

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР «ІМЕСГ» НААН**



***ЗБІРНИК
ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ***

***VI Міжнародної науково-технічної конференції з нагоди
112-ї річниці від дня народження
доктора технічних наук, професора,
члена-кореспондента ВАСГНІЛ,
віце-президента УАСГН
КРАМАРОВА
Володимира Савовича
(1906-1987)***

«КРАМАРОВСЬКІ ЧИТАННЯ»

***21-22 лютого 2019 року
м. Київ***

УДК 621.767

**РОЗРОБЛЕННЯ УНІВЕРСАЛЬНОЇ ЕЛЕКТРОННОЇ СИСТЕМИ
УПРАВЛІННЯ ГАЗОВИМИ ДВЗ З ПРИМУСОВИМ ЗАПАЛЮВАННЯМ,
ПЕРЕОБЛАДНАНИМИ НА БАЗІ ТРАКТОРНИХ ДИЗЕЛІВ**

С. О. КОВАЛЬОВ, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник
ДП «ДержавтотрансНДІпроект», м. Київ
E-mail: skovalev@insat.org.ua

В результаті критичного забруднення оточуючого середовища транспортними засобами (далі – ТЗ), що працюють на традиційних рідких моторних паливах, за останні десятиліття виникла необхідність застосування більш екологічно чистих видів палив, до яких у першу чергу належить газові моторні палива.

З урахуванням того, що сільськогосподарська техніка (самохідні шасі, комбайни, потужні колісні та гусеничні трактори) оснащені переважно дизелями, що мають високі експлуатаційні витрати дизельного палива, стає

очевидним доцільність його заміни на найбільш розповсюджене та дешеве і екологічно чисте газове моторне паливо – зріджений нафтовий газ (далі – ЗНГ). Найбільш ефективним способом використання ЗНГ сільськогосподарською технікою, є конвертація їх дизелів у газові двигуни з примусовим запалюванням.

Головними перевагами такого переобладнання є: 100% заміна більш дорогого дизельного палива на більш дешевий ЗНГ; зменшення рівня шкідливих викидів оксидів (СО) та діоксидів вуглецю (СО₂), оксидів азоту (NO_x) і твердих частинок у відпрацьованих газах; зменшення зовнішнього шуму, створюваного сільськогосподарською технікою; збереження енергетичних параметрів газових ДВЗ з примусовим запалюванням на рівні 80 ... 100 % від штатного дизеля; підвищення моторесурсу двигуна тощо.

Проведено роботи з розроблення сучасної української синтез-технології Avenir Gaz для переобладнання тракторних дизелів у газові ДВЗ з іскровим запалюванням для роботи на ЗНГ. Відповідно до синтез-технології переобладнання дизелів здійснюється на базі створеної універсальної електронної системи управління газовими ДВЗ, основою якої є перспективний електронний мікропроцесорний блок управління Avenir Gaz 37 (далі – ЕБУ).

На сьогодні у ДП «ДержавтотрансНДІпроект» проводяться роботи з адаптації синтез-технології Avenir Gaz для переобладнання дизелів 4Ч11/12,5 (моделей Д-240 и Д-243), які встановлюються на трактори моделей МТЗ-80 та МТЗ-82.

Застосування синтез-технології Avenir Gaz вимагає як часткового розбирання дизеля з внесенням деяких змін до його конструкції, так і повний демонтаж систем живлення та впорскування дизельного палива (включаючи дизельні паливні баки, трубопроводи, фільтри тощо); а також внесення відповідних змін у його конструкцію ДВЗ. До змін конструкції двигуна відносяться як доопрацювання головки блоку циліндрів дизеля для встановлення свічок запалювання, так і доопрацювання старих поршнів або встановлення нових поршнів. Для зменшення ступеня стиснення у поршнів має бути змінена форма (об'єм) камери згорання.

Крім того, газовий ДВЗ має бути дообладнано двома такими головними сучасними системами як: системами живлення та багатоточкового впорскування ЗНГ типу Common Rail (з впорскуванням газу електромагнітними форсунками до впускного колектору ДВЗ у зону наближену до впускного клапана) та електронною індуктивною системою іскрового запалювання з нерухомим розподільником напруги (з двохіскровими або індивідуальними котушками запалювання).

До того ж, газовий ДВЗ має бути дообладнано системою управління наповненням циліндрів зарядом робочої суміші. Система складається з дросельної заслінки із механічним приводом з датчиком кута повороту дросельної заслінки та механізму байпасного регулювання потоку повітря. А для виконання відповідних екологічних вимог може бути дообладнана додатковими системами нейтралізації відпрацьованих газів (з

трьохкомпонентним каталітичним нейтралізатором та одним або двома лямбда-зондами) та рециркуляції відпрацьованих газів.

Ефективне управління роботою переобладнаного газового ДВЗ (із встановленими головними і додатковими системами та датчиками і пристроями) може здійснюватися лише універсальною системою електронного управління. Головним елементом такої системи є електронний мікропроцесорний блок управління Avenir Gaz 37.

Мікропроцесорний ЕБУ Avenir Gaz 37, у цілому, виконує управління роботою відповідних систем газового ДВЗ, а також здійснює регулювання його окремих параметрів на різних швидкісних та навантажувальних режимах роботи ДВЗ.

Головними функціями мікропроцесорного ЕБУ Avenir Gaz 37 є: управління системою живлення ДВЗ ЗНГ та системою впорскування ЗНГ (при груповому або послідовному чи індивідуальному видах впорскування газового палива); управління електронною індуктивною системою запалювання із нерухомим розподільником напруги (з двохіскровими або індивідуальними котушками запалювання) з можливістю регулювання системи запалювання по сигналу датчика детонації.

До того ж, мікропроцесорний ЕБУ здатний виконувати додаткові функції такі, як: регулювання величини пускової циклової подачі газового палива в залежності від температури охолоджувальної рідини; регулювання частоти обертання колінчатого валу газового ДВЗ на режимі холостого ходу залежно від температури охолоджувальної рідини; регулювання системи нейтралізації ВГ (складу ВГ) за сигналами одного або двох лямбда зондів; регулювання системи рециркуляції ВГ (на англійській мові скорочено – EGR); паралельна робота з другим ЕБУ тощо.

Для управління роботою транспортного газового ДВЗ із примусовим запалюванням, на підставі принципової та загальної схем універсальної системи електронного управління газовим ДВЗ з іскровим запалюванням для роботи на ЗНГ був розроблений і виготовлений промисловий зразок сучасного багатофункціонального ЕБУ Avenir Gaz 37.

Промисловий зразок ЕБУ Avenir Gaz 37 побудовано на основі мікроконтролера моделі STM32F4, створеного на базі високопродуктивного 32-х розрядного ядра ARM Cortex-M4 з робочою частотою 168 МГц. Обчислювальна потужність (продуктивність) мікроконтролера при робочій частоті досягає 210 DMIPS. У мікроконтролер інтегровані: статична пам'ять з довільним доступом SRAM (ОЗП) 192 кбайт, а також 4 кбайт резервної SRAM і до 1 Мбайт Flash пам'яті. Для обробки аналогових сигналів служать два 12-бітових ЦАП і три 12-бітних АЦП. Проведені випробування ЕБУ, які підтвердили його працездатність.

На основі синтез-технології Avenir Gaz із застосуванням універсальної електронної системи управління газовими ДВЗ з багатофункціональним ЕБУ Avenir Gaz 37 на базі дизеля Д-240 створено газовий ДВЗ з іскровим запалюванням моделі Д-240-LPG.