

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Голика Андрія Віталійовича

«Поліпшення показників транспортних засобів при переведенні дизелів у газодизелі удосконаленням системи живлення», представлену на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.20 – «Експлуатація та ремонт засобів транспорту»

1. Актуальність теми дисертації.

Зменшення імпорту дизельних нафтових палив, покращення екологічних показників транспортних засобів з дизелями є головними задачами на автомобільному транспорті. Для України, яка імпортує сиру нафту та нафтопродукти, проблеми паливного забезпечення дизелів є особливо гострими.

Одним зі способів заміни традиційних палив є використання стисненого природного газу (СПГ). За сумарною екологічною безпекою газове паливо є кращим за дизельне. Основний екологічний ефект має місце за рахунок зменшення викидів сажі.

Використання СПГ як моторного палива також дозволяє зменшити собівартість перевезень на автотранспорті та покращити екологію повітря, особливо у великих містах України.

Для реалізації вказаних переваг необхідна надійна газодизельна система живлення, яка б забезпечила ефективну роботу дизелів за дизельним та за газодизельним циклами.

Тому, представлені дослідження є **актуальними** та дають можливість зменшення споживання дизельного палива (ДП) та поліпшення екологічних показників транспортних засобів з дизелями.

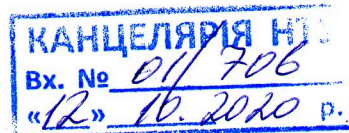
Роботу виконано згідно планів науково-дослідних робіт кафедри дорожніх машин Національного транспортного університету в рамках першого етапу наукової теми «Удосконалення експлуатаційних показників дорожніх, землерийних машин та транспортних засобів» (державна реєстрація №0118U001087, 2018 рік).

2. Структура, зміст, методологія та оформлення дисертації.

Дисертаційна робота складається з анотацій українською та англійською мовами, вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків. Загальний обсяг дисертації становить 201 сторінку, включаючи 157 сторінок основного тексту, 19 таблиць, 94 рисунки, список використаних джерел з 97 найменувань, 4 додатків.

У **вступі** обґрунтовано актуальність роботи, сформульовано мета, задачі, об'єкт і предмет дослідження, викладені наукова новизна, практичне значення результатів роботи, наведено інформацію про публікації основних положень дисертації та апробацію.

У **першому розділі** проведено аналіз статистичних даних щодо запасів нафти та СПГ в світі, проаналізовано сучасний стан з використання альтернативних палив, розглянуто існуючі газодизельні системи живлення.



Встановлено, що запасів нафти та СПГ за незмінних темпів споживання людству вистачить приблизно на 50-70 років. Доведено, що альтернативою паливам нафтового походження може бути СПГ.

Проведено аналіз існуючих сучасних газодизельних систем живлення, який показав, що системи подачі СПГ в газодизелях розвиваються в напрямку покращення способів подачі газу. Показано, що створення вітчизняної системи живлення СПГ з мікропроцесорним керуванням та її дослідження на автомобілі дозволить визначити доцільність використання СПГ в якості альтернативи ДП.

До зауважень:

- на жаль в розділі не наведено недоліків існуючих подібних закордонних систем, що дає більш обґрунтовані підстави розробки вітчизняної газодизельної мікропроцесорної системи живлення;

У другому розділі описано мікропроцесорна система живлення (МПСЖ), розроблену спільно з фахівцями КПІ ім. Ігоря Сікорського та НТУ. Система забезпечує роботу дизелів на суміші ДП та СПГ за газодизельним циклом зі збереженням стандартної паливної системи. Описано конструкція розробленої системи та її робота. Показано яким чином відбувається перехід дизеля на роботу за газодизельним циклом. Детально описано алгоритм роботи мікропроцесорного блоку керування та його взаємодія з виконавчими пристроями та датчиками.

За роботи дизеля за газодизельним циклом запропоновано всережимне регулювання частоти обертання колінчастого вала (КВ).

Особливістю розробленої МПСЖ є двопаливність (можливість працювати як за дизельним, так і за газодизельним циклом), використання мікропроцесорного блоку керування, універсальність (можливість встановлювати на різні дизелі з механічними паливними насосами високого тиску) та забезпечення фазного регулювання подачі газу по циліндрах двигуна.

На розробленому безмоторному стенді здійснено налаштування МПСЖ, зокрема ПД-регулятора газоподачі.

В розробленій системі реалізовано розподільне фазне впорскування газу по циліндрах двигуна. Система має можливість змінювати фазу впорскування газу у всьому швидкісному діапазоні роботи двигуна. На розробленому безмоторному стенді здійснено перевірку можливості зміни фази впорскування за частоти обертання КВ 1000 хв^{-1} зі значеннями фази впорскування $\psi_1=40^\circ$ після верхньої мертвої точки (ВМТ) та $\psi_2=15^\circ$ після ВМТ, що доводить працездатність системи.

Таким чином розроблена МПСЖ дозволяє змінювати значення фази впорскування газу в широких межах після ВМТ на такті впуску в залежності від режиму роботи дизеля.

Обґрунтовано необхідність перевірки роботоздатності та ефективності представленої МПСЖ за стендових та дорожніх випробувань вантажного автомобіля з дизелем, що працює за дизельним та газодизельним циклами, в результаті яких потрібно встановити раціональне значення фази впорскування газу.

До зауважень:

- в розділі використано підзаголовки, які не мають номерів («Форсунки газові електромагнітні», «Блок керування мікропроцесорний», «Паливний насос високого тиску з механізмом задання запальної дози», «Механізм задання запальної дози дизельного палива»);
- незрозумілим є висновок 3, де стверджується, що «...ПД-регулятори...не доцільно використовувати в системах «мотор-редуктор», оскільки в розділі це питання не оговорюється;

У третьому розділі уточнено математичну модель руху вантажного автомобіля з дизелем за режимами міського їздового циклу згідно ГОСТ 20306-90 з урахуванням особливостей цього циклу.

Згідно методики розрахункових досліджень транспортний засіб розглядається, як споживач палива та повітря, а також як джерело викидів шкідливих речовин (ШР) з відпрацьованими газами (ВГ). Зміну енергетичних, паливно-економічних та екологічних показників двигуна за роботи дизеля за дизельним та газодизельним циклами зі штатним кутом випередження впорскування ДП описано за допомогою поліноміальних залежностей окремих показників моделі, які побудовані на базі даних, отриманих в результаті проведених стендових моторних досліджень дизеля.

Розрахунок витрати ДП, повітря, СПГ, концентрації ШР у ВГ дизеля та димності ВГ в широкому діапазоні швидкісних та навантажувальних режимів за роботи дизеля за дизельним та газодизельним циклами здійснено за поліноміальними залежностями другого порядку від частоти обертання КВ та ефективного крутного моменту.

Уточнена математична модель руху вантажного автомобіля дозволяє визначити паливну економічність та екологічні показники вантажного автомобіля з дизелем, що працює за дизельним та газодизельним циклами.

До зауважень:

- не зрозуміло для чого в розділі 3 наведено детальний огляд відомих їздових циклів, що прийнято в різних країнах;
- на стор. 107 наведено підзаголовок «Розрахунок витрати дизельного та газового палива, повітря та концентрації шкідливих речовин у відпрацьованих газах дизеля, що працює за дизельним та газодизельним циклами» без нумерації;

В четвертому розділі наведено результати експериментальних досліджень. Для відпрацювання схемних рішень, налаштування мікропроцесорного блоку керування, перевірки працездатності складових системи живлення, відпрацювання алгоритмів роботи, імітації відмов було розроблено та виготовлено безмоторний стенд та проведено спільні безмоторні випробування КПП ім. Ігоря Сікорського та Національним транспортним університетом розробленої МПСЖ.

Проведено дослідження виконавчих механізмів системи живлення, здійснено налаштування ПД-регулятора впорскування газу, відпрацьовано робочі

алгоритми, визначено діапазон зміни регульовальних параметрів, таких як час та фаза впорскування газу.

Метою експериментальних досліджень є визначення паливно-економічних та екологічних показників автомобіля за роботи дизеля за дизельним та газодизельним циклами, перевірка впливу зміни фази впорскування на показники дизеля за роботи за газодизельним циклом та перевірка адекватності математичної моделі руху вантажного автомобіля з дизелем за режимами міського їздового циклу.

Об'єктом експериментальних досліджень обрано вантажний автомобіль з рядним, чотирициліндровим дизелем Д 245.7 з рідинним охолодженням та газодизельна система живлення з мікропроцесорним керуванням.

Випробування вантажного автомобіля ГАЗ-3309 з розробленою газодизельною МПСЖ проведено на тяговому роликовому динамометричному стенді моделі 4819 ВМ в лабораторії дослідження використання палив та екології ДП „ДержавтотрансНДІпроект”.

Під час стендових моторних досліджень для визначення паливно-економічних показників дизеля, що працює за дизельним та газодизельним циклами, було використано витратоміри ДП (ONO SOKKI), повітря (GF-90) та СПГ (FCI FlexCOR) та газоаналітичний вимірювальний комплекс (BOSCH BEA 060) і димомір (Hartridge МК-3) для визначення концентрацій ШР у ВГ та димності ВГ.

За роботи двигуна Д 245.7 його енергетичні показники практично однакові, як за дизельним, так і за газодизельним циклом. Частка заміщення ДП СПГ в середньому складає 74 %. Проведені дослідження показали покращення екологічних показників дизеля, зокрема, за роботи за газодизельним циклом значно знижується димність ВГ в декілька разів. Отримано навантажувальні характеристики для різних частот обертання КВ.

Встановлено, що зміна фази впорскування газу впливає на паливно-економічні, екологічні та енергетичні показники дизеля. Отримані результати при встановленні фаз $\psi=15^\circ$ після ВМТ та $\psi=30^\circ$ після ВМТ здебільшого схожі, але димність ВГ за фази $\psi=15^\circ$ менша, ніж за фази $\psi=30^\circ$ (9 % та 14 % відповідно), також за фази $\psi=15^\circ$ дещо менші концентрації вуглеводнів та оксиду вуглецю. Але концентрації оксидів азоту за фази $\psi=30^\circ$ менші (на 14,8 %), ніж за фази $\psi=15^\circ$. Тому доцільним значенням фази впорскування газу за частоти обертання КВ $n_d=1600 \text{ хв}^{-1}$ визначено фазу $\psi=30^\circ$ після ВМТ.

Для частоти обертання КВ $n_d=1300 \text{ хв}^{-1}$ проведено аналогічний аналіз, в результаті якого доцільною визначено фазу $\psi=40^\circ$ після ВМТ.

Результати дорожніх випробувань на вантажному автомобілі ГАЗ-3309 з дизелем Д 245.7 за роботи дизеля за газодизельним циклом засвідчили зменшення витрати ДП. Частка заміщення під час дорожніх випробувань склала 75 %.

До зауважень:

- не зовсім зрозуміло для чого в дисертації на рис. 4.2 (стор. 116) показано стандартний восьмиканальний USB осцилограф Autoscope II, а на рис. 4.5 (стор.123) відомий стенд для дослідження тягових властивостей моделі 4819 ВМ,

на рис. 4.10 та 4.11 димомір та газоаналітичний вимірювальний комплекс (стор. 128);

- на рис. 4.19 незрозумілим є падіння вмісту СО в режимі 1600 хв^{-1} , а потім знову його зростання;

- не обґрунтовано кількість вимірювань параметрів. Вказано (стор. 124), що «Вимірювання параметрів виконувалося тричі для зменшення похибки отриманих результатів». Тобто не була перевірена стабільність вимірювань параметрів;

- у висновках до розділу наведено 9 пунктів (висновків). Доцільно було б об'єднати висновки 1 та 2, 3 та 4. Висновок 5 про використання сучасного вимірювального обладнання можна вважати зайвим, висновок 6 про «...підтвердження роботоздатності системи» не несе конкретної інформації.

У п'ятому розділі аналізом результатів експериментальних досліджень та розрахованих масових видів ШР встановлено доцільну фазу впорскування газу у всьому швидкісному діапазоні роботи дизеля Д 245.7 за роботи за газодизельним циклом. Визначено діапазон значень фази впорскування від $12,5^\circ$ до ВМТ до 60° після ВМТ. Вибір доцільної фази визначений на основі розрахованих сумарних масових викидів, питомої витрати палива та витрати палива в тепловому еквіваленті.

В розділі наведено поліноміальні коефіцієнти для розрахунку на математичній моделі руху вантажного автомобіля з дизелем, що працює за дизельним та газодизельним циклами. Адекватність математичної моделі перевірена за F-критерієм Фішера.

Адекватність уточненої математичної моделі підтверджено шляхом порівняння результатів розрахункових досліджень з результатами дорожніх випробувань вантажного автомобіля ГАЗ-3309 при русі в режимах міського їздового циклу.

Результати розрахунків на математичній моделі засвідчили зниження сумарних масових викидів ШР з ВГ за роботи за газодизельним циклом на 16,46% без вантажу та 10,14% при повному завантаженні автомобіля, в порівнянні з роботою дизеля за дизельним циклом.

Встановлено, що соціально-економічний збиток для суспільства від переобладнання дизелів транспортних засобів на живлення стисненим природним газом за роботи дизеля за газодизельним циклом зменшиться на 10-16,5 % в залежності від маси вантажу.

До зауважень:

- в розділі наведено констатація зміни параметрів процесів (масові викиди ШР, сумарні викиди ШР), але відсутній аналіз причин цих змін;

- не зрозуміло для чого на стор. 172 наводити огляд переваг та недоліків газодизельних систем, який краще було б віднести до розділу 1 дисертації;

- на стор. 174 необґрунтовано наведено, що величина шкоди однією умовною тонною забруднюючих речовин складає 24,6 грн/умов. т;

Додатки містять чотири розділи і доповнюють основний зміст дисертації. Методологія дисертації сучасна, включає експериментальну перевірку основних положень та широке застосування математичних методів з використанням ПК.

3. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій.

Автор виносить на захист науково обґрунтований підхід для вирішення актуальної науково-практичної задачі – поліпшення показників транспортних засобів при переведенні дизелів у газодизелі удосконаленням системи живлення дизелів, що сприяє підвищенню ефективності експлуатації транспортних засобів.

Теоретичні та експериментальні дослідження є послідовними, логічними, обґрунтованими. Усі отримані автором результати не суперечать результатам попередніх дослідників, а є їх логічним розвитком. Наукові положення достатньо обґрунтовані.

Загальні висновки дисертації, які складаються з 9 пунктів, обумовлені результатами проведених теоретичних та експериментальних досліджень і обґрунтовані ними. Всі вони є логічними та витікають з матеріалів дисертації та вірно відображають результати досліджень та цілком співставні із задачами досліджень.

4. Достовірність і новизна висновків і рекомендацій.

Достовірність результатів досліджень забезпечується високим ступенем адекватності теоретичних моделей та експериментальних даних, а також використанням сучасних вимірювальних приладів. Достовірність отриманих результатів і сформульованих висновків не викликають сумнівів.

Наукові положення, методи експериментальних досліджень достатньою мірою обґрунтовані, базуються на сучасних методиках як теоретичних, так і експериментальних досліджень у галузі теорії руху автомобіля, робочого процесу ДВЗ, експлуатації та ремонту засобів транспорту, а також на результатах особистих досліджень дисертанта.

Науковою новизною в роботі слід вважати наступне:

- встановлено вплив фази впорскування газового палива на паливну економічність та екологічні показники дизелів за роботи за газодизельним циклом.

- уточнено математичну модель руху вантажного автомобіля з дизелем, переобладнаним для роботи за дизельним та газодизельним циклами, згідно режимів міського їздового циклу.

- підтверджено економічну доцільність переведення дизелів транспортних засобів в газодизелі шляхом удосконалення системи живлення та збільшення частки заміщення дизельного палива СПГ в умовах експлуатації.

Практичне значення виконаного дослідження полягає у можливості використання:

- розробленого та виготовленого зразка газодизельної МПСЖ. За результатами стендових безмоторних випробувань здійснено налаштування ПІД-регулятора газоподачі цієї системи та перевірено можливість фазного регулювання подачі газу за різних режимів роботи дизеля.

-проведених експериментальних досліджень автомобіля ГАЗ-3309 з дизелем Д 245.7 та встановленим зразком газодизельної МПСЖ, в результаті яких отримано поліноміальні залежності, що описують дизель як джерело енергії, споживач палива та джерело шкідливих викидів за роботи дизеля за дизельним і газодизельним циклами.

- встановлених величин доцільних фаз впорскування газу до циліндрів двигуна за роботи дизеля за газодизельним циклом.

- розрахованого економічного ефекту, який дає змогу оцінити економічну доцільність конвертації в умовах експлуатації дизеля в газодизель з використанням розробленої МПСЖ.

- основних результатів роботи, які прийнято для впровадження ТОВ „АвтоГазГлобал" та ТОВ „ЛКО" з метою зниження витрат на паливо, зменшення шкідливих викидів в умовах експлуатації та обґрунтування доцільності переобладнання транспортних засобів для роботи дизеля за газодизельним циклом. Крім того, результати роботи використовуються в освітньому процесі Національного транспортного університету при підготовці фахівців за спеціальностями: «Галузеве машинобудування», «Автомобільний транспорт» та «Енергетичне машинобудування».

5. Відповідність змісту автореферату основним положенням дисертації.

Зміст автореферату в повній мірі відображає основні положення та результати, що отримано в дисертації.

В авторефераті наведені актуальність теми; зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами; мета, задачі, об'єкт, предмет та методи дослідження; наукова новизна та практичне значення одержаних результатів; особистий внесок здобувача; апробація результатів дисертації; публікації; обсяг і структура дисертації; основний зміст роботи; висновки; список опублікованих праць за темою дисертації; анотації українською, російською (розширена) та англійською мовами.

Висновки дисертації та автореферату ідентичні. Оформлення автореферату відповідає вимогам нормативних документів.

6. Повнота викладу наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації в опублікованих працях.

Матеріали дисертаційної роботи опубліковано у 16 працях, у тому числі: 6 – у наукових фахових виданнях України, 2 – у закордонних виданнях, 7 – у матеріалах наукових конференцій. Отримано один патент України на корисну модель.

7. Загальні недоліки по роботі:

1. Не зовсім зрозуміло, чому в дисертаційному дослідженні відсутні порівняння з сучасними вимогами ЄВРО щодо екологічних показників дизеля, який працює в газодизельному режимі з системою, що запропоновано.

2. Для дисертаційного дослідження в галузі технічних наук загальні висновки хоч і цілком співставні з задачами досліджень, проте містять мало цифрових даних і подекуди мають констатаційний зміст. Так у висновку 4 відсутні чисельні дані про поліпшення екологічних показників дизеля за роботи в газодизельному режимі, лише констатується, що «значно знижується димність».

3. Незрозумілим є використання в роботі інформації зі списку літератури, яка має 31-49 років з моменту походження (джерела [51, 82, 86, 92, 94])

4. У висновку 5 краще б було вказати саме чим «уточнено математичну модель руху вантажного автомобіля ГАЗ-3309 з дизелем, що працює за дизельним та газодизельним циклами» і що саме це дає для вирішення задач дослідження.

5. Висновок 1 про найбільш ефективний напрямок зменшення використання ДП дизелями є загальновідомим.

6. У висновку 2 сказано, що особливістю розробленої системи є «...використання мікропроцесорного блоку керування». Можливо – це не зовсім гарно сформульована думка, оскільки аналогічні системи з мікропроцесорним керуванням вже давно існують.

7. Оскільки ціна складових системи не обґрунтована, висновок 8 можна вважати також недостатньо обґрунтованим.

Також зустрічаються помилки набору тексту.

8. Загальний висновок та оцінка дисертаційної роботи.

1. Робота присвячена вирішенню актуальної науково-технічної задачі – поліпшенню показників транспортних засобів з дизелями при переведенні їх в газодизелі удосконаленням системи живлення.

2. Дисертаційні дослідження виконано методологічно вірно, задачі, поставлені в роботі, виконано повністю.

3. Розроблені в дисертації положення та методики, отримані експериментальні дані, запропоновані рекомендації можуть бути використані в автотранспортних підприємствах для перевodu дизелів в газодизелі та в підприємствах, що спеціалізуються на технічному обслуговуванні та ремонті систем живлення дизельних двигунів.

4. Дисертація є закінченою науковою працею, яка виконана з використанням сучасних математичних методів досліджень, містить нові результати.

5. Зауваження по дисертаційній роботі, що наведено у відгуку, не ставлять під сумнів вихідні наукові положення та основні результати досліджень, які пройшли достатню апробацію.

6. Автореферат повністю відображає зміст, положення та основні результати дисертації.

З урахуванням вищезазначеного **вважаю**, що дисертаційна робота Голика Андрія Віталійовича «Поліпшення показників транспортних засобів при переведенні дизелів у газодизелі удосконаленням системи живлення», відповідає паспорту спеціальності 05.22.20 – «Експлуатація та ремонт засобів транспорту» та

положенням «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання наукового співробітника», затвердженого постановою Кабінету Міністрів від 24 липня 2013 року № 567, а її автор Голик Андрій Віталійович заслуговує на присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.20 – «Експлуатація та ремонт засобів транспорту».

Офіційний опонент:

кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри автомобілів і
транспортних технологій
Державного університету
«Житомирська політехніка»



А.В. Ільченко

Підпис Ільченка А.В. засвідчую
Начальник відділу кадрів
Державного університету
«Житомирська політехніка»



Л.О. Нікітчук