

УДК 629.036.2

А.Ф. ГОЛОВЧУК¹, Ю.І. ГАБРИЄЛЬ¹, Р.І. ГОЛОДНЯК²¹Уманський національний університет садівництва, Україна²Львівський національний аграрний університет, Україна

РОЗРОБКА КОНСТРУКТИВНОЇ СХЕМИ ЕЛЕКТРОННО-КЕРОВАНОЇ ПАЛИВОПОДАЧІ ДИЗЕЛІВ І ГАЗОДИЗЕЛІВ

Розроблено конструктивну схему електронно-керованої паливоподачі дизельних двигунів, які встановлюються на більшості тракторів виробництва країн СНД, без суттєвої зміни їх конструкції. Визначено перелік необхідних давачів та виконавчих механізмів, що в сукупності дозволяють добитись успішного функціонування запропонованої електронної системи паливоподачі та підвищити техніко-економічні показники дизелів та газодизелів. Завдяки повністю електронному управлінню існує можливість взаємодії даної системи з додатковим обладнанням транспортного засобу, запобігати різного роду перевантаженням, можливість дистанційного керування частотою обертання двигуна та моніторингу поточних параметрів роботи двигуна.

Ключові слова: дизель, газодизель, всережимний регулятор, електронна система керування.

Вступ

У зв'язку із підвищенням ціни на пальне та ускладненням екологічної ситуації необхідно приділяти значну увагу покращенню техніко-економічних, динамічних та екологічних характеристик двигунів внутрішнього згорання, що застосовуються на транспортних засобах. В Україні щороку зростає кількість автомобілів з дизелями, які використовуються в різних галузях народного господарства. Дизелі і газодизелі мають високі показники потужності та економічності, проте покращення техніко-економічних показників цих двигунів залишається актуальною проблемою.

Огляд публікацій

На техніко-економічні показники двигуна суттєвий вплив мають його режими роботи. Для забезпечення їх оптимальних значень необхідно добитись підвищення точності керування паливоподачею. Елементи паливної апаратури, які дозволяють реалізувати цю задачу, повинні бути відносно простої конструкції, ремонтпридатні та забезпечувати надійне регулювання паливоподачі залежно від режимів роботи двигуна. Для забезпечення лише зовнішньої швидкісної характеристики потрібні прямий, негативний коректор паливоподачі та корекція за тиском наддуву [1 – 5]. Якщо врахувати необхідність коректування за температурою палива та повітря, то механічні регулятори не зможуть в повній мірі виконати поставленої задачі [2, 6]. Вирішити її можливо завдяки електронній системі регулювання

паливоподачі, яка може враховувати багато вхідних факторів та, відповідно, керувати додатковим обладнанням двигуна [2, 7]. Електронний регулятор повинен зберігати основні конструктивні параметри своїх попередників задля полегшеного встановлення на двигун і введення в експлуатацію.

У зв'язку з вищезазначеним необхідно розробити такі системи регулювання паливоподачі дизельних і газодизельних двигунів, застосування яких не вимагають суттєвої зміни конструкції паливного насоса та самого двигуна, які були б простими в експлуатації, ремонті та обслуговуванні, мали можливість адаптуватись до зовнішніх факторів (стан двигуна, тиск та температура навколишнього середовища тощо). Добитись цього можливо шляхом удосконалення існуючих конструкцій всережимних регуляторів, якими зараз обладнано більшість двигунів виробництва країн СНД. Це удосконалення полягає у запровадженні електронного керування регулятором, що дозволяє добитись значно точнішої паливоподачі.

Для отримання оптимального балансу між потужністю двигунів, економічністю та мінімальним впливом на навколишнє середовище можна пристосувати звичайний дизель для роботи на суміші дизпалива та метану (газодизель) [8, 9].

На сьогоднішній день розроблено системи живлення дизелів на стисненому газі, котрі складаються з окремих ємностей для зберігання запасу газу, трубопроводів високого тиску, редукторів низького та високого тисків, триходового електромагнітного клапана, змішувача, механізму обмеження запальної дози палива, приводу управління регулятора і доза-

тора газу, електромагнітного клапана з фільтром [9]. Такі системи мають досить складну конструкцію, але не мають можливості точного регулювання подачі газу в залежності від режимів роботи та навантаження на двигун. Їх доцільніше використовувати на двигунах, котрі мають сталий режим роботи та відносно повільні зміни навантаження. Також в них відсутній механізм корекції складу суміші відносно відпрацьованих газів.

Для того, щоб можна було чітко реагувати на швидкі зміни роботи та різкі перепади навантаження існують системи живлення газодизелів, що оснащені електронними засобами контролю та керування. Вони є універсальними, оскільки забезпечують швидкість керування, точність дозування палива залежно від зміни навантаження. Такі системи є автономними в роботі, оскільки працюють згідно закладеної програми. Проте вони не можуть підлаштовуватись під певні, невизначені програмою, режими роботи двигуна. Крім того, у них відсутній зв'язок з корекцією дози дизпалива в певному діапазоні, необхідному для отримання оптимальних показників потужності та екологічності роботи двигуна. Слід зазначити також, про складність конструкції системи, оскільки із збільшенням кількості циліндрів двигуна зростає кількість редукторів-випарників, газових форсунок та клапанів керування. Це зумовлює необхідність кваліфікованого настроювання, діагностики та ремонту.

Пропонована система

Система електронно-керованої паливоподачі дизельних та газодизельних двигунів повинна забезпечувати поступлення дизельного палива залежно від режимів їх роботи, автоматично адаптуватись до зовнішніх факторів (навантаження на двигун, температурного режиму його роботи, тиску та температури навколишнього середовища тощо) та підлаштовуватись під них, швидко реагувати на різкі зміни навантаження, а також керувати процесом сумішоутворення залежно від складу відпрацьованих газів. Крім цього необхідно удосконалити існуючі конструкції систем живлення газодизельних двигунів. Воно полягає у запровадженні електронного керування регулятором подачі газу з використанням однієї форсунки, що дозволяє добитись значно точнішого дозування газу, спрощення системи живлення, зменшення часу реакції системи на зміну навантаження.

Для функціонування електронної системи паливоподачі необхідні наступні сигнали: частоти обертання двигуна; сигнал положення розподільчого валу (фази газорозподілу); положення паливної рейки; положення педалі акселератора; швидкість руху транспортного засобу; тиску та температури повітря у

впускному колекторі; тиску та температури у газовій магістралі; масової витрати повітря; температури двигуна; лінії діагностичного зв'язку та лінії передачі даних. Як виконавчі засоби слід застосувати механізми: регулювання положенням паливної рейки; частотою відкриття газової форсунки; передпускового підігріву двигуна; керування положенням клапана рециркуляції відпрацьованих газів (опціонально); керування тиском надуву (опціонально); включенням вентилятора охолоджуючої рідини (опціонально); включення стартера (опціонально).

Для керування положенням рейки паливного насоса високого тиску можна застосувати електромагніт, що керується за допомогою широтно-імпульсної модуляції. Визначення поточного положення рейки здійснюється за допомогою безконтактного датчика типу Холла. Блок управління можна виконати на основі 16-розрядного мікроконтролера сімейства dsPIC фірми Microchip, завдяки його доступності та можливості роботи в широкому температурному діапазоні, з підтримкою апаратних модулів ШІМ-модуляції та підтримкою CAN-шини.

Для того щоб автоматично управляти системою подачі газу необхідні наступні сигнали: частоти обертання колінчастого валу двигуна; положення розподільчого валу, положення рейки паливного насоса, положення педалі акселератора, тиску та температури повітря у впускному колекторі, масової витрати повітря, температури двигуна, кількості кисню у відпрацьованих газах, лінії діагностичного зв'язку та лінії передачі даних. Як виконавчі засоби слід застосувати механізми: регулювання положенням рейки паливного насоса; керування клапаном редуктора випарника, та керування газовою форсункою. Конструктивна схема запропонованої системи керування газодизелем двигуна Д-240 зображена на рис. 1.

Використовуючи сигнал частоти обертання колінчастого валу разом із сигналом положення розподільчого валу, блок управління має можливість вираховувати робочі цикли в окремих циліндрах (визначаючи положення розподільчого валу відносно колінчастого валу). За допомогою масового витратоміра повітря коректується величина паливоподачі як газу, так і дизпалива. Значення тиску та температури повітря у впускному колекторі використовуються для корекції паливоподачі, а для двигунів оснащених турбокомпресором може використовуватись для управління тиском надуву. Застосування клапану рециркуляції відпрацьованих газів разом із проміжним охолоджувачем дозволить суттєво знизити рівень NO_x у відпрацьованих газах [8]. Дросельна заслонка, що керується блоком управління дозволить підвищити ступінь рециркуляції відпрацьованих газів та покращити зупинку двигуна.

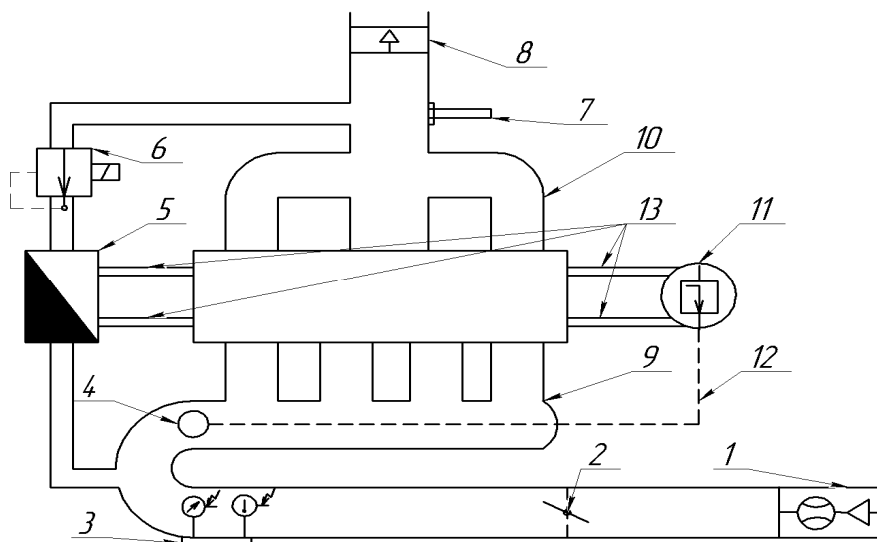


Рис. 1. Конструктивна схема електронної системи управління двигуном:

- 1 – масовий витратомір повітря; 2 – дросельна заслінка; 3 – датчик тиску та температури у впускному колекторі; 4 – газова форсунка; 5 – проміжний охолоджувач відпрацьованих газів; 6 – клапан рециркуляції відпрацьованих газів; 7 – лямбда-зонд; 8 – вимірювач димності відпрацьованих газів; 9 – впускний колектор; 10 – випускний колектор; 11 – газовий редуктор-випарник; 12 – газова магістраль низького тиску; 13 – магістралі охолоджуючої рідини двигуна

Для живлення двигуна газом можна використати газове обладнання відомої італійської фірми LOVATO, куди входить газовий балон з мультиклапаном та запорочним клапаном, редуктор-випарник з давачем температури охолоджувальної рідини та клапаном керування, трубопроводи низького та високого тисків, газова форсунка з клапаном керування, комплект проводів для підключення електричного обладнання газової апаратури та під'єднання живлення.

Висновки

Покращити техніко-економічні показники дизелів та газодизелів можливо шляхом використання системи живлення з автоматизованою паливоподачею.

Вирішення цієї задачі можливе за допомогою розробленої конструктивної схеми, яка дозволяє забезпечити електронне керування паливоподачею без суттєвої зміни конструкції двигуна.

В найближчій перспективі електронно-керованою паливоподачею можна обладнати більшість дизелів, що встановлені на тракторах виробництва країн СНД, які широко використовуються як в сільськогосподарському виробництві, так і в різних галузях промисловості.

Література

1. Крутов, В.И. Формирование внешней скоростной характеристики дизелей автотракторного и транспортного назначения с помощью корректоров [Текст] / В.И. Крутов, И.В. Леонов, В.И. Шатров // Двигателестроение. – 1989. – № 4. – С. 27 – 30.

2. Системы управления дизельными двигателями [Текст] / Перевод с немецкого. Первое русское издание. – М.: ЗАО «За рулем» 2004. – 480 с.

3. Блаженнов, Е.И. Новые элементы в автоматических регуляторах частоты вращения автомобильных дизелей [Текст]: учеб. пособие / Е.И. Блаженнов. – Ярославль, ЯПИ. – 1988. – 85 с.

4. Долганов, К.Е. Улучшение топливной экономичности и снижение дымности отработавших газов тракторного дизеля с турбонаддувом применением отрицательного корректирования топливоподачи [Текст] / К.Е. Долганов, Г.И. Остапенко // Двигателестроение. – 1983. – № 2. – С. 27 – 30.

5. Головчук, А.Ф. Дорожные испытания трактора Т-150К с ограничителем дымления [Текст] / А.Ф. Головчук, К.С. Долганов, Н.И. Самусь // Двигателестроение. – 1980. – № 11. – С. 44 – 46.

6. Пат. US4583506. Electronically controlled type governor for diesel engines [Diesel Kiki Co.] / Okamoto; Kenji, 1986.

7. Регулятор частоты оборотания дизеля з програмно-вимірювальним комплексом / Патент на винахід № 21481 / Національний транспортний університет // Лісовал А.А., Костриця С.В., Гуменчук М.І. / 15.03.2007, бюл. №3.

8. Zheng, Ming. Diesel engine exhaust gas recirculation – a review on advanced and novel concepts [Text] / Ming Zheng, Graham T. Reader, J. Ga-ry Hawley // Energy Conversion and Management. – 2004 – № 45. – P. 883 – 900.

9. Грицук, И.В. Улучшение топливной экономичности транспортного дизеля путем конвертации его в газодизель [Текст] / И.В. Грицук, Д.С. Адров // Двигатели внутреннего сгорания. – 2007. – № 2. – С. 88 – 91.

Надійшла до редакції 8.06.2012

Рецензент: д-р техн. наук, проф., зав. кафедри «Транспортні технології» Є.Ю. Форнальчик, НУ «Львівська політехніка», Львів, Україна.

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКТИВНОЙ СХЕМЫ ЭЛЕКТРОННО-УПРАВЛЯЕМОЙ СИСТЕМЫ ТОПЛИВОПОДАЧИ ДИЗЕЛЕЙ И ГАЗОДИЗЕЛЕЙ

А.Ф. Головчук, Ю.И. Габриэль, Р.И. Голодняк

Разработано конструктивную схему электронно-управляемой топливоподачи дизельных двигателей, которые устанавливаются на большинство тракторов производства стран СНГ, без существенного изменения их конструкции. Определен перечень необходимых датчиков и исполнительных механизмов, которые в совокупности позволяют добиться успешного функционирования предлагаемой электронной системы топливоподачи и повысить технико-экономические показатели дизелей и газодизелей. Благодаря полностью электронному управлению существует возможность взаимодействия данной системы с дополнительным оборудованием транспортного средства, предотвращать разного рода перегрузкам, возможность дистанционного управления частотой вращения двигателя и мониторинга текущих параметров работы двигателя.

Ключевые слова: дизель, газодизель, всережимный регулятор, электронная система управления.

DEVELOPMENT OF STRUCTURAL CHART ELECTRONIC-GUIDED FUEL SUPPLY DIESEL AND GAS-DIESEL ENGINES

A.F. Golovchuk, Yu.I. Gabriel, R.I. Golodnyak

The structural chart of electronic-guided fuel supply of diesel engines, which are set on most tractors of production of countries of the CIS is worked out, with no significant changes in their structure. The list of necessary sensors and executive mechanisms is certain, that in all allow to obtain the successful functioning of the offered electronic system of fuel supply and promote the technical and economical indexes of diesels and gas-diesel engines. Thanks to fully electronic management is interoperability of the system with additional equipment of the vehicle, to prevent various kinds of congestion, remote controlled engine frequency rotation and monitoring current parameters of the engine.

Key words: diesel, gas-diesel, all-speed governor, electronic-guided system.

Головчук Андрій Федорович – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри тракторів, автомобілів та ремонту машин Уманського національного університету садівництва, Україна, e-mail: andriy@golovchuk.com.ua.

Габрієль Юрій Ігорович – аспірант Уманського національного університету садівництва, Україна, e-mail: yuriygabriel@gmail.com.

Голодняк Руслан Іванович – старший викладач кафедри тракторів і автомобілів Львівського національного аграрного університету, Україна, e-mail: rgolodnyak@gmail.com.