванням її відсоткового складу та розробці методики поліпшення показників автомобіля шляхом впливу на робочі процеси дизеля використанням динамічного регулюванням відсоткового складу суміші ДП та БП.

Була висунута наукова гіпотеза: змінюючи відсотковий склад суміші ДП та БП в залежності від навантаження та режиму роботи дизеля покращуються економічні та

екологічні показники автомобіля без погіршення ефективного крутного моменту дизеля при забезпеченні ефективного протікання його робочих процесів.

Для реалізації динамічного регулювання відсоткового складу суміші палив було удосконалено систему живлення дизеля (рис.1) шляхом додавання ряду елементів. Додатково встановлено паливний бак для БП з підігрівачем 13, фільтри 14, 16, паливний насос низького тиску 15, змішувач палив 5, додатковий паливний бак 17 з підігрівачем 22 та датчиком рівня палива 23. Для запобігання змішування суміші палив з ДП та БП було змінено місце з'єднання зворотного паливопроводу. Тому при зупинці дизеля суміш палив зі зворотного трубопроводу подається в додатковий паливний бак 17 і система живлення дизеля (паливопроводи низького тиску після змішувача, паливопроводи високого тиску, ПНВТ, форсунки) заповнюється ДП. Це забезпечить наступний легкий запуск дизеля. Паливо з додаткового паливного баку 17 першочергово використовується при роботі дизеля на суміші палив. Система живлення з динамічним регулюванням відсоткового складу суміші палив забезпечує запуск та прогрів дизеля на ДП.

В електронному блоці керування (ЕБК) 8 визначаються значення відсоткового складу $n_{БП}$ та циклової подачі $q_{ц}$ суміші палив. Сигнал $n_{БП}$ подається в мікроконтролер змішувача 5, сигнал $q_{ц}$ подається на електромагнітний регулятор кількості палива насоса високого тиску (ПНВТ) 6.

ДП та БП з паливних баків 1 та 13 за допомогою насосів низького тиску 2 та 15 подаються в змішувач, де змішуються в співвідношенні визначеному в ЕБК. Суміш палив подається в паливний ПНВТ 6 та форсунки 7. Невикористана суміш палив подається в зворотній паливопровід.

Використання БП та його суміші з ДП впливає на протікання робочих процесів дизеля. Нижча теплота згоряння БП менша ніж у ДП і це означає, що при повному згорянні БП отримується менше енергії ніж при згорянні тієї ж кількості ДП. Тому при використанні суміші палив для збереження технічних показників дизеля на необхідному рівні потрібно збільшувати циклову подачу, що призведе до збільшення годинної витрати суміші палив. При збільшенні циклової подачі суміші ДП та БП збільшуються тривалості її впорскування, випаровування та горіння. При великих циклових подачах та високих частотах обертання колінчастого валу двигуна суміш палив згорає неповністю, що призводить до порушень протікання робочих процесів та негативно позначається на техніко-економічних та екологічних показниках дизеля. Тому використання системи живлення дизеля з динамічним регулюванням відсоткового складу суміші палив потребує особливих підходів до організації роботи системи живлення, для чого була розроблена методика поліпшення показників автомобіля шляхом впливу на робочі процеси дизеля. В основу її покладено удосконалену математичну модель системи «Автомобіль – двигун з динамічним регулюванням відсоткового складу суміші дизельного та біодизельного палив», а реалізується вона за допомогою алгоритму управління системою живлення дизеля при переведенні його на роботу на суміші ДП та БП з динамічним регулюванням її відсоткового складу (рис. 2).

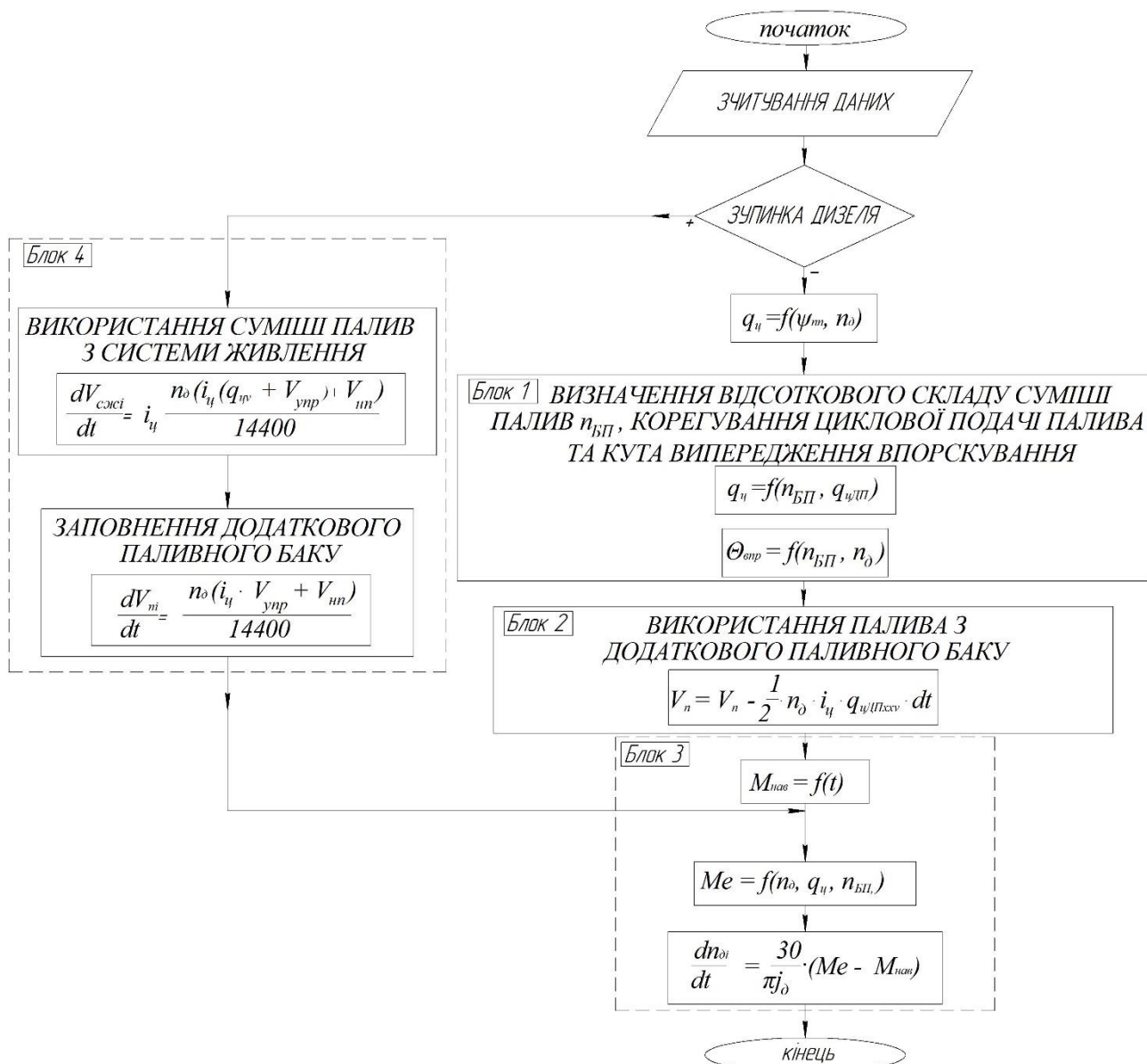


Рисунок 2 – Удосконалений алгоритм управління системою живлення дизеля при переведенні його на роботу на суміші ДП та БП з динамічним регулюванням її відсоткового складу

Робота алгоритму: залежно від положення важеля подачі палива $\psi_{ин}$ та частоти обертання колінчастого валу двигуна $n_{д}$ визначається циклова подача $q_{ци}$.

Визначення відсоткового складу суміші палив (блок 1) ґрунтується на оцінці тривалості протікання робочих процесів, а саме моменту закінчення горіння суміші палив $\varphi_{зг}$:

$$\varphi_{зг} = 360^{\circ} - \theta_{впр} + \varphi_{впр} + \varphi_{г}, \quad (1)$$

де $\theta_{впр}$ – кут випередження впорскування палива, градусів п.к.в.; $\varphi_{впр}$ – тривалість впорскування, градусів п.к.в.; $\varphi_{г}$ – тривалість горіння суміші палив, градуси п.к.в.

Якщо значення моменту закінчення горіння суміші палив менше допустимого, то вміст БП в суміші збільшується, якщо значення більше допустимого, то вміст БП в суміші зменшується.

Залежність тривалості впорскування палива від його циклової подачі:

$$\varphi_{впр} = 6n_{\delta} \cdot \tau_{впр}, \quad (2)$$

$$\tau_{впр} = \frac{q_u}{\mu_c \cdot f_c \cdot \sqrt{2\rho_n} \cdot \sqrt{\Delta P}}, \quad (3)$$

де $\tau_{впр}$ – тривалість впорскування, с; q_u – циклова подача суміші палив, мг/цикл; μ_c – коефіцієнт витрати прохідних перерізів соплових отворів; f_c – площа поперечного перерізу соплових отворів, м²; ρ_n – густина суміші палив, кг/м³; ΔP – різниця між середнім тиском впорскування і тиском навколишнього середовища.

Тривалість випаровування та згоряння великих крапель :

$$\varphi_z = 6n_{\delta} \cdot \tau_z, \quad (4)$$

$$\tau_z = \frac{A_z}{b_{u.m} \alpha^{0,6}}, \quad (5)$$

де τ_z – тривалість випаровування та згоряння великих крапель, с; $A_z = 2,4$ – константа часу випаровування великих крапель; $b_{u.m}$ – відносна теоретична константа випаровування палива, с⁻¹; α – коефіцієнт надлишку повітря.

Визначивши відсотковий склад суміші палив відбувається корегування циклової подачі та кута випередження впорскування суміші палив.

Для визначення циклової подачі ДП q_u в блоці 3 визначається частота обертання колінчастого валу n_{δ} . Враховуючи момент інерції дизеля J_{δ} і різницю ефективного крутного моменту M_e та моменту $M_{нав}$ приріст частоти обертання колінчастого валу двигуна визначається:

$$\frac{dn_{\delta}}{dt} = \frac{30}{\pi \cdot J_{\delta}} (M_e - M_{нав}). \quad (6)$$

Момент $M_{нав}$, приведений на колінчастий вал дизеля:

$$M_{нав} = \frac{P_a \cdot (f \cdot \cos\alpha \pm \sin\alpha) \cdot r_k + F_w \cdot k_w \cdot V_a^2 \cdot r_k \pm m_a \cdot \frac{dV_a}{dt} \cdot \delta_{об} \cdot r_k}{i_{mp} \cdot \eta_{mp}}, \quad (7)$$

де P_a – вага автомобіля, Н; f – коефіцієнт опору кочення, який залежить від типу дороги; α – кут повздовжнього нахилу дороги, град; r_k – динамічний радіус колеса, м; F_w – лобова площа автомобіля, м²; k_w – коефіцієнт опору повітря, кг/м³; V_a – швидкість руху автомобіля, м/с; m_a – маса автомобіля, кг; $\delta_{об}$ – коефіцієнт

врахування впливу інерції обертових мас автомобіля; i_{mp} – загальне передаточне число трансмісії; η_{mp} – к.к.д. трансмісії.

Зі сторони дизеля на колінчастий вал діє ефективний крутний момент M_e :

$$M_e = f(n_d, n_{БП}, q_u). \quad (8)$$

де $n_{БП}$ – відсотковий склад суміші палив.

Перед зупинкою дизеля суміш палив з системи живлення (від змішувача до форсунки) замінюється ДП. При цьому частина суміші палив подається в камеру згорання циліндра двигуна, інша частина в додатковий паливний бак (блок 4). Використання суміші палив з додаткового паливного баку (блок 2) відбувається за умов, що двигун працює на суміші палив та об'єм палива в додатковому баку V_n більший за мінімальний.

У **третьому розділі** описані експериментальні дослідження. Об'єктами стендових експериментальних досліджень були обрані дизельні двигуни СМД-15 та ЯМЗ-238, об'єктом дорожніх досліджень було обрано КраЗ-6510 з дизелем ЯМЗ-238.

При проведенні експериментальних досліджень визначались:

- показники димності відпрацьованих газів автомобіля під час дорожніх випробувань із завантаженістю автомобіля на 50 %, 100 % та без завантаження при роботі на ДП, БП та їх суміші з вмістом БП 25 %, 50 %, 75 %;
- навантажувальні характеристики дизеля при роботі на ДП, БП та їх суміші з вмістом БП 25 %, 50 %, 75 %;
- показники димності відпрацьованих газів дизеля при роботі на ДП, БП та їх суміші з вмістом БП 25 %, 50 %, 75 %;
- час розгону дизеля з холостого ходу до максимальної частоти обертання колінчастого валу без навантаження при роботі на ДП та БП;
- час сповільнення дизеля з максимальної частоти обертання колінчастого валу дизеля до частоти обертання холостого ходу без навантаження;
- вплив зміни кута випередження впорскування суміші палив на витрату суміші ДП та БП при роботі дизеля з вмістом БП 25 %, 50 %, 75 %.

Шляхом апроксимації даних, отриманих в результаті експериментального дослідження були отримані залежності ефективного крутного моменту від частоти обертання колінчастого валу, циклової подачі та відсоткового складу суміші палив; циклової подачі суміші палива від частоти обертання колінчастого валу та положення важеля подачі палива; концентрації сажі газів від положення педалі подачі палива, завантаженості автомобіля та відсоткового складу суміші палив. Отримані раціональні значення кута випередження впорскування залежно від відсоткового складу суміші ДП та БП.

Експериментальні дослідження проводились в лабораторіях кафедри автомобілів та транспортного менеджменту Вінницького національного технічного університету та на базі державного підприємства "45 Експериментальний механічний завод".

Залежність ефективного крутного моменту M_e від частоти обертання колінчастого валу дизеля n_δ , циклової подачі q_u та відсоткового складу суміші палив $n_{БП}$ апроксимована рівнянням (7), використовуючи яке, побудовані графіки залежностей ефективного крутного моменту від відсоткового складу та циклової подачі суміші палив при частотах обертання колінчастого валу 800 об/хв (рис. 3), 1500 об/хв (рис. 4).

Ефективний крутний момент визначається за залежністю:

$$\begin{aligned}
 M_e = & (387,2063 - 0,9419 \cdot n_\delta + 4,15 \cdot 10^{-4} \cdot n_\delta^2) + (-292,03 + 0,49 \cdot n_\delta - \\
 & - 1,9186 \cdot 10^{-4} \cdot n_\delta^2) \cdot n_{БП} + (-6,9161 + 0,0298 \cdot n_\delta - 1,5744 \cdot 10^{-5} \cdot n_\delta^2) \cdot q_u + \\
 & + (300 - 0,56577 \cdot n_\delta + 2,3794 \cdot 10^{-4} \cdot n_\delta^2) \cdot n_{БП}^2 + (1,24 - 2,3345 \cdot 10^{-3} \cdot n_\delta + \\
 & + 6,5476 \cdot 10^{-7} \cdot n_\delta^2) \cdot n_{БП} \cdot q_u + (-0,0264 - 4,8803 \cdot 10^{-5} \cdot n_\delta + \\
 & + 5,9045 \cdot 10^{-8} \cdot n_\delta^2) \cdot q_u^2.
 \end{aligned} \quad (9)$$

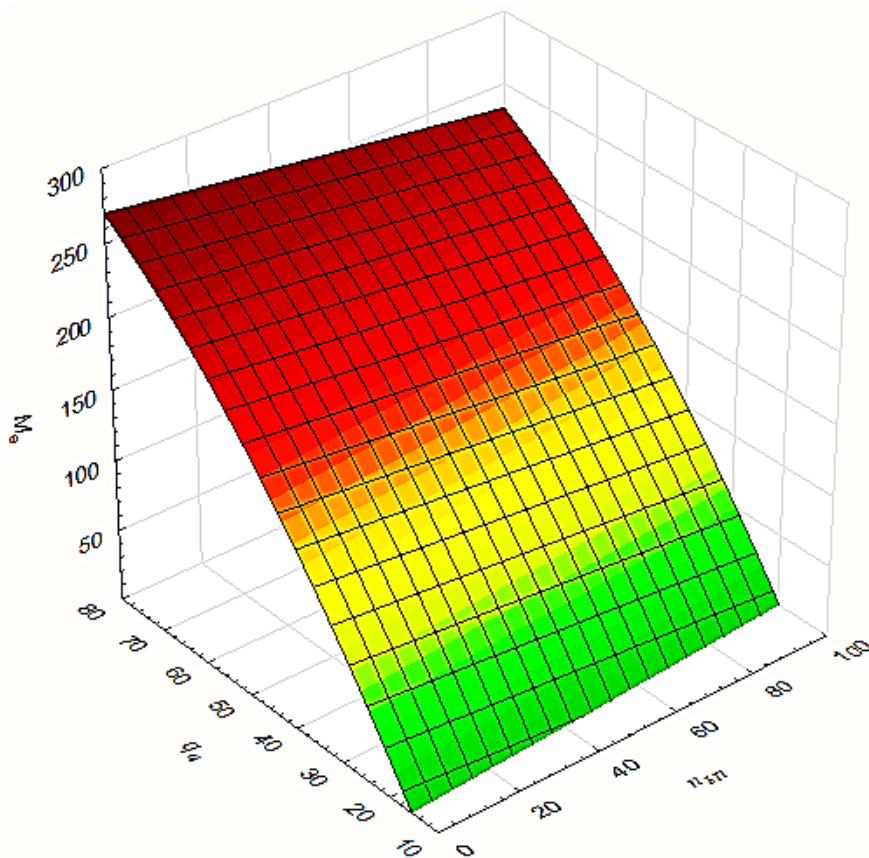


Рисунок 3 – Залежність ефективного крутного моменту M_e від відсоткового складу $n_{БП}$ та циклової подачі q_u суміші палив при 800 об/хв

Залежність циклової подачі q_u від частоти обертання колінчастого валу дизеля n_δ та положення важеля подачі палива ψ_{mn} апроксимована відповідною залежністю (рис. 5):

$$\begin{aligned}
 q_u = & -16,8907 + 17,3741 \cdot \psi_{mn} + 0,0223 \cdot n_\delta + 87,1451 \cdot \psi_{mn}^2 - \\
 & - 0,009 \cdot \psi_{mn} \cdot n_\delta - 2,3816 \cdot 10^{-6} \cdot n_\delta^2.
 \end{aligned} \quad (10)$$

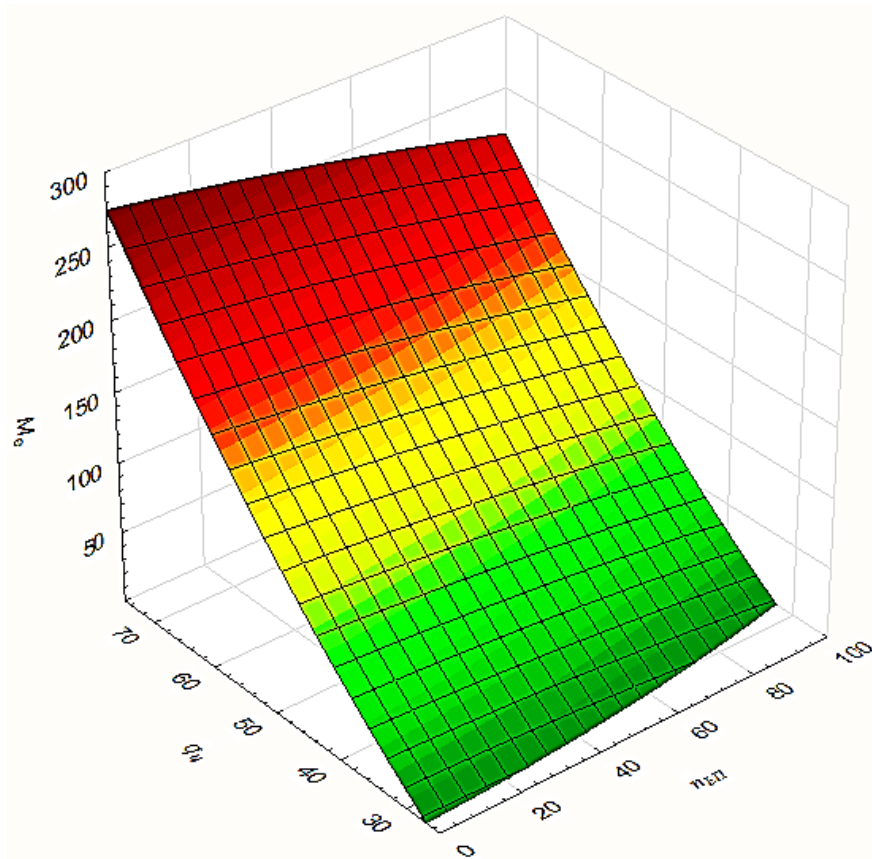


Рисунок 4 – Залежність ефективного крутного моменту M_e від відсоткового складу $n_{БП}$ та циклової подачі $q_{ц}$ суміші палив при 1500 об/хв

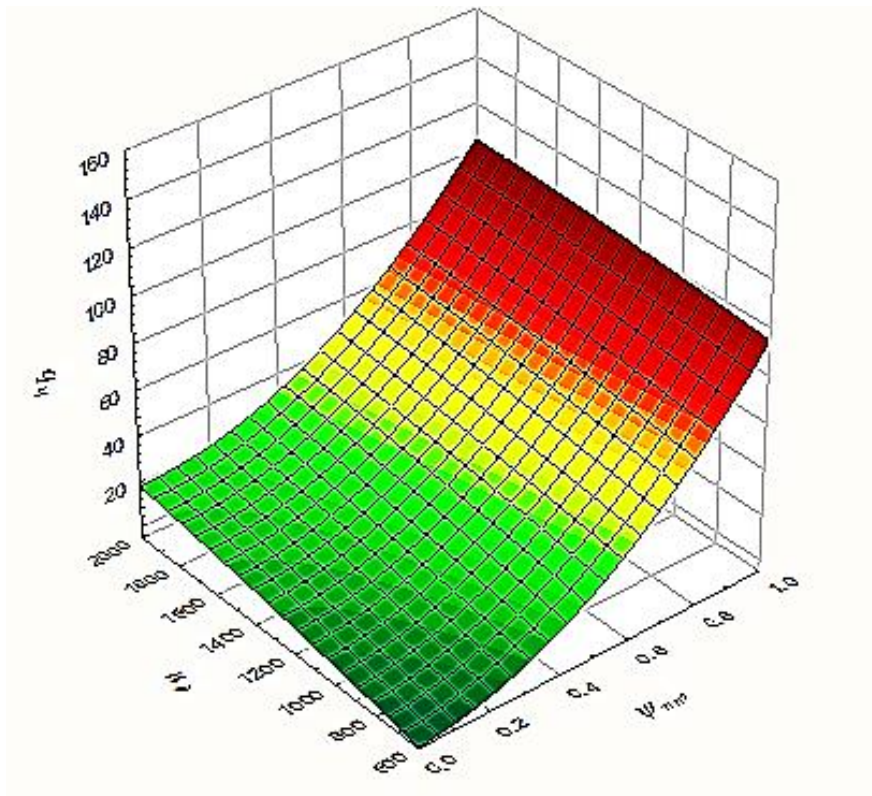


Рисунок 5 – Залежність циклової подачі палива $q_{ц}$ від частоти обертання колінчастого валу $n_{д}$ та положення важеля подачі палива $\psi_{пп}$

Залежність концентрації сажі C_c для автомобіля КрАЗ-6510 з дизелем ЯМЗ-238 від відсоткового складу суміші палив $n_{БП}$, положення педалі подачі палива ψ_{nn} та маси вантажу автомобіля G_a апроксимована відповідним виразом:

$$\begin{aligned}
 C_c = & (0,046 + 5,3556 \cdot 10^{-6} \cdot G_a - 1,0206 \cdot 10^{-10} \cdot G_a^2) + \\
 & + (-0,012 + 2,1037 \cdot 10^{-6} \cdot G_a - 9,6571 \cdot 10^{-11} \cdot G_a^2) \cdot n_{БП} + \\
 & + (0,002 + 2,4074 \cdot 10^{-6} \cdot G_a + 8,5267 \cdot 10^{-10} \cdot G_a^2) \cdot \psi_{nn} + \\
 & + (1,1605 \cdot 10^{-5} + 2,1009 \cdot 10^{-9} \cdot G_a - 1,505 \cdot 10^{-13} \cdot G_a^2) \cdot n_{БП}^2 + \\
 & + (4,601 \cdot 10^{-5} - 2,5039 \cdot 10^{-8} \cdot G_a + 4,8945 \cdot 10^{-12} \cdot G_a^2) \cdot n_{БП} \cdot \psi_{nn} + \\
 & + (0,0327 + 2,0296 \cdot 10^{-5} \cdot G_a - 9,1962 \cdot 10^{-10} \cdot G_a^2) \cdot \psi_{nn}^2.
 \end{aligned} \tag{11}$$

Перевірка адекватності аналітичних залежностей, за якими визначаються ефективний крутний момент, циклова подача палива та димність відпрацьованих газів дизеля при його роботі на ДП, БП паливах та їх сумішах проводиться з використанням F -критерія Фішера. В результаті проведення розрахунків отримані значення F -критерія, які знаходяться в допустимих межах, що підтверджує адекватність аналітичних залежностей. Також підтверджено адекватність удосконаленої математичної моделі системи «Автомобіль – двигун з динамічним регулюванням відсоткового складу суміші дизельного та біодизельного палив».

В четвертому розділі були проведені розрахункові дослідження впливу динамічного регулювання відсоткового складу суміші палив на техніко-економічні показники дизельного генератора, обладнаного дизелем СМД - 15Э з генератором ГСМ – 60 та автомобіля КрАЗ-6510 з дизелем ЯМЗ-238.

При використанні суміші палив для автомобіля КрАЗ-6510 з дизелем ЯМЗ-238 зменшення витрат на паливо сягає до 26,4 %, залежно від вмісту БП в суміші. При використанні динамічного регулювання відсоткового складу суміші палив її витрата зростає на 8,7 %, проте економія коштів становить 14,4 % в порівнянні з використанням ДП. За результатами розрахунків термін окупності встановлення системи динамічного регулювання суміші палив для роботи дизеля автомобіля становить близько 9-ти місяців.

Для удосконалення системи живлення дизеля необхідно встановити додаткові елементами, більшість з яких є стандартними комплектуючими для базового дизеля. Обладнання автомобілів системою динамічного регулювання відсоткового складу суміші палив та її обслуговування можливе на станціях технічного обслуговування після навчання та інструктажу персоналу і забезпечення їх комплектуючими.

Найбільший економічний ефект від застосування системи живлення з динамічним регулюванням відсоткового складу суміші ДП та БП досягається на автомобілях з великолітражними дизелями. Для зменшення негативного впливу на навколишнє середовище доцільно використовувати динамічне регулювання відсоткового складу суміші ДП та БП на автомобілях, які експлуатуються в межах міста.

ВИСНОВКИ

1. З метою зниження залежності від нафтових палив перспективним є використання біодизельного палива на вже раніше розроблених зразках автомобільних двигунів з внесенням незначних змін у систему живлення. Використання біодизельного палива дозволяє зменшити витрати на паливо та покращити екологічні показники автомобіля.

2. При роботі автомобіля на малих навантаженнях доцільно використовувати БП. Із збільшенням навантаження для компенсування особливостей фізико-хімічних властивостей БП та використання його переваг в дизелях доцільно використовувати його суміші з ДП. Кількість теплоти, що міститься в суміші палив, навіть з великим вмістом БП, достатня для забезпечення двигуном технічних характеристик необхідних для роботи автомобіля на часткових режимах, але при роботі автомобіля при великих навантаженнях, для забезпечення необхідних технічних характеристик дизеля потрібно збільшувати відсотковий склад ДП.

3. Удосконалено систему живлення дизеля автомобіля сумішшю ДП та БП з динамічним регулюванням її відсоткового складу, що дає можливість забезпечувати ефективне протікання робочих процесів на всіх режимах роботи дизеля зі збереженням необхідних технічних показників автомобіля. Дизель автомобіля може працювати на ДП, БП та їх сумішах забезпечуючи необхідні технічні показники дизеля та автомобіля при змінні навантаження та частоти обертання колінчастого валу.

4. Розроблено методику поліпшення економічних та екологічних показників автомобіля шляхом впливу на робочі процеси дизеля використанням динамічного регулюванням відсоткового складу суміші ДП та БП. Це дає можливість забезпечити роботу двигуна та автомобіля з необхідними технічними показниками, при цьому значно покращивши їх екологічні показники. В методиці враховані особливості управління системою живлення дизеля на різних режимах його роботи.

5. Удосконалено алгоритм управління системою живлення дизеля автомобіля для переведення його на роботу з динамічним регулюванням відсоткового складу суміші ДП та БП і вдосконалено математичну модель;

6. В результаті стендових експериментальних досліджень отримані значення показників димності відпрацьованих газів відповідно до ДСТУ 4276:2004, також характеристики розгону та сповільнення колінчастого валу дизеля СМД 15Э при роботі на ДП та БП. В результаті дорожніх випробувань автомобіля КрАЗ-6510 з дизелем ЯМЗ-238 отримано залежність концентрації сажі від відсоткового складу суміші палив, положення педалі подачі палива та завантаженості автомобіля.

7. Підтверджено адекватність аналітичних залежностей, які використовуються в удосконаленій математичній моделі та проведено перевірку адекватності удосконаленої математичної моделі системи «Автомобіль – двигун з динамічним регулюванням відсоткового складу суміші дизельного та біодизельного палив», середньоквадратичне відхилення не перевищує 1,5 %.

8. Встановлено, що при використанні суміші палив для автомобіля КрАЗ-6510 з дизелем ЯМЗ-238 зменшуються витрати на паливо на 26,4 % залежно від вмісту БП в суміші. Динамічне регулювання відсоткового складу суміші ДП та

БП забезпечує зменшення витрат на паливо без погіршення технічних показників автомобіля; витрата палива зростає на 8,7 %, проте зменшення витрат на паливо сягає 14,4 % в порівнянні з використанням ДП. За результатами розрахунків термін окупності встановлення системи динамічного регулювання суміші палив для роботи дизеля автомобіля становить 9 місяців.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Поляков, А.П. Використання динамічного регулювання відсоткового складу суміші палив на дизелях транспортних засобів : Монографія / А. П. Поляков, О. О. Галушак, Д. О. Галушак – Вінниця : ВНТУ, 2015. – 92 с.
2. Поляков А.П. Перспективи використання суміші газового та біодизельного палив для дизелів / А.П. Поляков, О.О. Галушак // Сборник научных трудов SWorld.– Выпуск 4. Том 2. — Одесса, 2012. — С. 76-78.
3. Поляков А.П. Дослідження впливу на техніко-економічні та екологічні показники дизеля переведення його на роботу на біодизельне паливо / А.П. Поляков, К.В. Нгаяхи Аббе, О.О. Галушак, М.О. Бишко, Ю.В. Заверуха // Вісник Донецької академії автомобільного транспорту — 2012. — №1. — С. 61 – 69.
4. Поляков А.П. Спосіб забезпечення необхідних техніко-економічних та експлуатаційних характеристик дизельного двигуна при переводі його на роботу на біодизельному паливі [Електронний ресурс] / А. П. Поляков, О.О. Галушак, Д.О. Галушак, Нгаяхи Аббе К. В. // Наукові праці Вінницького національного технічного університету. — 2012. — №3, — Режим доступу: praci.vntu.edu.ua/article/download/2330/2588
5. Поляков А.П. Визначення впливу тиску впорскування на дрібність розпилювання палива при переведенні дизеля на роботу на біодизельному паливі / А. П. Поляков, К. В. Нгаяхи Аббе, О.О. Галушак // Вісник СевНТУ: зб. наук. пр. Вип. 134/2012. Серія: Машиноприладобудування та транспорт. — Севастополь, 2012. — С. 64 – 66.
6. Галушак О.О. Розрахунок впливу діаметра соплових отворів форсунки на робочий процес дизельного двигуна при переводі його на роботу на біодизельному паливі / О.О. Галушак, Д.О. Галушак, К.В. Нгаяхи Аббе, А.П. Поляков // Вісник ЖДТУ, 3(т.2) (62). — С. 30-37.
7. Поляков А.П. Дослідження впливу температури палива на діаметр крапель при впорскуванні / А.П. Поляков, О.О. Галушак // Вісник СевНТУ: зб. наук. пр. Вип. 140/2013. Серія: Машиноприладобудування та транспорт, Севастополь, 2012 — С. 30 – 38.
8. Поляков А.П. Математична оцінка дрібності розпилювання біодизельного палива при його використанні як палива для дизеля / А.П. Поляков, К. В. Нгаяхи Аббе, О.О. Галушак // Наукові нотатки. — 2012. — Вип. 37. — С. 272-274.
9. Поляков А.П. Вибір критеріїв оцінки ефективності переводу дизельного двигуна на роботу на біодизельному пальному [Електронний ресурс] / А.П. Поляков, Нгаяхи Аббе К.В., О.О. Галушак, Д.О. Галушак // Наукові праці Вінницького національного технічного університету. – №4. — 2011р. — Режим доступу до журн.: <http://praci.vntu.edu.ua/article/view/1414>

10. Поляков А. П. Вплив керування подачею повітря та сумішевого палива на робочі процеси двигуна / А. П. Поляков, О. В. Вдовиченко, М. В. Кривцов // Сборник научных трудов SWorld — Выпуск 1. Том 1. — Одесса, 2013. — С. 120–123.

11. Поляков А.П. Покращення показників дизеля зміною пропорцій дизельного та біодизельного палив в паливній суміші / А.П. Поляков, О.О. Галушчак, П.А. Поляков, Д.Л. Королюк // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних сил. — 2013. — Вип. 3. — С. 167-169.

12. Поляков А.П. Дослідження впливу підігріву палива на його характеристики в'язкості і густини / А.П. Поляков, О.О. Галушчак, С.О. Квасневський // Вісник СевНТУ: зб. наук. пр. Вип. 142/2013. Серія: Машиноприладобудування та транспорт. — Севастополь, 2013. — С 116–119.

13. Поляков А. П. Математична модель системи «Двигун – система живлення сумішшю дизельного та біодизельного палив» / А.П. Поляков, О.О. Галушчак // Між-вузівський збірник "НАУКОВІ НОТАТКИ". — Луцьк, 2014. — Випуск №45. — С. 438-443.

14. Галушчак О.О. Особливості акумуляторної системи живлення Common Rail при динамічному регулюванні відсоткового складу суміші дизельного та біодизельного палив / О.О. Галушчак // Вісник Житомирського державного технологічного університету. Сер.: Технічні науки. — 2014. — № 2. — С. 74-77.

15. Поляков А.П. Методика визначення показників автомобіля з дизельним двигуном при використанні системи живлення з динамічним регулюванням відсоткового складу суміші палив / А.П. Поляков, О.О. Галушчак, Д.О. Галушчак// Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Збірник наукових праць. Серія: Автомобіле- та тракторобудування. – Х. : НТУ «ХПІ». – 2015. – № 10 (1119). – С. 59-64.

16. Галушчак О.О. Методика управління системою живлення дизеля під час використання динамічного регулювання відсоткового складу суміші палив [Електронний ресурс] // Наукові праці Вінницького національного технічного університету. – №3. – 2015 р. / Режим доступу: <http://praci.vntu.edu.ua/index.php/praci/article/view/10>.

17. Поляков А. П. Дослідження впливу динамічного регулювання відсоткового складу суміші палив на показники дизеля ЯМЗ-238 / А.П. Поляков, О.О. Галушчак, Д. О. Галушчак // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. Науковий журнал. – Луцьк: Луцький НТУ, 2016. – №2(6) – С. 120-124

18. Poliakov A.P. Provision of required viscosity index for bipropellant fuel / A.P. Poliakov, O.O. Galushchak, D.O. Galushchak // New Technologies and Products in Machine Manufacturing Technologies, Tehnomus. Suceava, Romania, 2013. – №20. – P. 254-257

19. Poliakov A.P. Technique of motor vehicle indices calculation while transition of its engine for operation at the mixture of diesel and biodiesel fuels / A.P. Poliakov, O.O. Galushchak, D.O. Galushchak // New Technologies and Products in Machine Manufacturing Technologies, Tehnomus. Suceava, Romania, 2015. – №22. – P. 76-81.

20. Поляков А.П. Покращення характеристик двигуна використанням сумішевого палива зі змінним відсотковим вмістом біодизельного палива / А.П. Поляков, О.О. Галушак, // Збірник тез доповідей VII всеукраїнської науково-практичної конференції студентів та аспірантів “Підвищення надійності машин і обладнання”. – м. Кіровоград, 2013. – С. 25-25.

21. Поляков А.П. Перспективи використання суміші газового та біодизельного палив для дизелів / А.П. Поляков, О.О. Галушак, // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні проблеми та шляхи їх вирішення в науці, транспорті, виробництві та освіті 2012». — Одеса, 18-27 грудня 2012 р.

22. Поляков А.П. Вплив керування подачею повітря та сумішевого палива на робочі процеси двигуна / А.П. Поляков, О.О. Галушак, // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні проблеми та шляхи їх вирішення в науці, транспорті, виробництві та освіті 2013». — Одеса, 2013 р.

23. Поляков А.П. Вплив керування подачею повітря та багатокомпонентного палива та робочі процеси двигуна / А.П. Поляков, О.О. Галушак, // Тези доповідей. LXIX наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету, НТУ м. Київ, 2013. – С. 42-43.

24. Поляков А.П. Покращення характеристик дизеля шляхом динамічного регулювання відсоткового складу суміші дизельного та біодизельного палив / А.П. Поляков, О.О. Галушак, С.О. Квасневський // Матеріали VI міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту»: 21-23 жовтня 2013 р. – Вінниця: ВНТУ, 2013. – С. 74-75.

25. Поляков А.П. Алгоритм управління якісним складом суміші дизельного та біодизельного палив / А.П. Поляков, О.О. Галушак // Матеріали I-ої міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту»: 12-14 листопада 2013р. – Вінниця: ВНТУ, 2013. – С. 30-31.

26. Поляков А.П. Особливості використання суміші дизельного та біодизельного палив з динамічним регулюванням її відсоткового складу на дизелі обладнаному системою живлення Common Rail / А.П. Поляков, О.О. Галушак // Матеріали II-ої міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту»: 8 квітня 2014р. – Вінниця: ВНТУ, 2014. – С. 35-37.

27. Галушак О.О. Визначення критеріїв оцінки впливу на роботу дизеля при переведенні його на суміш дизельного та біодизельного палив з динамічним керуванням / О.О. Галушак // Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми розвитку транспортних систем і логістики»: 5-8 травня 2014 р. – Луганськ: СНУ ім. В. Даля, 2014. – С. 163-164.

28. Галушак О.О. Алгоритм роботи електронного блоку керування двигуном при визначенні відсоткового складу суміші біодизельного та дизельного палив / Д.О. Галушак, О.О. Галушак // Збірник тез Міжнародної науково-практичної конференції з нагоди Дня автомобіліста і дорожника: «Новітні технології розвитку

конструкції, виробництва, експлуатації, ремонту і експертизи автомобіля»: 15-16 жовтня 2014 р. - Харків, 2014. –С. 215-216.

29. Поляков А.П. Прогнозування зміни технічного стану двигуна при використанні суміші біодизельного та дизельного палив / А.П. Поляков, О.О. Галушак // Збірник тез доповідей VIII всеукраїнської науково-практичної конференції студентів та аспірантів «Підвищення надійності машин і обладнання»: 16-18 квітня 2014р. – Кіровоград, 2014. – С. 154-155.

30. Поляков А.П. Експериментальні дослідження впливу на показники дизеля використання динамічного регулювання відсоткового складу суміші дизельного та біодизельного палив / А.П. Поляков, О.О. Галушак, О.В. Вдовиченко // Матеріали VIII міжнародної науково-практичної конференції “Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту” 19 - 21 жовтня 2015. – Вінниця: ВНТУ, 2015.

31. Поляков А.П. Методика визначення раціонального відсоткового складу суміші палив при зміні режимів роботи двигуна / А.П. Поляков, О.О. Галушак, О.В. Вдовиченко // Матеріали III-ої міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту»: 14-16 квітня 2015р. – Вінниця: ВНТУ, 2015. – С. 123-124.

32. Поляков А.П. Зменшення експлуатаційних витрат та покращення екологічних показників транспортних засобів використанням біодизельного палива / А.П. Поляков, Д.О. Галушак, О.О. Галушак // Тези доповідей Всеукраїнської науково-практичної конференції «Автобусобудування та пасажирські перевезення в Україні». — Львів. – С. 6-7.

АНОТАЦІЯ

Галушак О.О. Поліпшення показників автомобіля шляхом впливу на робочі процеси дизеля при роботі на суміші палив. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.02 – автомобілі та трактори. – Національний університет «Львівська політехніка». - Львів, 2017.

Дисертація присвячена покращенню економічних та екологічних показників дизельного автомобіля використанням динамічного регулюванням відсоткового складу суміші дизельного та біодизельного палив при збереженні ефективного крутного моменту дизеля на необхідному рівні за всіх умов руху автомобіля.

Розроблено методику поліпшення економічних та екологічних показників автомобіля шляхом впливу на робочі процеси дизеля використанням динамічного регулюванням відсоткового складу суміші палив. Розроблено алгоритм управління системою живлення дизеля та удосконалено математичну модель системи «Автомобіль – двигун з динамічним регулюванням відсоткового складу суміші дизельного та біодизельного палив». Визначено термін окупності встановлення та розраховано економічний ефект від використання динамічного регулювання відсоткового складу суміші палив.

Ключові слова: дизельне паливо, біодизельне паливо, альтернативні палива, суміш палив, дизель, дизельний двигун.

АННОТАЦИЯ

Галушак А.А. Улучшение показателей автомобиля путем воздействия на рабочие процессы дизеля при работе на смеси топлив. - На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.02 - автомобили и тракторы. - Национальный университет «Львівська політехніка». - Львов, 2017.

Диссертация посвящена улучшению экономических и экологических показателей автомобиля путем воздействия на рабочие процессы дизеля использованием динамического регулирования процентного состава смеси дизельного и биодизельного топлива.

Определено, что при работе автомобиля на малых нагрузках целесообразно использовать биодизельное топливо. С увеличением нагрузки на двигатель для компенсации особенностей физико-химических свойств биодизельного топлива и использования его преимуществ в дизелях целесообразно использовать его смеси с дизельным топливом. Количество теплоты, содержащейся в смеси топлив, даже с большим содержанием биодизельного топлива, достаточно для обеспечения двигателем технических характеристик необходимых для работы автомобиля на частичном режиме. При работе автомобиля на больших нагрузках для обеспечения необходимых технических характеристик дизеля необходимо увеличивать процентное содержание дизельного топлива в смеси.

Разработана методика улучшения экономических и экологических показателей автомобиля путем воздействия на рабочие процессы дизеля использованием динамического регулирования процентного состава смеси дизельного и биодизельного топлива. Предложен алгоритм управления системой питания дизеля при использовании смеси дизельного и биодизельного топлив с динамическим регулированием ее процентного состава, усовершенствована математическая модель системы «Автомобиль - двигатель с динамическим регулированием процентного состава смеси дизельного и биодизельного топлива».

Усовершенствована система питания дизеля автомобиля смесью дизельного и биодизельного топлива с динамическим регулированием ее процентного состава, что позволяет обеспечивать эффективное протекание рабочих процессов на всех режимах работы дизеля с сохранением необходимых технических показателей автомобиля. Дизель автомобиля может работать на дизельном, биодизельном топливах и их смесях обеспечивая необходимые технические показатели дизеля и автомобиля при переменные нагрузки и частоты вращения коленчатого вала.

Проведены экспериментальные исследования изменения показателей дымности отработанных газов автомобиля во время дорожных испытаний при различных значениях загрузки автомобиля и процентного состава смеси топлив; нагрузочные характеристики дизеля при различных значениях процентного состава смеси топлив; влияние изменения угла опережения впрыска смеси топлив на расход смеси дизельного и биодизельного топлив при работе дизеля при различных значениях процентного состава смеси топлива.

Путем аппроксимации данных полученных в результате экспериментального исследования были получены зависимости эффективного крутящего момента от

частоты вращения коленчатого вала, цикловой подачи и процентного состава смеси топлив; цикловой подачи смеси топлива от частоты вращения коленчатого вала и положения рычага подачи топлива; дымности отработанных газов от положения педали подачи топлива, загруженности автомобиля и процентного состава смеси топлива. Получены рациональные значения угла опережения впрыска в зависимости от процентного состава смеси дизельного и биодизельного топлив.

Выполнено проверку адекватности усовершенствованной математической модели системы «Автомобиль - двигатель с динамической регулировкой процентного состава смеси дизельного и биодизельного топлива». Также используя F-критерий Фишера подтверждена адекватность аналитических зависимостей усовершенствованной математической модели.

С помощью математической модели определены изменения технико-экономических и экологических показателей автомобиля КрАЗ-6510 с дизелем ЯМЗ-238 при использовании динамического регулирования процентного состава смеси топлива и рассчитан экономический эффект от использования динамического регулирования процентного состава смеси топлива.

Ключевые слова: дизельное топливо, биодизельное топливо, альтернативные топлива, смесь топлива, дизель, дизельный двигатель.

ABSTRACT

Galushchak O.O. Improvement of automobile performance by the impact on diesel working processes during operation on fuels mixture. – On the rights of manuscript.

Dissertation for Scientific Degree of Candidate of Science (Engineering) on Specialty 05.22.02. – Automobiles and tractors. – National University «Lvivska Polytechnica». – Lviv, 2017.

Dissertation is dedicated to the problem of economic and ecological indices improvement of diesel automobile, using dynamic regulation of percentage composition of diesel and biodiesel fuels mixture without sacrificing torque efficiency of the diesel on the required level at any conditions of automobile motion.

Technique of improvement of automobile economic and ecological indices by the impact on diesel working processes using dynamic regulation of percentage composition of diesel and biodiesel fuels mixture is developed. Algorithm of diesel supply system control is elaborated, mathematical model of the system “Automobile – engine with dynamic regulation of percentage composition of diesel and biodiesel fuels mixture” is improved. Period of recouplement of the installation is determined, economic effect as a result of using dynamic regulation of percentage composition of fuels mixture is calculated.

Key words: diesel fuel, biodiesel fuel, alternative fuels, mixture of fuels, diesel, diesel engine.

Підписано до друку 22.02.2017 р. Формат 29,7×42 ¼
Наклад 100 прим. Зам. № 2017-026
Віддруковано в комп'ютерному інформаційно-видавничому центрі
Вінницького національного технічного університету
м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95. Тел.: 59-87-38
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК №3516 від 01.07.2009 р.