

УДК. 629.3.018.2

## АНАЛІЗ МОДЕЛЕЙ СТЕНДІВ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ БЕНЗИНОВИХ ДВЗ ЛЕГКОВИХ АВТОМОБІЛІВ

О.М. Марціяш, доц., к.т.н., Р.Р. Заверуха, асп.,  
Технічний коледж ТНТУ ім. І. Пулюя, А.В. Ужва, доц., к.т.н.,  
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

*Анотація.* Здійснено аналіз діючих моделей лабораторних стендів для дослідження робочих параметрів систем керування ДВЗ легкових автомобілів. Подано аналіз характеристик та параметрів відомих зразків і описано спроектований та запатентований стенд.

*Ключові слова:* лабораторний стенд, робочі параметри, системи керування ДВЗ.

## АНАЛИЗ МОДЕЛЕЙ СТЕНДОВ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БЕНЗИНОВЫМИ ДВС ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

О.М. Марціяш, доц., к.т.н., Р.Р. Заверуха, асп.,  
Технический колледж ТНТУ им. И. Пулюя, А.В. Ужва, доц., к.т.н.,  
Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

*Аннотация.* Проведен анализ действующих моделей лабораторных стендов для исследования рабочих параметров систем управления ДВС легковых автомобилей. Представлен анализ характеристик и параметров известных образцов и описан спроектированный и запатентованный стенд.

*Ключевые слова:* лабораторный стенд, рабочие параметры, системы управления ДВС.

## ANALYSIS OF OPERATING STAND MODELS FOR THE INVESTIGATION OF OPERATING PARAMETERS OF THE CONTROL SYSTEM OF GAS ENGINES LIGHT CARS

O. Marcias, PhD., Assoc., R. Zaveruha, Post-Graduate,  
Technical College of TNTU them I. Puluji, A. Uzhva, PhD., Associate Professor,  
Kharkiv National Automobile and Road University

*Abstract.* An analysis of existing models of laboratory stands for the study of working parameters of control systems for passenger cars. The analysis of characteristics and parameters of known samples is given and a designed and patented booth is described. Modes of operation corresponding to different rate speed, are simulated by using in-circuit electronic control unit which controls the modulator pulses.

*Key words:* laboratory stand, operating parameters, control systems, electromagnetic injectors, fuel supply.

### Вступ

Стабільність та ефективність роботи електронних систем автомобілів є одним з найважливіших факторів, що впливають на вибір покупцем транспортного засобу. Тому важливо контролювати ступінь зміни ек-

плуатаційних властивостей автомобільних систем засобами діагностики. Діагностичним параметром стану двигуна автомобіля може слугувати зміна ряду параметрів і характеристик компонентів комплексної системи керування ДВЗ.

Моніторинг роботи системи інформує водія про економічність та екологічність автомобіля, а також формує рекомендації щодо технічного обслуговування та ремонту. Таким чином, закладаються передумови зниження витрати палива двигуном автомобіля в експлуатації.

На відміну від карбюратора та безконтактної системи запалювання, в комплексній системі керування ДВЗ подача палива в циліндри двигуна здійснюється за рахунок форсунок, а запалювання відбувається з допомогою модуля запалювання, які керуються з допомогою ЕБК. Завдяки цьому змінити параметри можна буквально за лічені секунди.

Саме тому, шляхом доробок і перепрограмування електронного блока керування, комплексна система керування ДВЗ може встановлюватися на будь-який сучасний двигун.

У порівнянні з карбюраторною, інжекторна система упорскування палива має ряд безпечних переваг. Завдяки електронному керуванню досягається точне дозування суміші, яка є дуже близькою за складом зі стехіометричною. Завдяки цьому забезпечуються найкращі динамічні показники, що позитивно позначається на показниках автомобіля, а також впливає на зниження споживання бензину.

### Аналіз публікацій

Дослідженням систем керування бензиновими двигунами легкових автомобілів активно займалися такі вчені, як Ф.І. Абрамчук, І.І. Тимченко [1], Т.І. Rychter, А. Teodrzyk [2], В.І. Єрохов [7], Р. Ріезен [8], А.Ю. Шалигін [9]. Проведений аналіз праць показав, що сьогодні на території України не виготовляється лабораторних стендів для дослідження робочих параметрів та характеристик автомобільних електронних систем, а саме комплексних систем керування автомобільних ДВЗ.

Недоліками діючих моделей закордонних стендів є занадто висока їх вартість та складність конструкції.

### Мета і постановка завдання

Метою роботи є аналіз діючих моделей стендів для дослідження робочих параметрів сис-

тем керування ДВЗ легкових автомобілів та надання структурованого комплексного аналізу характеристик та параметрів відомих стендів.

Електронна система упорскування сприяє підтриманню екологічних норм за викидами шкідливих речовин в атмосферу. Адже саме через дотримання сучасних норм екологічності всі сучасні виробники автомобілів відмовилися від карбюраторів на користь електроніки. Тому з використанням комплексних систем керування ДВЗ відпрацьовані гази стануть безпечнішими.

### Основні положення дослідження

При аналізі лабораторних стендів закордонних зразків (рис. 1–4) визначено подібності розроблених стендів у контексті застосування методу створення й використання компонентів системи та органів керування, комутації й засобів спостереження.

Стенд (рис. 1) призначений для навчання та проведення робіт з технічного обслуговування і діагностики несправностей електронної системи керування двигуном на всіх режимах роботи двигуна і автомобіля.



Рис. 1. Лабораторний стенд «Система керування інжекторним двигуном» (E-mail: auto.disis.ru)

Лабораторний стенд складається з розміщених на лицевій панелі єдиного модуля, діючих систем живлення, запалювання, мікропроцесорного блока керування, датчиків і виконавчих пристроїв, які беруть участь в електронній системі керування ДВЗ. Стенд є діючою моделлю системи живлення і керування інжекторного двигуна.

Стенд (рис. 2) призначений для проведення практичних дослідів з вивчення системи керування ДВЗ на навчальних заняттях.

Можливості проведення діагностики несправностей системи керування:

- перемикачами на правій стінці можна штучно задавати різні неполадки;
- бортовий комп'ютер чітко відтворює коди несправностей;
- на лицевій стороні стенда вмонтований діагностичний роз'єм.



а



б

Рис. 2. Система керування інжекторного двигуна та органи керування (E-mail: sale@disis.ru): а – діюча модель стенда; б – компоненти керування та засоби відображення інформації

Комплект діючої моделі містить:

- лабораторний стенд у зборі;
- пульт керування;
- панель приладів;
- бортовий комп'ютер;
- електронний тестер для «продзвонів» електричних ланок;
- кабель живлення для підключення до мережі змінного струму 222 В;
- документацію;
- методичні вказівки.

Також розглядається конструкція (рис. 3). Діюча модель системи живлення і керування інжекторного двигуна СКІД 1118 зображена на рис. 3.

Складається з гідравлічної системи, імітатора процесу паливоподачі, блока керування, блока реле, блока дросельної заслінки, датчика масової витрати повітря, датчика температури, датчика детонації, датчика концентрації кисню у відпрацьованих газах, датчика положення колінчастого вала, датчика положення розподільного вала, клапана адсорбера, бензонасоса та блока запалювання.



Рис. 3. Лабораторний стенд «Система керування інжекторного двигуна» автомобіля ВАЗ-1118 (E-mail: info@autolabstend.ru)

Також містить маркерний зубчатий диск з електроприводом, який забезпечує обертання зубчатого диска в заданому діапазоні частот. Система узгодження забезпечує роботоздатність системи в заданих умовах (керує частотою обертання приводу зубчатого диска на основі аналізу інформації, яка поступає від давачів, з формуванням необхідних сигналів, що підтримують адекватну роботу всієї системи в цілому). Також наявний додатковий модуль системи АПС, діагностичний роз'єм для зв'язку з ПЕОМ і відповідний адаптер. Блок задання (імітації) експлуатаційних несправностей може імітувати не менше 5.

Лабораторний стенд-тренажер настінного, ручного виконання «Система управління інжекторного двигателем» (рис. 4) являє собою діючу систему керування і живлення інжекторного двигуна з оригінальними деталями, дозволяє проводити лабораторні та практичні роботи, з метою вивчення принципу керування інжекторного двигуна, отримати практичні навички з обслуговування і ремонту обладнання шляхом штучного вводу несправностей.



Рис. 4. Система керування інжекторного двигуна (E-mail: [info@autolabstend.ru](mailto:info@autolabstend.ru))

Дозволяє моделювати не менше 10 найбільш типових несправностей системи керування інжекторного двигуна. Сенсорний безпроводний пульт дистанційного керування дозволяє подавати живлення на стенд і вводити основні типи несправностей на стенді (розмір: 190 x 65 x 20 мм, тип живлення: 2AAA; керування: сенсорне). Тому для вирішення поставленої задачі було прийнято рішення розробити стенд для визначення характеристик роботи електромагнітних форсунок бензинового двигуна легкового автомобіля [5].

Лабораторний стенд для визначення характеристик роботи електромагнітних форсунок бензинового двигуна легкового автомобіля (рис. 5) виконано у вигляді монтажної плати, на якій жорстко закріплено пульт ввімкнення стенда 1, роз'єми для вимірювання параметрів контрольних точок електричної схеми 2 стенда, манометр магістралі живлення паливом 3, таймера 4, впускного колектора із дросельною заслінкою 5, з'єднаною з електромагнітною форсункою та світловим сигналізатором роботи форсунки 6, паливною рампою 7; з правого боку стенда закріплено панель приладів з тахометром 8, під якою розміщено діагностичний роз'єм 9 та імітлайзер 10. Також стенд обладнаний електронним модулятором кількості керуючих імпульсів 11, що подаються на блок керування 12 та реле насоса і форсунок 13.

Для імітації режимів роботи двигуна внутрішнього згорання на різних частотах обертання його колінчастого вала, величина з імі-

тованої частоти обертання контролюється за показами електронного тахометра 8, розміщеного на панелі приладів; тиск, що створюється електронасосом у системі паливоподачі, визначається за показами манометра 3; тиск у паливній рампі контролюється додатковим манометром, за потреби керування дросельною заслінкою – здійснюється педальною акселератора 14. Візуальний контроль сигналу керування електромагнітними форсунками проводиться за увімкненням відповідних світлодіодів, якість розпилення палива окремими форсунками можна спостерігати через прозорі стінки колб 15, у нижній частині яких закріплені мірні колби 16 для визначення кількості пального, що подається кожною з форсунок за певний інтервал часу. Після вимірювання паливо через запірні крани, які знаходяться нижче колб 16 для визначення якості розпилення, зливається у паливний бак.

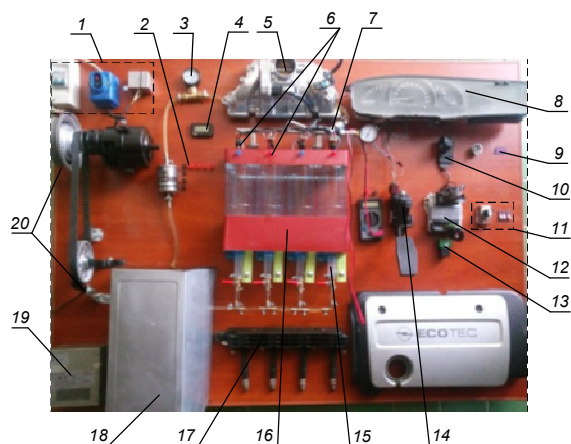


Рис. 5. Лабораторний стенд для визначення характеристик роботи електромагнітних форсунок бензинового двигуна легкового автомобіля [10]

Для імітації роботи мікропроцесорної системи запалювання використано модуль запалювання 17. Паливна суміш знаходиться в паливному баку з електробензонасосом 18. Також стенд оснащено блоком живлення автомобільного електрообладнання 19 та датчиками синхронізації роботи електронних систем 20 з положенням колінчастого вала двигуна ДВЗ.

У результаті експериментальних випробувань встановлено, що стенд забезпечує розширення технологічних можливостей і підвищує продуктивність праці дослідних операцій.



Процес дослідження робочих параметрів проводиться за допомогою стенда, на якому встановлено електродвигун, який імітує роботу (обертання) колінчастого вала, на якому встановлено шестірню колінчастого вала, об'єднану пасовою передачею з шестірнею розподільного вала. Потужність електродвигуна – 1,4 кВт, частота обертання – 1500 об/хв.

### Висновки

На основі аналізу діючих моделей лабораторних стендів розроблено новий дослідний стенд для визначення характеристик роботи електромагнітних форсунок бензинового двигуна легкового автомобіля, що забезпечує більш якісне проведення досліджень робочих характеристик та параметрів системи керування бензинового ДВЗ в порівнянні з аналогами.

В основі стенда використано елементи електронних систем керування, що спростило конструкцію стенда та зменшило його вартість у порівнянні із промисловими стендами з аналогічними функціями.

У результаті експериментальних випробувань дослідного стенда встановлено, що він забезпечує розширення технологічних можливостей і підвищує продуктивність праці дослідних операцій.

Отримані показники продуктивності роботи електромагнітних форсунок, що розглядаються у дослідженні, вказують на потребу в їх дефектуванні або відновленні пропускну здатності. Кількість пального, яке подається окремими форсунками одного двигуна на обраних режимах його роботи, відрізняється приблизно на 50 %.

### Література

1. Автомобільні двигуни: підручник / Ф.І. Абрамчук, Ю.Ф. Гутаревич, К.Є. Долганов та ін. – К.: Арістей, 2007. – 476 с.
2. Rychter T.J. Economy and NO emission potential of an SI variable R/L engine / T.J. Rychter, A. Teodrczyk // SAE Techn. Pap. Ser. – 1985. – no. 850207. – 14 p.
3. Стенды для диагностики и чистки форсунок / ГрандИнструмент. 2004–2016. – Режим доступу:

<http://www.grandinstrument.com/oborudovanie/injector-cleaner.html>.

4. Стенды проверки и регулировки форсунок / Техносоюз. – Режим доступу: [http://www.technosouz.ru/pages/diagnostic\\_fuelgear.html](http://www.technosouz.ru/pages/diagnostic_fuelgear.html).
5. Марціяш О.М. Визначення характеристик роботи електромагнітних форсунок бензинового двигуна на лабораторному стенді / О.М. Марціяш, І.С. Мурований, Р.Р. Заверуха // Наукові нотатки: міжвузівський збірник. – 2016. – Вип. 55.
6. Твег Росс. Системы впрыска бензина. Устройство, обслуживание, ремонт / Росс Твег. – М.: ЗЛО «КЖИ «За рулем», 2004. – 144 с.
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. – 160 с.
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.
10. Патент 0115354 Україна, МПК (2017.01) G01F 5/00. Лабораторний стенд для визначення характеристик роботи електромагнітних форсунок бензинового двигуна легкового автомобіля / заявник та патентовласник Заверуха Р.Р., Марціяш О.М., Пиндус Ю.І., Ляшук О.Л., Клендій В.М. – u201611488; Заявл. 06.12.2016; Опубл. 10.04.2017. Бюл. № 7–6.

### References

1. Abramchuk F.I., Hutarevych YU.F., Dolhanov K.YE., Tymchenko I.I. *Avtomobil'ni dvyhuny: pidruchnyk* [Automobile engines: a textbook]. Kyiv, Aristey Publ., 2007. 476 p.
2. Economy and NO emission potential of an SI variable R/L engine. Rychter T.J., Teodrczyk A. SAE Techn. Pap. Ser., 1985, No. 850207, 14 p.

3. *Stendy dlya dyahnostyky y chystky forsunok* [Elektronnyy resurs] [Stands for diagnostics and cleaning nozzles]. «GrandYnstrument». 2004-2016. Available at: <http://www.grandinstrument.com/oborudovanie/injector-cleaner.html>.
4. *Stendy proverki i regulirovki forsunok* [Elektronnyy resurs] [Stands of checking and adjusting nozzles]. Tekhnosoyuz. Available at: [http://www.technosouz.ru/pages/diagnostic\\_fuelgear.html](http://www.technosouz.ru/pages/diagnostic_fuelgear.html).
5. Martsiyash O.M., Murovanyy I.S., Zaverukha R.R., *Vyznachennya kharakterystyk roboty elektromahnitnykh forsunok benzynovoho dvyhuna na laboratornomu stendi* [Determination of the performance of electromagnetic nozzles of the gasoline engine on a laboratory stand]. Naukovi notatky, Mizhvuzivs'kyi zbirny, 2016. Vol. 55.
6. Ross Tveg. *Sistemy vpryska benzina. Ustroystvo, obsluzhivaniye, remont* [Systems of injection of gasoline. The device, service, repair]. Ross Tveg. Moscow, ZLO «KZHI «Za rulem», 2004. 144 p.
7. Yerokhov V.I. *Sistemy vpryska legkovykh avtomobiley. Ekspluatatsiya, diagnostika, tekhnicheskoye obsluzhivaniye i remont* [Systems of injection of cars. Operation, diagnostics, maintenance and repair]. Moscow, Astrel' Publ., AST Publ., Tranzitkniga Publ., 2003. 159 p.
8. Riyezen P. *Rukovodstvo po ekspluatatsii, tekhnicheskomu obsluzhivaniyu i remontu avtomobiley Opel Vectra V.* [Operation, maintenance and repair manual for cars Opel Vectra B.] *Vypusk s oktyabrya 1995 g. Benzinovyy chetyrekhtsilindrovyy dvigatel'*. Moscow, Astrel' Publ., ACT, Publ., 2006. 272 p.
9. Shalygin A.YU. *Skhemy elektrooborudovaniya avtomobiley Opel Vectra vypuska 1995-2001 gg.* [Schemes of electric equipment of cars Opel Vectra of release 1995-2001]. Moscow, Izdatel'skiy Dom Tretiy Rim Publ., 2003. 32 p.
10. Zaverukha R.R., Martsiyash O.M., Pyndus YU.I., Lyashuk O.L., Klendiy V.M. . *Laboratornyy stend dlya vyznachennya kharakterystyk roboty elektromahnitnykh forsunok benzynovoho dvyhuna lehkovoho avtomobilya* [Laboratory bench for determining the characteristics of the work of electromagnetic injectors of a gasoline engine of a car]. Patent UA №115354. 2016.

Рецензент: В.І. Клименко професор, к.т.н, ХНАДУ.