

ІНОВАЦІЙНИЙ ПІДХІД У ДІАГНОСТИЦІ ПАЛИВНОЇ АПАРАТУРИ ДИЗЕЛЯ

Р.Ю.Миколаєвський., ст. гр. А-63

crservice2008@gmail.com

Науковий консультант Зенкін Є.Ю., доц. к.т.н.

На даний момент визначення витрати палива на транспортному засобі може здійснюватися кількома способами - отриманням сильно усередненого значення через діагностичний протокол від бортової системи самодіагностування, вимір ваговим методом при стендових випробуваннях, шляхом установки витратоміра палива в лінію між бензонасосом і паливною рампою. Ці методи мають ряд істотних недоліків, що впливають на достовірність отримуваних результатів. Якщо вимірювання витрати палива здійснюється за допомогою діагностичного сканера або бортового комп'ютера, який отримує інформацію через діагностичний роз'єм, то можна отримати тільки сильно усереднене значення як за часом, так і по всіх циліндрах разом. Різкі зміни паливоподачі - при розгоні і гальмуванні не відслідковуються повною мірою. Використання вагового методу також не відображає картини при перехідних процесах, наприклад при розгоні і застосовується лише в стендових - стаціонарних умовах. Немає можливості проводити тестування автомобіля на трасі або в міських умовах. Установка витратоміра палива в лінію подачі є одним з ефективних способів вимірювання витрати, але необхідно враховувати витрату і в лінії зворотного зливу палива, що іноді важко. До того ж більшість сучасних витратомірів володіють достатньою інерцією, що не дозволяє їм достовірно оцінювати витрату палива на перехідних режимах. Установка і демонтаж витратоміра займає достатньо часу і порушує цілісність системи паливоподачі. Сам витратомір може створювати додатковий опір потоку палива, що буде вносити спотворення в процес вимірювань.

Іноваційна методика повинна бути реалізована на базі програмно - апаратного комплексу з використанням ноутбука і багатоканального цифрового пишучого осцилографа з частотою не менше 50 кГц на один вимірювальний канал [2]. Побудова апаратури за модульним принципом, задіяння багатоканального осцилографа і можливість самостійного гнучкого програмування додаткових підпрограм дозволяє багаторазово розширити спектр проведених вимірювань, що, в свою чергу, підвищує достовірність отримуваних результатів.

Використана форсунка для експерименту не має електронного управління, а є звичайною гідромеханічною, яка управляється виключно тиском палива та пружиною і кількість палива дозується виключно насосом. Датчик ходу голки форсунки в даній схемі використовується тільки для визначення кута випередження впорскування палива. Вона ставилася на автомобілі як з безпосереднім уприскуванням в дизелі так і для дизелів з уприскуванням в передкамеру.

Схема вимірювального комплексу для зняття сигналів з датчика ходу голки форсунки має такий загальний вигляд:

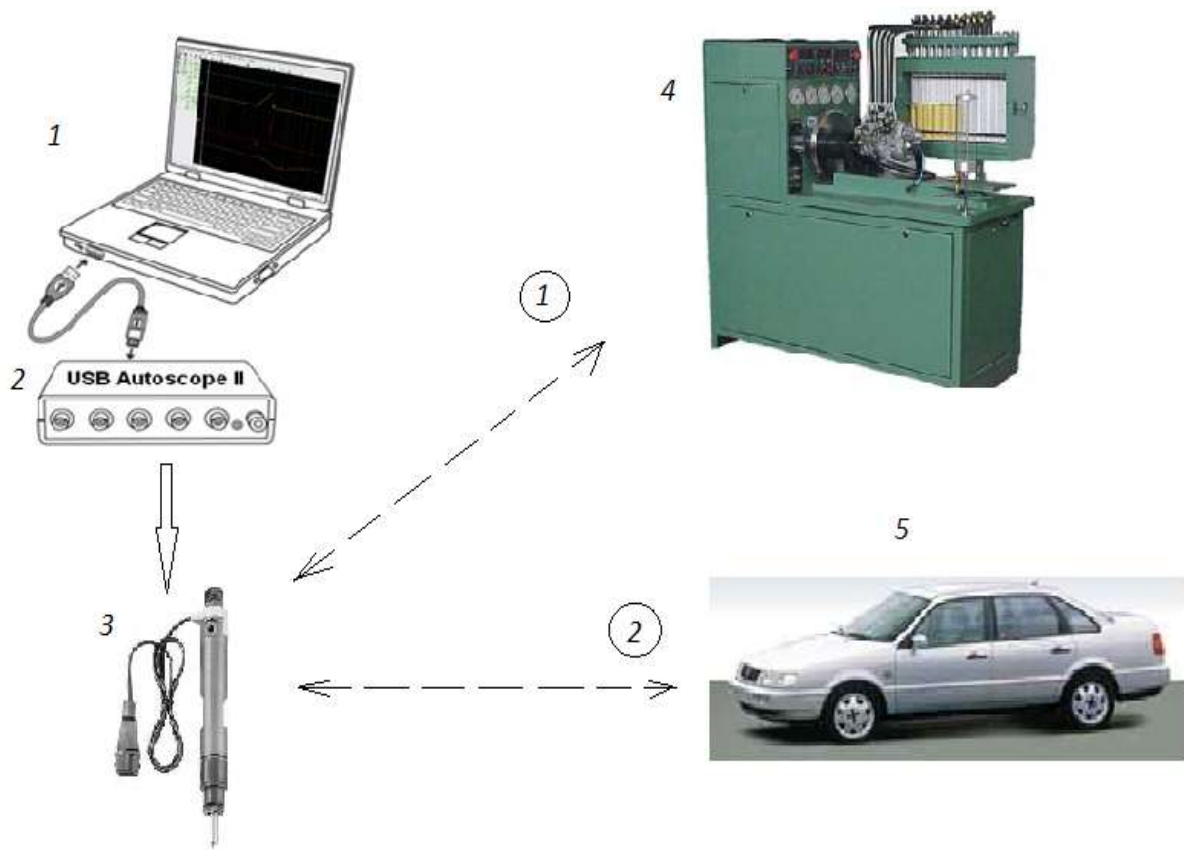


Рисунок 1.1 - Елементи вимірювальної системи
 1 - ноутбук із спеціалізованим програмним забезпеченням; 2 - цифровий пишучий високочастотний осцилограф USB Autoscope II; 3 - форсунка з датчиком ходу голки; 4 - вимірювальний стенд; 5 - автомобіль. ① - калібрування форсунки на стенді; ② - вимірювання на автомобілі

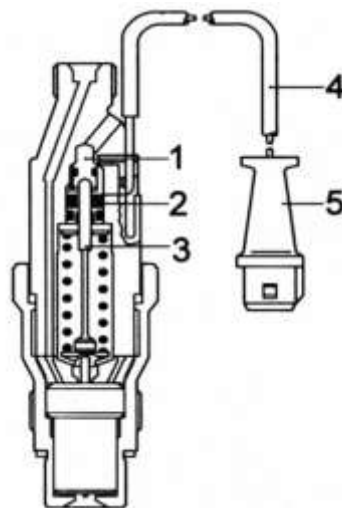


Рисунок 1.2 - Схема гідромеханічної однопружинної форсунки з датчиком підйому голки для дизелів з уприскуванням в передкамеру
 1 - регулювальний гвинт; 2 - котушка збудження; 3 - шток; 4 - провід;
 5 - електричний роз'єм

Метою експерименту є оцінка можливості використовувати сигнал датчика ходу голки форсунки (NBF) дизельного двигуна з електронно-керованим ТНВД для визначення кількості поданого пального.

Ми заправляємо в даний автомобіль, який використовує дану систему MS5, еталонне дизельне паливо і здійснюємо поїздки на передбачених випробуваннях режимах на бігових барабанах або по трасі. Оскільки режими у нас задаються за допомогою натискання водія на педаль газу для підтримки швидкості, то в залежності від енергії, що виділяється в ході згоряння даного палива, нам доведеться подавати більше або менше палива. Це означає, що залежно від сорту марки палива у нас для підтримки колишньої потужності на фіксованих тестових режимах, водієві потрібно буде більше або менше натискати на педаль газу. Наприклад: якщо випробовуване експериментальне дизельне паливо, гірше еталонного по енерговіддачі, то відповідно це говорить про те, що водієві доведеться натискати педаль на більшу величину, а насосу подавати теж більшу кількість палива для досягнення колишньої швидкості автомобіля в заданій точці і якщо ми будемо вимірювати на скільки більше подається палива в порівнянні з еталонним, то можна буде визначити на скільки відсотків випробовуване паливо «гірше» або «краще» еталонного.

У бензиновому двигуні, якщо паливо потрапляло більш гірше, то збільшувалася тривалість імпульсу, тому що для отримання колишньої потужності потрібно подавати більше кількості палива. У нашій же системі відповідно по аналогії у своїй методиці теж саме, дизельний паливний насос буде подавати більшу кількість палива, що б забезпечити ту ж швидкість автомобіля. Це означає чим більше палива подається, тим на більш тривалий проміжок часу буде відкриватися голка форсунки, тобто тривалість впорскування збільшується за рахунок гідравлічної складової, тобто за рахунок того, що більше палива підведено до голки форсунки. Але ми можемо зафіксувати по одній форсунці з датчиком ходу голки, встановленої в одному з циліндрів, то що тривалість впорскування збільшилася за тривалістю перебування форсунки у відкритому стані

Є наступний нюанс, який полягає в тому що тиск в подібних системах змінюється по трикутному закону, тобто він наростає в ПНВТ, потім в якийсь момент зростання виникає невеликий стрибок тиску в момент відкриття форсунки і далі тиск починає збільшуватися і по трикутному закону досягає максимуму, після цього тиск починає зменшуватися і падати до залишкового тиску в трубопроводі. Оскільки на різних режимах роботи при одній і тій же тривалості впорскування форсунки, але за різних тисках можуть бути не великі відмінності, то ми повинні враховувати наступне, що не можна просто взяти і поміряти тривалість впорскування на автомобілі, що б оцінювати витрату палива. Тому що спочатку потрібно провести попереднє калібрування форсунки (зіставлення тест - плану для даної форсунки і ПНВТ тривалостям впорскування палива по датчику ходу голки). В наслідок чого ми встановлюємо форсунку на стенд. Беремо штатний тест - план для даного типу ПНВТ, який у нас є. У цьому тест - плані закладені контрольні точки, крім цього можна для підвищення точності калібрування форсунки використовувати ще проміжні значення, крім тих контрольних точок, які дає завод - виробник, тобто для отримання більшої матриці значень впорскування палива з даної форсунки. За

допомогою насоса задаються контрольні режими на стенді, а при цьому відбувається паралельно вимірювання тривалості впорскування палива форсункою і ми записуємо при яких оборотах стенду, при якому положенні важеля насоса (на автомобілі положення педалі газу) і за яких відбувається яка тривалість впорскування, при цьому величина палива, що поступає в мензурку може бути нам відома.

На стенді для калібрування форсунки ми використовували звичайний механічний ПНВТ з відцентровими важілями без електронного управління, а на автомобілі використовується ПНВТ з електронним управлінням, але принципово це нічого не змінює, бо не важливо яким способом ПНВТ дозує паливо, головне що до форсунки по трубці від насоса приходить одна й та же кількість палива.

Після того, як ми зробили калібрування форсунки, форсунку з датчиком ходу голки встановлюємо назад на автомобіль і починаємо тестові випробування в стендових або в дорожніх умовах.

У результаті на автомобілі за допомогою високочастотного цифрового пишучого осцилографа, підключеного до комп'ютера зі спеціальним програмним забезпеченням проводимо запис наступних сигналів:

- навантаження по датчику положення педалі газу, може бути потенціометричний або на основі датчика Холла або навіть індукційних кілець, в залежності від його типу у нього різний вихідний сигнал, але більшість датчиків педалі газу має вихідний сигнал - 0.5 ... 5 В;

- кількість обертів, n , хв^{-1} (не потрібно визначати по спеціальному датчику числа обертів, тому що на відміну від паливної системи Common Rail, дана система MS5 впорскує паливо кожною форсункою тільки раз за один робочий цикл. Це означає, що якщо підрахувати кількість впорскувань, тобто кількість сигналів з форсунки, то можна буде розрахувати кількість обертів двигуна, тобто кожні 2 хв^{-1} буде проходити одне впорскування);

- тривалість впорскування, τ , мс.

За допомогою цих робочих параметрів, ми беремо вже готову характеристику паливоподачі і дізнаємося скільки палива впорскується в циліндр двигуна, залежно від того який режим роботи двигуна.

На самому початку ідея полягала в тому, що якщо дизельне випробовуване паливо буде гірше або краще, то буде змінюватися тривалість впорскування на форсунці, тобто кількість подаваного палива при колишньому значенні обертів і колишньому значенні педалі газу.

Співставляючи виміряні значення на різних дизельних паливах зі значеннями отриманими на цьому ж автомобілі, в цій же системі MS5 на еталонному паливі, ми можемо говорити, на яких режимах те чи інше випробовуване дизельне паливо буде показувати більш гірший або кращий результат.

Методика має високу точність, похибка вимірювання в межах 3%.

З недоліків пропонованої методики можна відзначити те, що неможливо оцінювати токсичність вихлопних газів, тільки лише збільшення або зменшення витрати палива.

З основних переваг методики, можна відзначити те, що ми можемо визначати витрату палива не тільки на статичних режимах (наприклад, протягом однієї хвилини їхати на якій то фіксованій передачі, на якій то фіксованій швидкості і оборотах на тестовій ділянці траси), а також можна оцінювати потужність автомобіля і витрати палива в процесі розгону, тому що наша методика є швидкодіючою і дозволяє знімати сигнали з дуже високою частотою, в слідстві чого можна вимірювати витрату палива миттєво в кожному робочому циклі. Це означає, що дана методика має: високу швидкодію, високу точність, високу інформативність і достовірність отриманих результатів.

У результаті проведеного експерименту було тримано ряд осцилограм на різних режимах роботи двигуна.

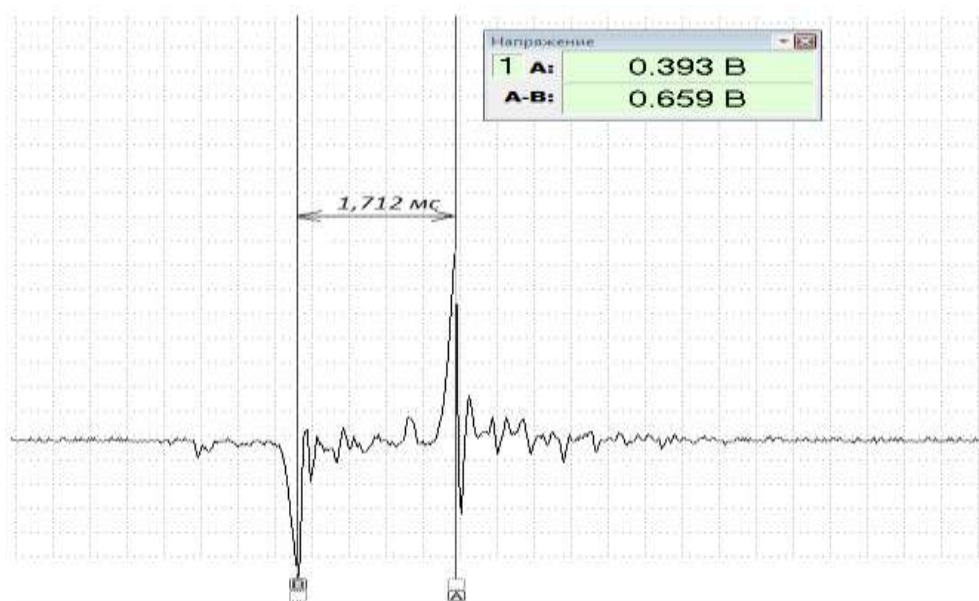


Рисунок 1.3 - Осцилограма отриманих сигналів з датчика ходу голки при режимі холостого ходу

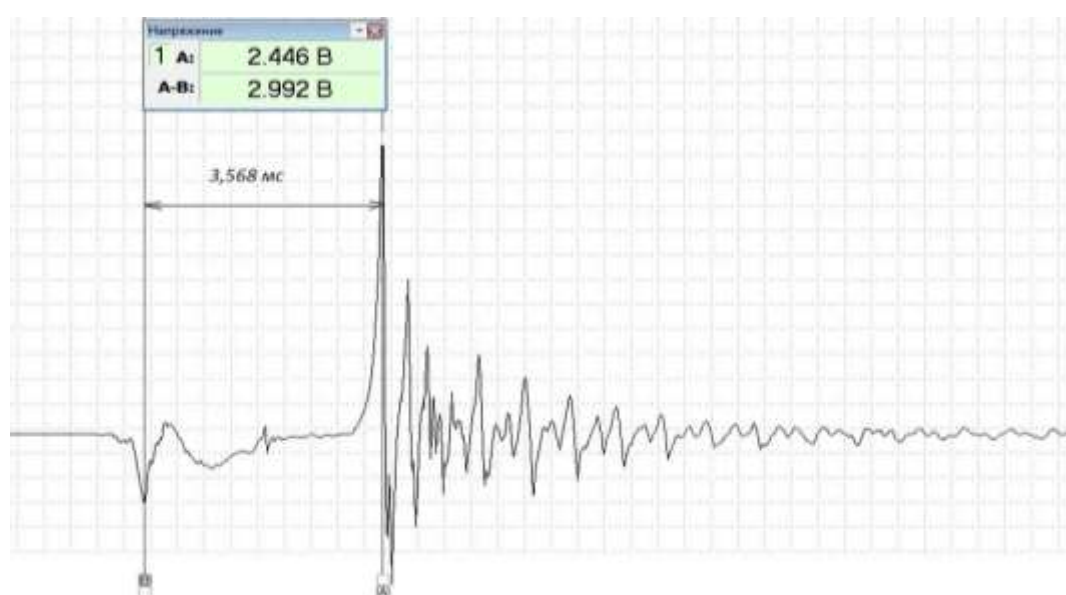


Рисунок 1.4 - Осцилограма отриманих сигналів з датчика ходу голки при режимі максимальної подачі

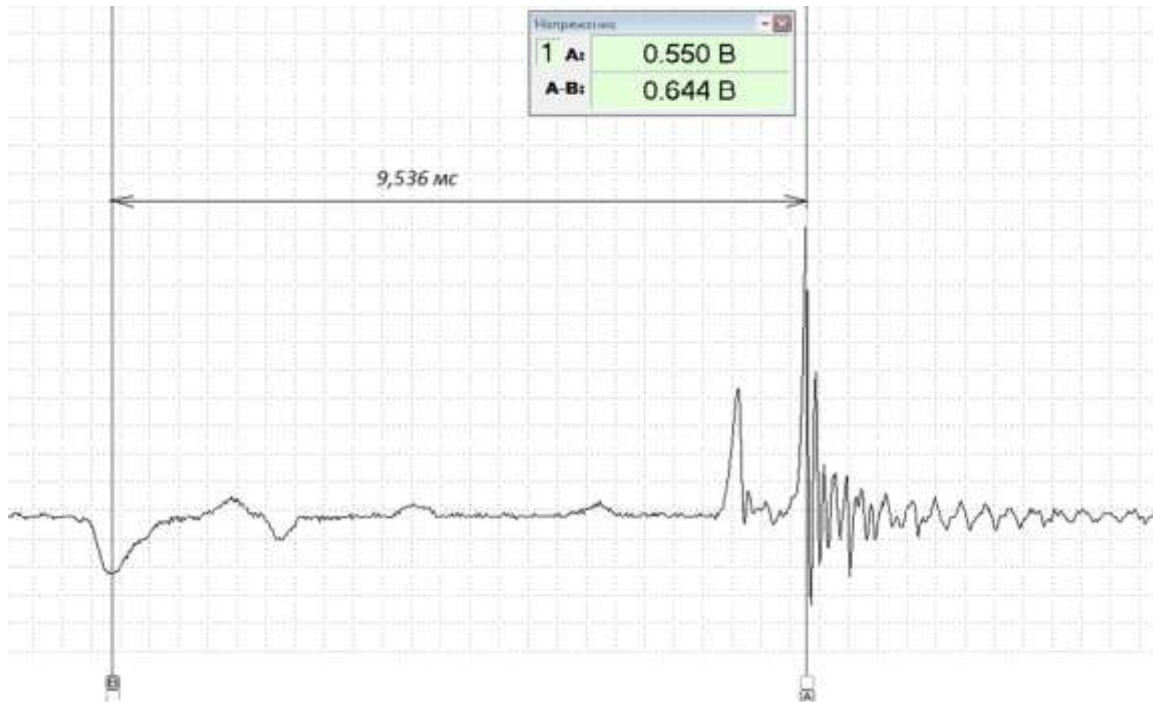


Рисунок 1.5 - Осцилограма отриманих сигналів з датчика ходу голки при режимі пускової подачі

Висновки

На осцилограмах видно момент коли голка форсунки відірвалася від сидла і почала рухатися вгору (початок впорскування) і момент коли голка опустилася вниз і вдарила по сидлу, тобто в цей момент добре видні сплески. Якщо ми поміряємо відстань між сплеском від моменту відкриття голки до моменту закриття посадки, то відповідно ми можемо визначити тривалість впорскування. На кожній з осцилограм ми отримали різні тривалості впорскування, що залежить від того який режим нам заданий. Також на осцилограмах наведена амплітуда по вольтажу, але вона змінюється неоднозначно, тому що ми поки не оцінювали на скільки амплітуда однозначно пов'язана з процесом паливоподачі.

Література

1. Системи керування дизельними двигунами Bosch. Вузли та агрегати / [Переклад з німецької Ю. Г. Грудского, А. Г. Іванова]. - М.: ТОВ «Книжкове видавництво «За кермом», 2004. - 480 с. - (Перше російське видання).
2. Гюбертус Гюнтер. Діагностика дизельних двигунів. Серія «автомеханік»./ Гюбертус Гюнтер [пер. з нім.] – М.: ТОВ «За кермом», 2004. – 176 с.
3. Грехов Л. В. Паливна апаратура та системи управління дизелем: Підручник для вузів / Грехов Л. В., Іващенко Н. А., Марков В.А. – М.: Легіон – Автодата , 2005. – 344 с.
4. Іващенко Н. А. Дизельні паливні системи з електронним управлінням. [Навчально – практичний посібник]/ Іващенко Н. А., Вагнер В. А., Грехов Л. В. – Барнаул: Видавництво АлтГТУ ім. І. І. Ползунова, 2000. – 111с.