

УПРАВЛЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ АВТОМОБИЛЯ ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА ОПЕРАТИВНОГО РАСЧЕТА УГЛА ОПЕРЕЖЕНИЯ ЗАЖИГАНИЯ С ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ ПО РЕАЛЬНОМУ ПОЛОЖЕНИЮ ПИКА ДАВЛЕНИЯ

Илюшин Д.Н., Ляшенко М.В., Салыкин Е.А.

Волгоградский государственный технический университет, г. Волгоград

Ключевые слова: мониторинг ионного тока, бензиновый двигатель, газовый двигатель, электронный блок управления двигателем, угол опережения зажигания.

Аннотация. В статье рассматривается проблема определения и поддержания электронной системой управления двигателем угла опережения зажигания (УОЗ) при изменении эксплуатационных и заданных основных параметров в ходе форсирования, деформирования и т.п. Показаны возможности применения новых методов оперативного расчета УОЗ ЭСУД при наличии обратной связи по реальному положению пика давления посредством МИТ.

MANAGEMENT OF DYNAMIC INDICATORS OF THE CAR BY APPLYING THE METHOD OF RAPID CALCULATION OF THE IGNITION TIMING WITH FEEDBACK ON THE REAL POSITION OF THE PRESSURE PEAK

Ilyushin D.N., Lyashenko M.V., Salykin E.A.

Volgograd State Technical University, Volgograd

Keywords: ion current monitoring, gasoline engine, gas engine, electronic engine control unit, ignition timing.

Abstract. The article deals with the problem of determining and maintaining the electronic engine control system ignition timing (PFD) when changing operational and specified basic parameters during forcing, deformation, etc. The possibilities of applying new methods for the operational calculation of the CPP of an ECM are shown in the presence of feedback on the real position of the pressure peak through MIT.

В настоящее время отмечается рост популярности автоспорта среди населения России. Одним из факторов способствующих этому является массовое участие частных лиц, на личных, специально подготовленных для данного вида автоспорта автомобилях. Однако подготовка безопасного и конкурентоспособного автомобиля частным лицом, без технологических возможностей завода - изготовителя автомобилей является большой проблемой. Облегчение подготовки автомобиля к соревнованиям, при сохранении конечных качественных показателей, может благотворно повлиять на количество участников и повысить их уровень подготовки. Что положительно скажется на соревновательной составляющей данного вида автоспорта.

Одними из факторов конкурентоспособности автомобиля являются его динамические и экономические характеристики. Улучшение динамических и экономических характеристик автомобиля возможно путем совершенствования мощностных, динамических и экономических характеристик его силовой установки в целом, и двигателя в частности.

Для достижения высоких удельных мощностных или экономических показателей серийных, мелкосерийных, спортивных и штучных двигателей без существенного ухудшения стабильности их эффективных параметров и надежности требуется точное определение и поддержание электронной системой управления двигателем (ЭСУД) таких важных параметров рабочего процесса как коэффициент избытка воздуха и угол опережения зажигания (УОЗ) при изменении эксплуатационных и заданных основных параметров в ходе форсирования, дефорсирования и т.п..

Поддержание ЭСУД коэффициента избытка воздуха на заданном уровне требует знания зависимости коэффициента наполнения цилиндров двигателя. В применяемых на данный момент для такого типа двигателей ЭСУД определение коэффициента наполнения на различных режимах не представляет собой особых трудностей. Оно осуществляется применением обратной связи по количеству остаточного кислорода в отработавших газах определяемого широкополосным датчиком кислорода (ШДК). Данное решение обеспечивает приемлемую для большинства двигателей точность.

Определение оптимального УОЗ для двигателей внутреннего сгорания выполняется, либо путем анализа реальных индикаторных диаграмм, либо измерением крутящего момента двигателя. Анализ реальных индикаторных диаграмм, полученных в процессе индицирования посредством датчика давления, также как и измерение крутящего момента двигателя на динамометрическом стенде выполняется при различных скоростных и нагрузочных режимах. Учитывая бесчисленное множество возможных вариантов скоростных и нагрузочных режимов работы двигателя приходится идти на упрощение и вести анализ ограниченного числа режимных точек. В результате данного анализа разрабатываются оптимальные УОЗ для каждой режимной точки в виде трехмерных поверхностей с максимальной размерностью 32 на 32 точки, но чаще 16 на 16 точек. В данных поверхностях УОЗ зависит от нагрузки, обычно выраженной в цикловом расходе воздуха и частоты вращения коленчатого вала двигателя. А в дальнейшем, на величину этого угла накладываются поправки относительно таких параметров как температура воздуха на впуске, температура двигателя и д.р.

Определение оптимального УОЗ обеими вариантами в условиях отсутствия требуемого специализированного оборудования, имеющегося у производителей двигателей внутреннего сгорания, затруднительно и не позволяет более точно корректировать УОЗ в реальном времени под действием сторонних факторов.

Известен алгоритм расчета УОЗ [1] в соответствии с которым максимальные мощностные показатели при обеспечении нахождения максимального давления в цилиндре двигателя внутреннего сгорания в целевом диапазоне. Данный метод использует упрощенную математическую модель расчета рабочего цикла при определении УОЗ для снижения вычислительных мощностей, но требует введения обратной связи по реальному положению пика давления в цилиндре при рассчитанном УОЗ. Указанные особенности позволяют применять данный алгоритм расчета УОЗ непосредственно в блоке управления ЭСУД в случае наличия обратной связи по реальному положению пика давления в цилиндре.

Получение информации о положении пика давления возможно например, посредством использования датчиков давления в камере сгорания. На данный момент самым распространенным способом применения датчиков давления, без изменения конструкции головки цилиндра, цилиндра или поршня, является установка их в тело прокладки между головкой цилиндра и непосредственно цилиндром, в свечу зажигания или уплотнительное кольцо свечи зажигания. Однако возможности применения датчиков давления ограничены тепловыми режимами работы датчиков давления, усложняющих их конструкцию и как следствие стоимость.

В работе [2] описаны результаты экспериментов, заключающихся в определении характера изменения параметров ионного тока в зависимости от условий в камере сгорания и сделан следующий вывод: «Для систем контроля и управления коэффициентом избытка воздуха, возникновения детонации, индикаторного давления и стабильностью процесса горения достаточно использование одного ионизационного датчика, можно свечи зажигания». Применение свечи зажигания, имеющейся в конструкции двигателя, для контроля индикаторного давления целесообразно и с точки зрения точности и стоимости системы.

Необходимо отметить, что для анализа сигнала требуется его обработка в реальном времени с довольно высокой точностью. Это возможно обеспечить либо разработкой специального аналого-цифрового преобразователя сигнала от датчика ионизации, либо возложить эту работу на микропроцессор ЭБУ. Появление на мировом рынке быстрых микроконтроллеров большой разрядности (тактовые частоты более 40 ... 60 МГц и разрядность более 16 бит) и аналого-цифровых преобразователей (разрядность более 12 бит и более 10^6 выборок в секунду) предполагают благоприятные перспективы применения этой технологии [3]. В качестве подтверждения данного прогноза можно привести рост количества исследований в этой области.

Список литературы

1. Береснев М.А. Алгоритм расчета угла опережения зажигания для достижения максимального давления в цилиндре двигателя внутреннего сгорания в целевом диапазоне // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2010. – С. 232-240.
2. Шайкин А.П., Ивашин П.В., Галиев И.Р. Характеристики распространения пламени и их влияние на концентрацию несгоревших углеводородов при добавке водорода в топливно-воздушную смесь энергетических установок с искровым зажиганием: монография. – Самара: Изд-во Самарского научного центра РАН, 2014. – 202 с.
3. Илюшин Д.Н. Повышение надёжности обнаружения детонации в двигателях внутреннего сгорания путём применения технологии мониторинга ионного тока / Д.Н. Илюшин, М.В. Ляшенко, Е.А. Салыкин // Прогресс транспортных средств и систем – 2018: материалы междунар. науч.-практ. конф. (г. Волгоград, 9-11 октября 2018 г.) / редкол.: И.А. Каляев, Ф.Л. Черноусько, В.М. Приходько и др.; ВолгГТУ, РФФИ, «ФНПЦ «Титан–Баррикады». – Волгоград, 2018. – С. 117-118.
4. Pipitone E. Spark Ignition Feedback Control by Means of Combustion Phase Indicators on Steady and Transient Operation // Journal of Dynamic Systems, Measurement, and Control. – 2014. – №136.
5. Ingemar A. Cylinder Pressure and Ionization Current Modeling for Spark Ignited Engines // Linköping Studies in Science and Technology. – 2002. – № 962.

Сведения об авторах:

Илюшин Дмитрий Николаевич – аспирант, ВолгГТУ;

Ляшенко Михаил Вольфредович – д.т.н., профессор, заведующий кафедрой "Транспортные машины и двигатели" Волгоградского государственного технического университета, ВолгГТУ;

Салыкин Евгений Александрович – к.т.н., доцент кафедры "Транспортные машины и двигатели" Волгоградского государственного технического университета, ВолгГТУ.