

УДК 629.3.018.2

О.М. Марціяш¹, І.С. Мурований², Р.Р. Заверуха¹¹Технічний коледж Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя²Луцький національний технічний університет**ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК РОБОТИ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ФОРСУНОК
БЕНЗИНОВОГО ДВИГУНА НА ЛАБОРАТОРНОМУ СТЕНДІ**

Розроблено стенд для визначення характеристик подачі палива та електричних параметрів електромагнітних форсунок розподіленої системи впорскування бензинового двигуна легкового автомобіля з метою покращення навчального процесу під час проведення лабораторних досліджень. Отримано характеристики подачі палива електромагнітними форсунками досліджуваного двигуна для деяких режимів його роботи.

Ключові слова: Лабораторний стенд, система живлення, електромагнітна форсунка, подача пального, продуктивність.

О.М. Марціяш, И.С. Мурований, Р.Р. Заверуха¹Технический колледж Тернопольского национального технического университета имени Ивана Пулюя²Луцкий национальный технический университет**ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК РАБОТЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ФОРСУНОК
БЕНЗИНОВОГО ДВИГАТЕЛЯ НА ЛАБОРАТОРНОМ СТЕНДЕ**

Разработан стенд для определения характеристик подачи топлива и электрических параметров электромагнитных форсунок распределенной системы впрыска бензинового двигателя легкового автомобиля с целью улучшения учебного процесса при проведении лабораторных исследований. Получены характеристики подачи топлива электромагнитными форсунками исследуемого двигателя для некоторых режимов его работы.

Ключевые слова: Лабораторный стенд, система питания, электромагнитная форсунка, подача топлива, производительность.

O.M. Martsiash, I.S. Murovaniy, R.R. Zaverukha¹College of Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University²Lutsk National Technical University**DETERMINING THE OPERATING PERFORMANCES OF ELECTROMAGNETIC
INJECTORS PETROL ENGINE ON THE LABORATORY STAND**

It has been designed a laboratory stand to determine operating performances of the fuel supply of the electromagnetic injectors of the distributed system injection in the petrol engine of the car. The stand allows you to measure the electrical parameters of the individual elements of the stand, including injectors. The stand is designed to improve teaching and learning activities during laboratory research. To simplify the design of the stand, the elements of electronic systems are used in its design to control the operation of the internal combustion engine of the vehicle, which is mass-produced. The stand provides the possibility of diagnosing the operation of distributed electronic injection system by means of external diagnostic modules.

It has been identified and analysed the performance of fuel supply by individual injectors of the engine on its several operating modes. Modes of operation corresponding to different rate speed, are simulated by using in-circuit electronic control unit which controls the modulator pulses. The obtained electromagnetic injectors performance that is considered in the study indicate the need for their flaw or restore bandwidth. A certain amount of fuel, which is fed by separate injectors of the engine at its selected operating modes, differs by 50%.

The stand hasn't got a significant cost in comparison with professional equipment, offered by the industry. The design of the laboratory stand is rather an illustrative one in conducting research and can be used to assess the overall quality of selected supply system.

Keywords: Laboratory stand, supply system, electromagnetic injectors, fuel supply, performance.

Постановка проблеми. Розподілене впорскування палива бензинових двигунів сприяє покращенню сумішоутворення у їх циліндрах. Однак частковий вихід з ладу електронної системи впорскування, пов'язаний зі зміною характеристик роботи електромагнітних форсунок, призводить до погіршення показників роботи двигуна та експлуатаційних властивостей автомобіля [1, 2]. Визначити несправність та встановити її причину можливо здійснюючи діагностування роботи системи. Для отримання більшої кількості параметрів перевірку і контрольно-технічні заходи краще проводити над обладнанням системи впорскування, що зняті з автомобіля. Для цього необхідно використовувати спеціалізовані стенди, тестери та інше устаткування [3, 4], які, як правило, мають набір різних функцій, що визначають його вартість. Значна вартість такого

обладнання стримує його використання під час практичних досліджень у навчальному процесі. Для дослідження студентами деяких характеристик роботи систем автомобіля і двигуна доцільним є створення недорогого спеціального обладнання [5] у тому числі для діагностування актуальних, на сьогодні, електронних систем керування роботою двигуна.

Аналіз досліджень і публікацій. Перевірка параметрів роботи елементів електронних систем впорскування палива здійснюється за подібними методиками [6, 7, 8] результати випробувань порівнюються з нормативами та характеристиками наведеними у технічній документації відповідної системи [8, 9]. За допомогою спеціальних пристосувань знімаються у тому числі характеристики роботи електромагнітних форсунок, проводиться перевірка їх продуктивності (вимірювання витрати палива протягом визначеного часу), контроль якості розпилювання (факела струменя розпилювання палива) і балансу подачі палива форсунками, герметичності (перевірка наявності витоків під тиском), стабільності цих показників для різних режимів роботи [3, 4, 6, 7]. Від складності конструкції стендів, функціональності, універсальності програмного забезпечення, кількості і точності контрольованих параметрів залежить їх вартість [4].

Виходячи з вище наведених міркувань **метою роботи** є розроблення стенду для дослідження окремих параметрів та характеристик електромагнітних форсунок розподіленої системи впорскування палива бензинового двигуна, для можливості використання розробки в умовах навчального процесу.

Аналізуючи існуючі зразки стендів і установок за конструкцією і функціональним призначенням та можливістю їх реалізації, потрібно виготовити лабораторний стенд для визначення якості та кількості подачі палива електромагнітними форсунками ДВЗ та зняття окремих електричних параметрів деяких елементів системи (зокрема форсунки). Отримати характеристики процесу впорскування палива окремими форсунками двигуна на різних за частотою режимах його роботи.

Результати досліджень. Для дослідження продуктивності роботи системи розподіленого впорскування бензинового ДВЗ, розроблено лабораторний стенд, використовуючи електрообладнання систем керування двигуном легкового автомобіля Opel Vectra B [8, 9] (рис. 1).

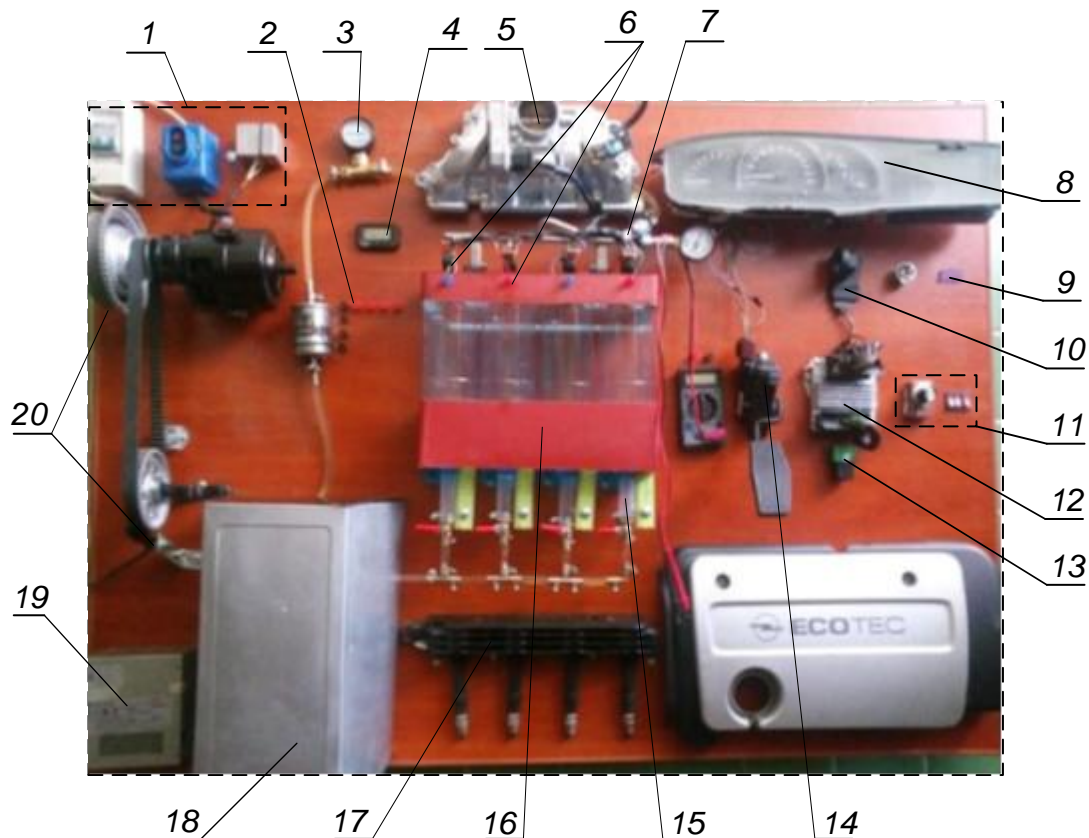


Рис. 1. Лабораторний стенд для визначення характеристик роботи електромагнітних форсунок розподіленої системи впорскування бензинового двигуна легкового автомобіля:

1 – пульт увімкнення стенда; 2 – роз'єми для вимірювання параметрів контрольних точок електричної схеми стенда; 3 – манометр магістралі живлення паливом; 4 – таймер; 5 – впускний колектор з дросельною заслінкою; 6 – електромагнітна форсунка і світловий сигналізатор роботи форсунки; 7 – паливна рампа; 8 – панель приладів з тахометром; 9 – діагностичний роз'єм; 10 – імібілайзер; 11 – регулятор імпульсів; 12 – блок керування; 13 – реле насоса і форсунок; 14 – електровузол педалі акселератора; 15 – мірна колба; 16 – колби для визначення якості розпилення палива; 17 – модуль запалювання; 18 – паливний бак з електричним бензонасосом; 19 – блок живлення автомобільного електрообладнання; 20 – датчики синхронізації роботи електронних систем з положенням колінчастого валу ДВЗ.

Для отримання сигналів з датчиків синхронізації роботи електронних систем відповідно до положення колінчастого та розподільчого валів на стенді передбачено електропривод з частотою обертання ведучого шківa 1500 об/хв. Додатково стенд обладнаний електронним модулятором кількості керуючих імпульсів 11, що подаються на блок керування 12 для імітації режимів роботи двигуна внутрішнього згорання на різних частотах обертання його колінчастого валу. Величина з імітованої частоти обертання контролюється за показами електронного тахометра розміщеного на панелі приладів 8. Тиск, що створюється електронасосом в системі паливоподачі визначається за показами манометра 3, тиск у паливній рампі 7 контролюється додатковим манометром. За потреби, керування дросельною заслінкою здійснюється педаллю акселератора (див. поз. 5, 14). Візуальний контроль сигналу керування електромагнітними форсунками проводиться за увімкненням відповідних світлодіодів (див. поз. 6). Якість розпилення палива окремими форсунками можна спостерігати через прозорі стінки колб (див. поз. 16) у нижній частині яких закріплені мірні колби 15 для визначення кількості пального, що подається кожною з форсунок за визначений інтервал часу. Після вимірювання паливо через запірні крани зливається у паливний бак 18. Вимірювання електричних параметрів у контрольних точках електричної схеми стенда здійснюється портативним мультиметром через роз'єми 2. Для можливості зовнішнього діагностування роботи електронної системи передбачено діагностичний роз'єм 9.

Під час досліджень випробування подачі палива здійснювалося для трьох режимів, що відповідають 1000, 2000, 3000 об/хв, тиск палива у розподільчій рампі становить 1,5 атм. На кожному режимі роботи системи проведено триразове вимірювання кількості пального з різними інтервалами часу (зі збільшенням частоти тривалість вимірювання зменшується через обмеження об'єму мірних колб) для кожної з форсунок.

Визначені, за результатами замірів, залежності середніх значень показників подачі палива від частоти обертання колінчастого валу двигуна проілюстровані на рисунку 2, де кожна з чотирьох форсунок має свій порядковий номер.

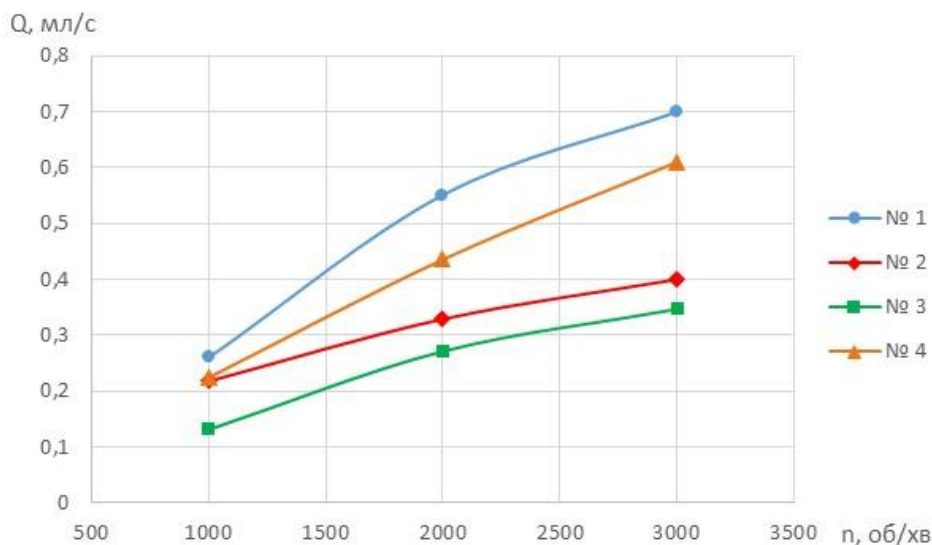


Рис. 2. Залежність подачі палива електромагнітними форсунками системи розподіленого впорскування бензину Multec-S від частоти обертання колінчастого валу ДВЗ

Параметри електричного опору обмоток форсунок відрізняються менше ніж на 2%.

Проведеними дослідженнями продуктивності роботи електромагнітних форсунок розподіленої системи впорскування даного бензинового двигуна легкового автомобіля встановлено, що кількість палива, яка подається кожною форсункою зростає з підвищенням частоти обертання колінчастого валу двигуна (див. рис. 2). Для кожної з форсунок під час збільшення числа змодельованих імпульсів, що відповідає підвищенню частоти обертання з 1000 до 3000 об/хв, подача палива збільшується до 63% – для форсунок під № 1, 3, 4, та лише до 46% – для форсунки № 2, що свідчить про відносно погіршення пропускну здатності цієї форсунки. При цьому відхилення паливоподачі окремими форсунками в межах одного з вибраних імітованих режимів роботи ДВЗ досягає 51%, що свідчить про потребу проведення робіт для відновлення пропускну здатності форсунок з подальшим вибракуванням несправних.

Висновки. Розроблено лабораторний стенд для визначення характеристик подачі палива та електричних параметрів електромагнітних форсунок розподіленої системи впорскування бензинового двигуна легкового автомобіля. В основі стенда використано елементи електронних систем керування роботою ДВЗ автомобіля Opel Vectra B, зокрема системи впорскування Multec-S, що спростило конструкцію стенда та зменшило його вартість у порівнянні зі промисловими стендами з аналогічними функціями.

За результатами стендових досліджень встановлено значну розбіжність (близько 50%) у подачі палива окремими форсунками на усіх режимах роботи, які відповідають зміні частоти обертання колінчастого валу двигуна, що вказує на потребу визначення причини несправності системи.

Незважаючи на наявні похибки вимірювання, зумовлені лабораторним обладнанням, проведені дослідження дозволяють зробити якісну оцінку роботи системи розподіленого впорскування.

Розробка покращить навчальний процес, сприятиме засвоєнню теоретичних знань та отриманню практичних навичок під час проведення лабораторних експериментальних досліджень.

Література

1. Автомобільні двигуни: підручник / Ф.І. Абрамчук, Ю.Ф. Гутаревич, К.С. Долганов, І.І. Тимченко. – К.: Арістей, 2007. – 476 с.
2. Economy and NO emission potential of an SI variable R/L engine. Rychter T.J., Teodrzyk A. SAE Techn. Pap. Ser.", 1985, No.850207, 14 pp.
3. Стенды для диагностики и очистки форсунок [Електронний ресурс] / «ГрандИнструмент». 2004-2016. Режим доступу: <http://www.grandinstrument.com/oborudovanie/injector-cleaner.html>
4. Стенды проверки и регулировки форсунок [Електронний ресурс] / Техносоюз. Режим доступу: http://www.technosouz.ru/pages/diagnostic_fuelgear.html
5. Марціяш О.М. Лабораторний стенд для визначення деяких характеристик роботи автомобільних амортизаторів / О.М. Марціяш, І.С. Мурований, В.І. Павлюк // Наукові нотатки. Міжвузівський збірник (за галузями знань «Технічні науки») – Луцьк, 2015. – Вип. 48 (січень-березень). – С. 135–139.
6. Росс Твег. Системы впрыска бензина. Устройство, обслуживание, ремонт / Росс Твег. - М.: ЗЛО «КЖИ «За рулем», 2004. - 144 с.: ил.
7. Ерохов В.И. Системы впрыска легковых автомобилей. Эксплуатация, диагностика, техническое обслуживание и ремонт / В.И. Ерохов. - М.: ООО «Издательство Астрель»: ООО «Издательство АСТ»: ООО «Транзиткнига», 2003. – 159, [1] с.: ил.
8. Риезен Р. Руководство по эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту автомобилей Opel Vectra B. Выпуск с октября 1995 г. Бензиновый четырехцилиндровый двигатель/Роланд Риезен. — М.: Астрель: АСТ, 2006. — 272 с.
9. Шалыгин А.Ю. Схемы электрооборудования автомобилей Opel Vectra выпуска 1995-2001 гг. / А.Ю. Шалыгин. – М.: Издательский Дом Третий Рим, 2003. — 32 с., табл., ил.

Стаття надійшла до редакції 04.05.2016