

запалювання і чекають до відключення електродвигуна паливного насосу. Після цього, прокручують ДВЗ стартером протягом 5...10 сек і знову короткочасно вмикають дальнє світло. По закінченню такої процедури, вимикають запалювання. Якщо, скоректувати алгоритм і калібровку функції «Прокрутка ДВЗ» під означені умови отримаємо більш детальна інформація (дивись рис.1).

Висновки.

Запропонований спосіб автоматизації процесу тестування, дозволяє підвищити глибину локалізації несправності систем і елементів, що відповідають за пуск ДВЗ та скоротити час постановки діагнозу. Для реалізації способу необхідно до USB-осцилографа додати програму діагностичного сканеру і скоректувати її алгоритм і калібровку в частині функцій «Активізація виконавчих пристроїв» і «Тестування» на режимі «Прокрутка ДВЗ».

Література

1. USB Autoscope IV. URL :<https://ceaelectronica.com/en/product/usb-autoscope-iv/> (дата звернення 10.05.2024).
2. Motodoc III. URL: <https://ecutools-ua.com/ua/additional-equipment/motodoc/> (дата звернення 17.04.2024).
3. Діагностика систем керування та механіки двигуна USB Автоскопом. URL: <https://auto-garage.kiev.ua/diagnostyka-system-keruvannya-ta-mehaniky-dvygyna-usb-avtoskopom/> (дата звернення 10.09.2024).
4. Скрипт ElPower. URL: https://injectorservice.com.ua/html/script_elpower.html (дата звернення 10.05.2024).
5. Кліщі струмовимірювальні 1000А. URL: <https://prom.ua/ua/Kleschitokoizmeritelnye-1000a.html> (дата звернення 17.04.2024).
6. Бороденко Ю.М. Діагностика мехатронних систем автомобіля / Ю.М. Бороденко, О.А. Дзюбенко, О.М. Биков. Навч. посібник. Харків: ХНАДУ, 2016. – 320 с.

УДК 629.25(075)Б83

АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ТЕСТУВАННЯ ДВЗ З ВИКОРИСТАННЯМ СКРИПТА «CSS»

Бороденко Юрій Миколайович, к. ф-м. н., доцент кафедри автомобільної електроніки, Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
e-mail: docentmaster@gmail.com

Щука Максим Леонідович, бакалавр, ХНАДУ

Вступ

Альтернативні методики діагностування ДВЗ, широко відомі як тести Андрія Шульгіна, були створені для мотор-тестерів (МТ) USB Autoscope, та МТ MotoDoc. Використання методик Андрія Шульгіна дозволяє виконати тестування ДВЗ протягом кількох хвилин і отримати детальну діагностичну

інформацію. Означені тести, можна поділити на три групи вимірів за результатами аналізу яких ставиться діагноз. Відповідно, існує три скрипти: EIPower (напруга, струм, електрична потужність); CSS (Crank Shaft Sensor – датчик колінчастого валу); P_x (тиск у циліндрі).

Для проведення тестів із застосуванням скриптів Шульгіна можуть використовуватися USB-осцилографи різних модифікацій з відповідним програмним забезпеченням [3]. В цій роботі розглянемо докладніше методику діагностики з використанням скрипта «CSS» та спосіб автоматизації процесу тестування.

Тестування за допомогою скрипта «CSS»

Скрипт CSS дозволяє виявити циліндри в яких є пропуски запалення і визначити причини погіршення віддачі роботи цих циліндрів [4]. При цьому, він не дублює можливостей сканера, а здатний надати більше інформації для аналізу. Ця методика ґрунтується саме на аналізі ефективності вкладу циліндрів на різних режимах роботи ДВЗ. Для цього, скрипт виводить на екран у вкладці «Ефективність», де сірий графік відображає зміну обертів ДВЗ за час проведення вимірів, а кольорові графіки – віддачу від кожного з циліндрів (рис. 1, а).

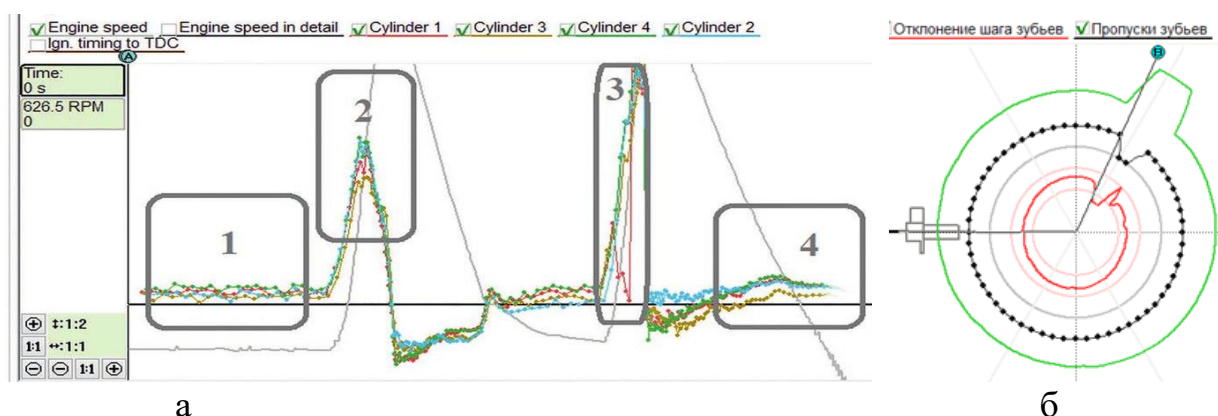


Рис. 1. Осцилограми вкладок скрипта «CSS»: а – «Ефективність»; б – «Зубчастий диск»

На рисунку відокремлені фрагменти кольорових графіків, які дозволяють оцінити відхилення параметрів на окремих тактах робочого циклу, для кожного з циліндрів:

1. Стабільність роботи ДВЗ на холостому ході;
2. Склад паливо-повітряної суміші (забруднені форсунки, підсмоктування повітря у впускний колектор);
3. Безперебійність іскроутворення (несправності в системі запалення);
4. Динамічну компресію (знос поршневих кілець, нещільні клапани газорозподілу та погіршену наповнюваність циліндра повітрям).

Для отримання графічної інформації використовується сигнал з датчика положення колінчастого валу і поряд з USB-осцилографом застосовується ємнісний датчик високої напруги з адаптером [5].

Скрипт CSS запитує від користувача інформацію про порядок роботи циліндрів та значення початкового кута випередження запалення (для бензинових ДВЗ) або упорскування палива (для дизельних ДВЗ). В результаті виконання аналізу, його результати будуть представлені у вікні програми «USB Осцилограф» у декількох вкладках звіту: 1 – «Report»; 2 – «Ефективність»; 3 – «Випередження»; 4 – «Зубчастий диск».

1. «Report» – текстова вкладка в якій відображаються результати аналізу сигналів – кількість зубів на оберт колінчастого валу (КВ) і формула зубчастого диска, що працює в парі з датчиком положення КВ (ДПКВ).

2. «Ефективність» – надає кольорові графіки частоти обертання колінчастого валу ДВЗ (сірий) та ефективності роботи кожного циліндра (різнобарвні). Чим вище розташована ділянка графіка ефективності, тим сильніший «поштовх» на цій ділянці створив циліндр. Циліндр, який не працює зовсім, створює уповільнення коленвала, і відповідний йому графік ефективності розташовується нижче чорної горизонтальної осі. Сила створюваного циліндром поштовху залежить від кількості та складу паливно-повітряної суміші (ППС), від якості іскроутворення та від компресії в даному циліндрі. Скрипт CSS може бути гарною підмогою для пошуку причин хаотично виникаючих перепусток займання, а також при діагностиці нерівномірно працюючого ДВЗ.

3. Вкладка «Випередження» надає діаграму залежності кута випередження запалювання від частоти обертання ДВЗ і від навантаження двигуна.

4. Вкладка «Зубчастий диск» надає графічну інтерпретацію конфігурації і технічного стану зубчастого диску (рис. 1, б).

Автоматизація процесу тестування

Стандартна методика тестування передбачає операції підключення приладів, запису осцилограм і аналізу результатів тестування:

1. Підключити: мотор-тестер до комп'ютера через USB-шнур; високовольтний адаптер до МТ; живлення адаптера до АКБ автомобіля; смісний датчик запалювання першого циліндра до високовольтного адаптера; датчик на високовольтний провід першого циліндра; вимірювальний щуп до входу МТ.

2. Порядок запису осцилограм.

2.1. Запустити двигун автомобіля і залишити його працювати на ХХ.

2.2. Відкрити на ПК програму «USB Oscilloscope», обрати режим «CSS», у вікні програми включити «Запис даних».

2.3. Плавню підняти оберти ДВЗ до 3000 хв^{-1} , а потім різко зачинити дросельну заслінку (відпустити педаль акселератора).

2.4. Дочекатися спадання обертів ДВЗ до частоти 1000 хв^{-1} і різко натиснути на педаль акселератора. Як тільки частота обертання двигуна досягне 3000 хв^{-1} , слід вимкнути запалення. При цьому, дросельна заслінка повинна продовжувати утримуватися у повністю відкритому стані до тих пір, поки двигун повністю не зупиниться.

2.5. Вимкнути запис осцилограм.

3. Аналіз результатів тестування полягає в наступному. Запускають програму скрипту «CSS». Заповнюють дані: номер каналу МТ з сигналом датчика КВ; номер каналу синхронізації; кількість циліндрів; порядок роботи циліндрів; початковий кут випередження запалювання або вприскування палива. Почергово переглядають вкладки «Report», «Ефективність» циліндрів, «Випередження», «Зубчастий диск» з наступним їх аналізом.

Відзначимо що, операції другого пункту, згідно методики, виконуються оператором. Для автомобілів, які оснащені мікропроцесорними системами інжекторного ДВЗ з інтегрованою системою самодіагностики, процес тестування може бути автоматизованим. Для цього треба використовувати USB-осцилограф, доповнений функцією (програмою) діагностичного сканера. Утворений у такий спосіб USB-МТ здатен автоматично активізувати виконавчі пристрої системи керування двигуном [6].

Висновки.

Запропонований спосіб автоматизації процесу тестування, дозволяє скоротити час постановки діагнозу. Для реалізації способу необхідно до USB-осцилографа додати програму діагностичного сканера і скоректувати її алгоритм в частині функцій «Активізація виконавчих пристроїв» і «Тестування».

Література

1. USB Autoscope IV. URL: <https://ceaelectronica.com/en/product/usb-autoscope-iv/> (дата звернення 10.05.2024).
2. Motodoc III. URL: <https://ecutools-ua.com/ua/additional-equipment/motodoc/> (дата звернення 17.04.2024).
3. Діагностика систем керування та механіки двигуна USB Автоскопом. URL: <https://auto-garage.kiev.ua/diagnostyka-system-keruvannya-ta-mehaniky-dvyguna-usb-avtoskopom/> (дата звернення 10.09.2024).
4. Скрипт CSS – тест неравномерности работы цилиндров двигателя. URL: https://injectorservice.com.ua/script_css.php (дата звернення 10.05.2024).
5. Cx1-AS ємнісний датчик для високовольтних дротів для USB Autoscope IV. URL: <https://store.rotkee.com/cx1-as-capacitive-probe-for-high-tension-wires-for-usb-autoscope-iv.html> (дата звернення 10.10.2024).
6. Бороденко Ю.М. Діагностика мехатронних систем автомобіля / Ю.М. Бороденко, О.А. Дзюбенко, О.М. Биков. Навч. посібник. Харків: ХНАДУ, 2016. – 320 с.