

Міністерство
освіти і науки
України



Міністерство освіти і науки України

Національний університет біоресурсів і
природокористування України

Механіко-технологічний факультет

НДІ техніки і технологій

Кафедра транспортних технологій та засобів у АПК

Представництво Польської академії наук в Києві

Польська академія наук відділення в Любліні

Академія інженерних наук України

Українська асоціація аграрних інженерів



**ЗБІРНИК ТЕЗ
доповідей
III Міжнародної
науково-практичної конференції
«Автомобільний транспорт та інфраструктура»**



AutoTransport and Infrastructure

23-25 квітня 2020 року
м. Київ

СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ГАЗОВИМИ ДВЗ З ІСКРОВИМ ЗАПАЛЮВАННЯМ, ПЕРЕОБЛАДНАНИМИ НА БАЗІ ТРАНСПОРТНОГО ДИЗЕЛЯ

Ковальов Сергій Олексійович, к.т.н., с.н.с

ДП «ДержавтотрансНДІпроект»

skovalev@insat.org.ua

Згідно з інформацією World LPG Association (WLPGA) Україна займає 4-е місце у світі за кількістю газобалонних транспортних засобів (далі – ТЗ), що працюють на зрідженому нафтовому газі (далі – ЗНГ, на англ. мові скорочено – LPG), і входить у перші десять країн світу – найбільших споживачів ЗНГ в якості моторного палива [1]. До того ж, споживання ЗНГ ТЗ за останні три роки в Україні перевищило споживання бензинів. Це зумовлено тим, що останнім часом ЗНГ є найбільш дешевим моторним паливом в Україні [2].

Отже, з урахуванням вартості ЗНГ, стає очевидним, що одним з найбільш ефективних способів зменшення експлуатаційних витрат колісними транспортними засобами (насамперед обладнаними потужними дизелями) є переобладнання їх дизелів у газові двигуни внутрішнього згорання (далі – ДВЗ) з іскровим запалюванням.

У ДП «ДержавтотрансНДІпроект» проводяться роботи з розроблення сучасної української синтез-технології Avenir Gaz (різних рівнів складності) для переобладнання транспортних дизелів у газові ДВЗ з іскровим запалюванням для роботи на ЗНГ. Відповідно до синтез-технології переобладнання дизелів здійснюється на базі створених електронних систем управління газовими ДВЗ, основою якої є електронні мікропроцесорні блоки управління (далі – ЕБУ) [3].

На цей час в інституті завершені роботи з адаптації синтез-технології Avenir Gaz (першого рівня складності – рівня «А») для переобладнання дизеля 4С11/12,5 (моделі Д-240) у газовий ДВЗ Д-240-LPG-«А».

При переобладнанні дизеля Д-240, згідно з синтез-технологією Avenir Gaz, дизель було частково розібрано і внесено як відповідні зміни до його конструкції, так і проведено повний демонтаж систем живлення та впорскування дизельного палива (включаючи дизельні паливні баки, трубопроводи, фільтри тощо). Зміни, внесені в конструкцію двигуна стосувалися доопрацювання головки блоку циліндрів дизеля для встановлення свічок запалювання. Крім того, для зменшення ступеня стиснення були встановлені нові доопрацьовані поршні із зміненою формою (об'ємом) камери згорання, яка забезпечила геометричну ступінь стиснення, що дорівнює $\epsilon = 9,5$ [4]. До того ж, газовий ДВЗ Д-240-LPG-«А» було дообладнано системою управління наповненням циліндрів зарядом робочої суміші, системою живлення та подачі ЗНГ до впускного трубопроводу через газоповітряний

змішувач, а також безконтактною електронною системою запалювання з рухомим розподільником напруги.

Результати експериментальних досліджень, проведених на навантажувальному електричному стенді Zöllner показали, що максимальна потужність газового Д-240-LPG-«А» дорівнює 57,5 кВт (78 к.с.) при частоті обертання колінчастого валу 2200 хв⁻¹. Таким чином, номінальна потужність газового двигуна Д-240-LPG-«А» склала 97 % від номінальної потужності дизеля Д-240. Ефективні витрати ЗНГ при частотах обертання двигуна у діапазоні від 900 до 2200 хв⁻¹ і роботі по зовнішній швидкісній характеристиці змінювались у межах від 7,5 ... 21,1 л/год (або 4,0 до 11,3 кг/год) відповідно. Слід зауважити, що номінальні ефективні витрати дизельного палива дизелем Д-240 складають 14 кг/год або 17 л/год. На всіх швидкісних та навантажувальних режимах роботи конвертований газовий Д-240-LPG-«А» працював стійко і без детонації.

Одночасно, у ДП «ДержавтотрансНДПроект» проводяться роботи із адаптації синтез-технології Avenir Gaz (другого рівня складності – рівня «В»). Переобладнання газового ДВЗ Д-240-LPG-«А», що відповідав рівню «А» складності синтез-технології Avenir Gaz, до рівня «В» здійснено шляхом демонтажу системи живлення і подачі ЗНГ (через газоповітряний змішувач) до впускного трубопроводу та встановленням на її місце підсистеми багатоточкового впорскування ЗНГ газовими електромагнітними форсунками – типу Common Rail. Всі елементи спеціального обладнання, що входять до підсистеми багатоточкового впорскування ЗНГ, відповідають вимогам [5].

До того, газовий ДВЗ Д-240-LPG-«В» було укомплектовано підсистемою наповненням циліндрів зарядом робочої суміші, яка складається з дросельної заслінки та регулятора холостого ходу з конічним шибером. Для визначення поточної частоти обертання двигуна на його колінчастому валі змонтовано задаючий диск типу 60-2, напроти якого встановлено датчик частоти обертання.

Для управління роботою транспортного (тракторного) газового ДВЗ Д-240-LPG-«В» розроблено і виготовлено сучасний багатофункціональний мікропроцесорний ЕБУ Avenir Gaz 37 «В», який показано на рис. 1.

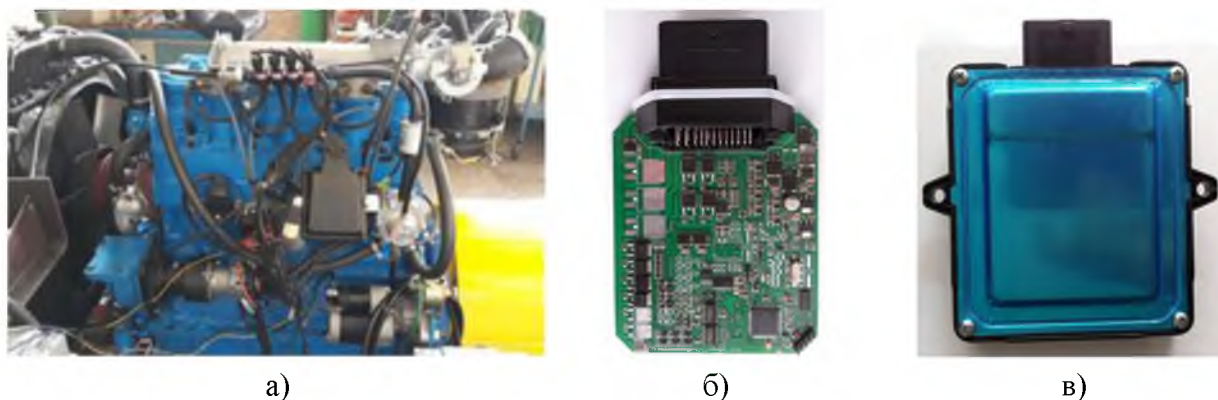


Рис. 1 – Газовий ДВЗ Д-240-LPG-«В» з ЕБУ Avenir Gaz 37 «В»:

а – газовий ДВЗ Д-240-LPG-«В»; б – плата ЕБУ Avenir Gaz 37 «В» в зборі;
в – зовнішній вигляд багатофункціонального мікропроцесорного ЕБУ

ЕБУ Avenir Gaz 37 «В» рівня «В» побудовано на платформі високопродуктивного 16-розрядного мікроконтролера PIC24F (Microchip Technology Inc.) з технологією nanoWatt XLP, яка забезпечує наднизьке енергоспоживання. Максимальна тактова частота – 32 МГц. Обчислювальна потужність (продуктивність) мікроконтролера при робочій частоті досягає 16 DMIPS, що дозволяє проводити розрахунки в реальному масштабі часу.

Були розроблені алгоритми та програмне забезпечення, яке дозволяє управляти роботою газового ДВЗ Д-240-LPG-«В», зокрема його підсистемою багатоточкового впорскування ЗНГ газовими електромагнітними форсунками до впускного трубопроводу, а також підсистемою наповнення циліндрів зарядом робочої суміші.

При цьому, ЕБУ Avenir Gaz 37 «В» рівня «В» управляє роботою підсистеми Common Rail таким чином, що забезпечує багатоточкове впорскування ЗНГ газовими електромагнітними форсунками до впускного трубопроводу в зону наближену до впускних клапанів.

Крім того, під час роботи на холостому ході в процесі прогрівання «холодного» газового ДВЗ ЕБУ Avenir Gaz 37 «В» керує роботою регулятора холостого ходу та величиною циклової подачі ЗНГ так, що при прогріванні газового ДВЗ відбувається зниження його частоти обертання.

Були проведені випробування Д-240-LPG-«В» на відповідність вимог ДСТУ 4277 [6]. Результати випробувань свідчать, що Д-240-LPG-«В» за вмістом оксиду вуглецю та вуглеводнів у відпрацьованих газах відповідає вимогам ДСТУ 4277 і має суттєво нижчий їх вміст ніж гранично допустимі до двигунів без каталізаторів.

Отримані результати випробувань газових ДВЗ Д-240-LPG-«А» та Д-240-LPG-«В» свідчать, що з урахуванням роздрібної вартості 1-го літра ЗНГ, яка за останні роки складала у середньому біля 40 ... 45 % від ціни дизельного палива [2], переобладнання дизелів у газові ДВЗ з примусовим запалюванням є ефективним способом зменшення експлуатаційних витрат колісними транспортними засобами. Крім того, переобладнання дизельних колісних транспортних засобів у газові ДВЗ з примусовим запалюванням для роботи на ЗНГ, дозволяє отримати екологічно сприятливі та енергоефективні ДВЗ та збільшити частку альтернативних видів газових моторних палив у загальному обсязі моторних палив.

Література

1. Украина лидирует в мире по потреблению автогаза и стала главным драйвером роста цен в Европе. [Електронний ресурс] / <https://ubr.ua/market/auto/ukraina-lidruet-v-mire-popotrebleniju-avtohaza-i-stala-hlavnym-drajverom-rosta-tsen-v-evrope-387-0825>. Режим доступу на 06.05.2019.
2. Ціни на бензин, ДТ, газ на заправках України. [Електронний ресурс] // Все АЗС / Режим доступу до журн.: <http://vseazs.com>.
3. Ковальов С.О. Розроблення та дослідження газового двигуна Д-240-LPG, конвертованого на базі тракторного дизеля / Ковальов С.О. // Двигатели внутреннего сгорания. – 2019. – № 2. – С. 18 – 25.

4. Ковальов С.О. Камера згоряння газового ДВЗ, конвертованого на базі дизеля для роботи на зрідженому нафтовому газі / Ковальов С.О. // Двигатели внутреннего сгорания. – 2019. – № 1. – С. 15 – 20.

5. Правила ООН № 67 Транспортные средства, работающие на СНГ (Regulation No. 76 LPG vehicles).

6. Система стандартів у галузі охорони навколишнього природного середовища та раціонального використання ресурсів. Атмосфера. Норми і методи вимірювання вмісту оксиду вуглецю та вуглеводнів у відпрацьованих газах автомобілів з двигунами, що працюють на бензині або газовому паливі: ДСТУ 4277:2004. – [Чинний від 2004-07-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2004. – 8 с. – (Національний стандарт України).