

ОПТИМІЗАЦІЯ ВИМІРЮВАННЯ КУТУ ЗАПАЛИВАННЯ ПРИ СТЕНДОВОМУ ТЕСТУВАННІ БЕНЗИНІВ

Гуменюк Роман Сергійович ст. гр. А-52-20

crservice2008@gmail.com

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

У розвитку двигунів внутрішнього згоряння можна виділити кілька основних напрямків: поліпшення екологічних показників, збільшення економічності й збільшення ефективності. . Детонація – це вибухове згоряння паливно–повітряної суміші, яке може виникати при виникненні ряду умов, таких як висока температура в камері згоряння, ранній кут випередження запалювання, високе навантаження на двигун при низьких обертах колінчатого вала й т.п. Крім зниження крутного моменту, детонація приводить до збільшення навантаження на деталі й може вивести двигун з ладу. Для боротьби з детонацією широко використовується зменшення кута випередження запалювання, зменшення навантаження на двигун і збільшення детонаційної здатності палива. Оскільки тільки останній спосіб не приводить до зменшення крутного моменту й потужності, розглянемо можливість збільшення детонаційної стійкості палива для реалізації, що забезпечує максимальну потужність за рахунок кута випередження запалювання в тих ситуаціях, коли цьому могло б перешкодити виникнення детонації. Використання бензину з більш високим октановим числом, що забезпечують більшу детонаційну стійкість, приводить до небажаного збільшення витрат на паливо. Якщо при цьому застосувати альтернативні палива то вони зможуть забезпечити більш високу детонаційну стійкість у порівнянні навіть із високооктановим бензином, більш низьку ціну й кращі екологічні показники в сукупності із гнучким керуванням кутом випередження запалювання.

У більшості сучасних систем запалювання, у тому числі й у системі запалювання автомобіля ВАЗ 2111 М7.9.7. використовуються принципи теорії автоматичного регулювання. У якості головного критерію в цей час обраний критерій без детонаційної роботи двигуна при обов'язковій умові дотримання норм по токсичності вихлопу. У таких системах відбувається безперервна корекція розрахованого блоком керування кута випередження запалювання по сигналах датчика (або групи датчиків) детонації. Як правило, датчики детонації, встановлені на конкретний тип двигуна, мають резонансну характеристику, налаштовану на цей двигун (звичайно максимальна чутливість датчика досягається на частотах 5...8 кГц). . Алгоритм роботи системи полягає в наступному. Блок керування двигуном для кожного навантаження й числа обертів встановлює свій базовий кут випередження запалювання по «матриці». Після чого якщо не фіксується виникнення детонації по датчику детонації проводиться збільшення кута

випередження запалювання убік більш ранніх кутів а значить більшої потужності зменшення витрати палива. Таке збільшення кута випередження проводиться в кожному робочому циклі на один дискретний крок. При зростанні кута випередження запалювання виникає в момент коли в одному або декількох циліндрах з'являється детонація, що фіксується датчиком. При подачі сигналу детонації блок керування вже до наступного такту стиску в цьому циліндрі зменшує кут випередження запалювання приблизно на 1° – 2° п.к.в [9]. Але в циліндрі, де детонація відсутня, кут випередження запалювання залишається тим що був (рисунок 1.1).

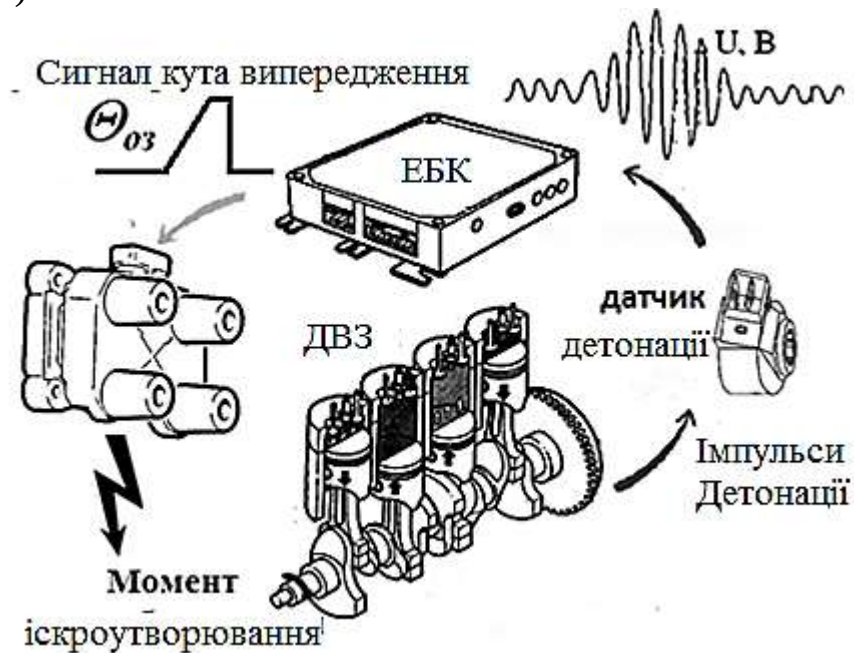


Рисунок 1.1 – Цикл регулювання випередження запалювання зі зворотним зв'язком

1–Електронний блок керування; 2– Керуючий імпульс що змінює кут випередження запалювання; 3– Індивідуальна котушка; 4– Циліндри двигуна в яких відбувається процес згоряння палива; 5– Ширококутовий датчик детонації ; 6 – Вихідна напруга при детонації

Якщо згоряння суміші знову супроводжується виникненням детонації, блок керування зменшує кут випередження запалювання ще на один крок у цьому ж циліндрі. І тільки після того, як буде зафіксована відсутність детонації, причому, як правило, протягом декількох десятків послідовних тактів, починається поступове повернення значення кута випередження запалювання до значень, записаних у базовій "матриці". Це повернення відбувається набагато повільніше й невеликими ($0,2^{\circ}$ – $0,3^{\circ}$ п.к.в.) збільшеннями [2].Тобто можна говорити про постійним циклі корегування детонації електронним блоком керування

Завдяки застосуванню датчиків детонації та вищенаведеного алгоритму вдається підвищити ступінь стиску двигуна й, таким чином, одержати більш високі потужносні та економічні показники. Значно знижується

ймовірність пошкодження двигуна при застосуванні низькооктанового палива. Однак можливості таких систем не безмежні, тому при експлуатації не слід застосовувати бензин з октановим числом, більш ніж на 5...6 одиниць нижче рекомендованого заводом–виготовлювачем [3,4,5]. Відповідно, коли будуть проводитися стендові або дорожні випробування використання в автомобілі різних сортів палива, у тому числі й з різним октановим числом, це однозначно буде приводити як різним величинам зсуву кута випередження запалювання по вище наведеному алгоритму. Вимір цих зсувів і в цілому значення кута, що автоматично адаптувався, а також випередження запалювання на даному паливі допоможе побічно охарактеризувати якість палива.

Для того щоб визначити кут випередження запалювання за поліпшеною методикою випробувань додатково пропонується увести до складу стенда вимір сигналів цифровим осцилографом з датчиків положення колінчатого й розподільного валів, а також сигналу моменту запалювання на первинній обмотці котушки.

Для того щоб розрахунки кута випередження запалювання були можливими необхідно встановити синхронізацію між опорними імпульсами фазного датчика положення розподільчого вала й верхньою мертвою точкою першого циліндра. Оскільки можна прийняти що колінчатий і розподільчий вал, зв'язані незмінною передачею, то дану синхронізацію можна встановити всього один раз для випробуваного двигуна за весь період випробувань перед їх початком. Для того щоб установити чіткий взаємозв'язок між верхньою мертвою точкою й фазним датчиком потрібно зробити вимір тиску у першому циліндрі й вимір моменту імпульсу на датчик розподільчого вала. Оцінити положення верхньої мертвої точки в першому циліндрі можна якщо записати діаграму стиску й розширення в цьому циліндрі при роботі на холостому ході. Цей процес здійснюється за допомогою датчика тиску, тимчасово встановлюваного в перший циліндр замість його свічі запалювання (рисунк.1.1). Максимальне значення на піку тиску наприкінці такту стиску буде відповідати верхньої мертвої точки в цьому циліндрі. Значення ВМТ для інших циліндрів можна розрахувати, знаючи порядок роботи циліндрів, 1–3–4–2 для двигуна ВАЗ 21114 [2], кутове положення колінчатого вала. Після закінчення одноразового калібрування положення верхньої мертвої точки, кутовий зсув імпульсу від датчика фази ухвалюється як константа на весь період випробувань на даному двигуні. Повторне калібрування може бути зроблене тільки у випадку якщо для випробувань стали застосовувати інший двигун.

Попередні випробування проводилися на автомобілі на бігових барабанах, а основна зміна кута випередження запалювання здійснювалася в ході тестової поїздки. У випробуваннях на автомобілі ВАЗ–2111 проводився вимір кута випередження запалювання при розгоні на під навантаженням пристрою, стенда що навантажує, коли тиск у циліндрі

двигуна сильно зростає, щільність заряду, і вимога до антидетонаційних властивостей палива стають максимальними. При розгоні відбувалося різке натискання на педаль газу.

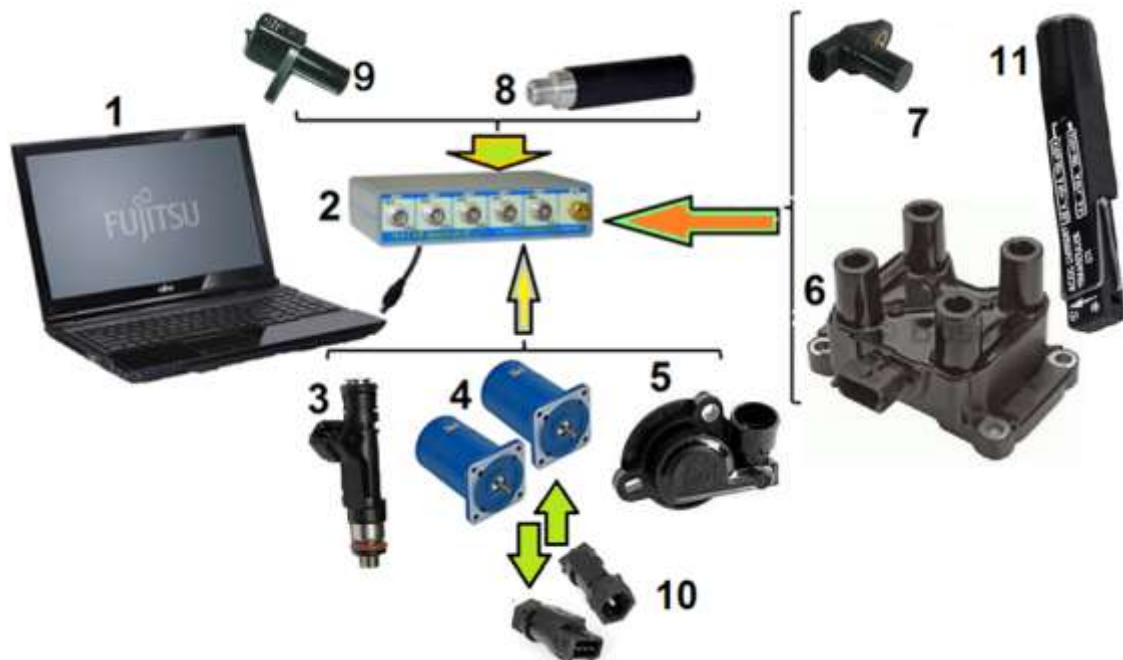


Рисунок 1.2 – Модульний вимірювальний комплекс

1 – Ноутбук; 2 – Цифровий осцилограф; 3 – Електромагнітна форсунка; 4 – Тахогенератори; 5 – Датчик положення дросельної заслінки; 6 – Котушка запалювання; 7 – Датчик положення розподільного вала; 8 – Датчик тиску газів у циліндрі; 9 – Датчик положення колінчатого вала; 10 – Датчик швидкості автомобіля; 11 – Струмові кліщі

Як можна побачити з рисунка 1.3 при тестовому розгоні на бігових барабанах під навантаженням внаслідок прикладеної до автомобіля навантаження відбулося підвищення тиску й температури в циліндрі двигуна в момент початку розгону. Але антидетонаційних властивостей бензину не вистачило для того, щоб стійко протидіяти детонації в цей момент. При виникненні детонації виникли коректувальні зсуви кута випередження запалювання в більш пізніше положення. Що добре можна побачити на вищенаведеній діаграмі. У перший момент зсув становив від -24° п.к.в. до ВМТ до $+6^{\circ}$ п.к.в. за ВМТ, що в сумі склало величину зворотного «відскоку» кута в 30° п.к.в. Усього ж відбулося сім східчастих відскоків і повернень кута випередження запалювання (приблизно сім зафіксованих циклів зсувів по виникненню детонації), остання величина зсуву склала від -28° п.к.в. до ВМТ до -12° п.к.в. до ВМТ, тобто сумарна корекція кута в 16° п.к.в. У такий спосіб можна побачити що система захисту від детонації спрацювала й що випробовуваний бензин не виконує повною мірою своїх антидетонаційних якостей у цьому двигуні.

цього двигуна в умовах його роботи на різних теплових і навантажувальних режимах. Розрахунки витрати палива, одержуваний перерахуванням тривалості упорскування являє собою масову або об'ємну величину за одиницю часу. Але при випробуванні транспортних засобів, доробок або модернізації паливної апаратури, сортів бензину потрібно здійснювати розрахунок витрати палива в стандартній величині л/100 км і фіксувати швидкість автомобіля й передачу при якій ця витрата досягається. Для цього паралельно із тривалістю упорскування здійснюється вимір швидкості транспортного засобу. При чому, залежно від того чи використовуються стендові або дорожні випробування спосіб виміру миттєвої швидкості буде кардинальним образом вирізнятися. При стендових випробуваннях бігові барабани стенда оснащені власними датчиками частоти обертання барабана. При випробуваннях застосовують тахогенератори, встановлені на осі барабана а не на автомобілі. Тахогенератори можуть бути встановлені як на всі 4 барабана – (передні й задні колеса – стенд для повнопривідних автомобілів), так і тільки на одну пару барабанів (для ведучих коліс). Погрішність у цьому випадку може виникати в результаті проковзування протектора шини щодо барабана при різкій зміні швидкості автомобіля. Це потрібно враховувати при вимірах. Вихідний сигнал тахогенератора є аналоговим і має пропорційну залежність між числом обертів вала тахогенератора й величиною вихідної напруги. При відомому динамічному радіусі колеса автомобіля й діаметрі барабана можна досить просто розрахувати коефіцієнт перерахування напруги тахогенератора у швидкість автомобіля.

Література

1. Дьяченко В.Г. Теория двигателей внутреннего сгорания. Учебник. – / Дьяченко В.Г. Харьков: ХНАДУ, 2009. – 500 с.
2. Хрулев А.Э. Ремонт двигателей зарубежных автомобилей / Хрулёв А.Э. – М.: За рулем, 1999. – 440 с.
3. Гуреев А. А., Азев. В.С. Автомобильные бензины. Свойства и применение: Учебное пособие для вузов, – М.: Нефть и газ, 1996.– 444 с.
4. Ерохов В.И. Системы впрыска бензиновых двигателей: конструкция, расчет, диагностика Учебник для вузов. / Ерохов В.И. – М: Горячая линия–Телеком, 2011. – 552 с
5. ВАЗ–2110, –2111, –2112 с двигателями 1,5; 1,5i; 1,6i. Устройство, обслуживание, диагностика, ремонт. Иллюстрированное руководство. – М.: ООО «КЖИ За рулём», 2012. – 296 с.
6. Системы управления бензиновыми двигателями Bosch. Узлы и агрегаты./ [Перевод с нем. Ю.Г.Грудский, А.Г.Иванов]. – М.: ООО «КЖИ За рулём», 2005. – 432 с. – (Первое русское издание).