

РАЗРАБОТКА СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМОЙ ИЗМЕНЕНИЯ ФАЗ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ

Шустров Ф.А.¹, Петриченко Д.А.

¹ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ)», (107023, г. Москва, ул. Большая Семеновская, д. 38), e-mail: shustrov@yandex.ru.

В статье описывается разработка системы управления фазами газораспределения двигателя внутреннего сгорания. Система управления фазами газораспределения построена на базе контроллера реального времени National Instruments Compact RIO 9012 - 9013. Для данного контроллера было разработано программное обеспечение с графическим интерфейсом. Подробно описаны возможности регулирования и управления фазами газораспределения и принципы автоматического регулирования фазами в зависимости от режима работы двигателя. Описан алгоритм работы системы управления в составе бензинового двигателя ЗМЗ 405 с установленными механизмами изменения фаз газораспределения и способы задания параметров, характеризующих режимы работы и соответствующие фазы газораспределения. На основании проведенных испытаний подведены итоги по характеристикам доработанного двигателя в сравнении с базовым образцом.

Ключевые слова: двигатель внутреннего сгорания, система управления, система изменения фаз газораспределения, программное обеспечение.

DEVELOPMENT OF SPECIALIZED SOFTWARE TO CONTROL THE VARIABLE VALVE TIMING SYSTEM

Shustrov F.A.¹, Petrichenko D.A.

¹ Federal State Educational Institution of Higher Professional Education "Moscow state university of mechanical engineering (MAMI)" (107023, Moscow, st. Bolshaya Semenovskaya, 38), e-mail: shustrov@yandex.ru

The paper describes the development of variable valve timing system of internal combustion engine. Variable valve timing system is based on the real-time controller National Instruments CompactRIO-9012. For this controller has developed the software with a GUI. Describes in detail the opportunities of changing valve timing and principles of automatic control, depending on the mode. The algorithm of the control system operation in the gasoline engine ZMZ 405 with mechanisms of variable valve timing and methods of specifying the parameters characterizing the operating conditions and the valve timing. Based on the tests summed up the characteristics of the modified engine compared to the baseline.

Keywords: Internal combustion engine, control system, variable valve timing system, software.

Введение

Современные транспортные средства уже тяжело представить без сложных систем управления, в 2000 году доля электроники в транспортных средствах составляла 22% стоимости и последующий рост до 35% [2]. Современные автоматические коробки передач имеют систему управления, тесно связанную с блоком управления двигателем, что позволяет снижать крутящий момент и частоту вращения при переключении за счет управления двигателем. С каждым годом требования по экологическим параметрам становятся все жестче, также становится лучше экономичность двигателей. Однако не стоит забывать о мощностных показателях двигателей, которые являются не менее важными для потребителей. Двигатели внутреннего сгорания с системами изменения фаз газораспределения зарекомендовали себя уже давно, использовать изменения фаз можно по-разному, тем самым обеспечивать экономичность и повышать мощностные параметры двигателя. Не меньшее внимание уделяется экологическим

показателям автомобиля, выполнить которые без микропроцессорного управления силовым агрегатом невозможно [1]. В ходе научно-исследовательской работы по созданию двигателя с изменяемыми фазами газораспределения было разработано программное обеспечение, основной задачей которого является отладка системы управления и дальнейшее управление изменяемыми фазами при работе двигателя.

Программное обеспечение

Программное обеспечение (ПО) микропроцессорной системы управления газораспределением разработано на языке Lab View G от компании National Instruments для систем реального времени. Основной задачей разработанного ПО является отладка системы управления фазами газораспределения и дальнейшее обеспечение работы двигателя внутреннего сгорания с изменяемыми фазами газораспределения. Функционально ПО работает в блоке управления системой изменения фаз газораспределения совместно со стандартным электронным блоком управления ДВС, который получает информацию как от стандартных датчиков двигателя, так и от дополнительно установленных (датчики положения распределительных валов, которые используются для синхронизации управления элементами с рабочим процессом двигателя [4]). На основании полученной с датчиков информации ПО управляет системой изменения фаз газораспределения в соответствии с заданными параметрами. В состав ПО входит также графический интерфейс пользователя, позволяющий визуализировать параметры текущего режима работы ДВС и системы газораспределения, а также задать параметры различных режимов работы.

Программное обеспечение выполняет следующие функции.

1. Автоматическое управление процессом газораспределения и топливоподачей в рамках системы управления ДВС.
2. Ручное управление процессом газораспределения и топливоподачей.
3. Визуализация параметров работы ДВС и системы управления газораспределением и топливоподачей.
4. Задание параметров режимов работы системы газораспределения и топливоподачи.
5. Добавление и(или) удаление новых режимов работы системы.
6. Сохранение данных работы системы в формате программы Excel.

Графический интерфейс пользователя

Программное обеспечение разработано для работы с применением контроллера реального времени National Instruments CompactRIO-9012, который подключается к датчикам системы управления, исполнительным механизмам и соединяется с персональным компьютером по локальной сети для работы с графическим интерфейсом (рисунок 1).

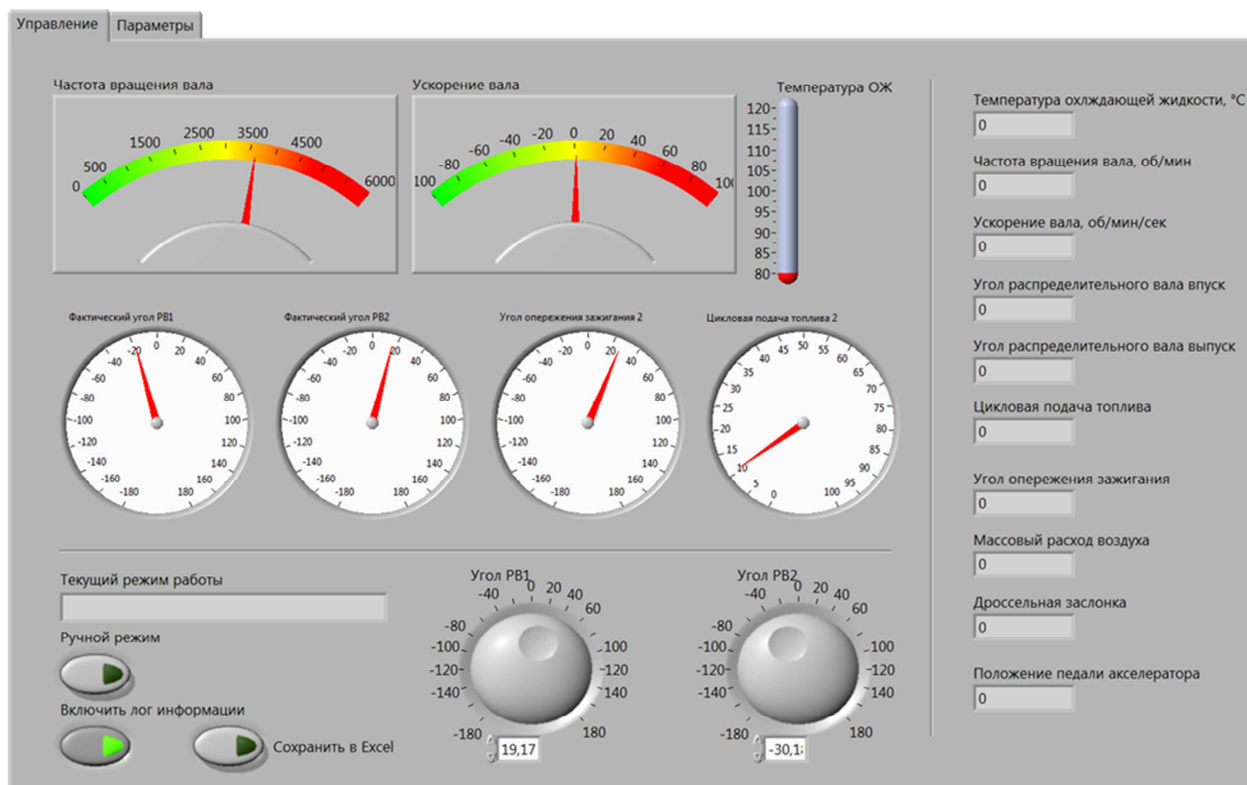


Рисунок 1 - Графический интерфейс

Графический интерфейс интуитивно понятен для пользователя. Он содержит две вкладки.

1. Окно управления - отображает текущее состояние системы изменения фаз газораспределения и параметры управления двигателем и позволяет изменять значения фаз газораспределения в ручном режиме.
2. Окно задания параметров режимов - позволяет задавать условия перехода на заданный режим работы двигателя и значения фаз газораспределения для автоматического регулирования.

Окно управления содержит графическое отображение:

- частоты вращения коленчатого вала двигателя;
- ускорения коленчатого вала;
- температуры охлаждающей жидкости;
- диаграмм фаз газораспределения валов относительно верхней мертвой точки (ВМТ);
- угла опережения зажигания;
- цикловой подачи топлива.

В правой части интерфейса выводятся числовые данные с графических диаграмм и данные с датчиков двигателя.

Нижняя часть интерфейса отображает текущий режим работы двигателя и позволяет переключить систему в режим ручной настройки фаз газораспределения, в котором с помощью регуляторов или задания числового значения можно изменять фазы, при необходимости можно включить запись протокола событий или вывести данные в таблицу Excel.

Использование программного обеспечения

После установки двигателя с системой изменения фаз газораспределения на испытательный стенд и подключения всех систем управления запускается программное обеспечение и начинается процесс отладки режимов. Функция ручного управления позволяет пользователю задавать параметры управления процессом газораспределения и топливоподачи непосредственно из главного окна программы. Такая функция позволяет проводить лабораторные испытания системы и более точно настраивать ее параметры работы в разных режимах. После определения оптимальных фаз газораспределения для определенного режима работы открывается окно задания параметров режимов (рисунок 2).

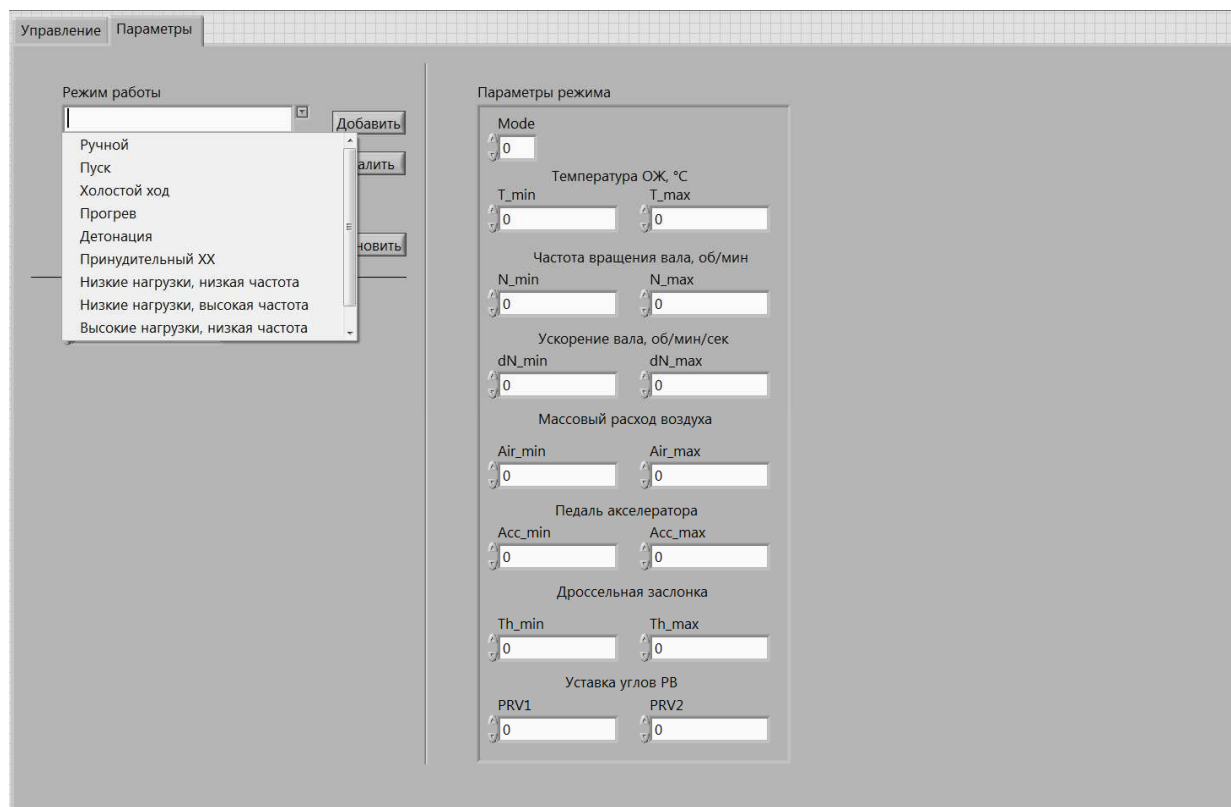


Рисунок 2 - Окно задания параметров режимов

В окне задания параметров режимов есть возможность добавить новые режимы работы и редактировать параметры уже внесенных. При добавлении нового режима задается его название и параметры данного режима:

- минимальное и максимальное значения температуры охлаждающей жидкости;
- минимальное и максимальное значения частоты вращения вала;
- минимальное и максимальное значения углового ускорения вала;
- минимальное и максимальное значения массового расхода воздуха;
- минимальное и максимальное значения педали акселератора;
- минимальное и максимальное значения дроссельной заслонки;
- значения уставок углов впускного (PB1) и выпускного (PB2) распределительных валов.

Так же существует возможность удалять созданные режимы.

Работа блока управления фазами газораспределения с разработанным ПО

В процессе работы двигателя с системой изменения фаз газораспределения управление фазами происходит по алгоритму, представленному на рисунке 3.

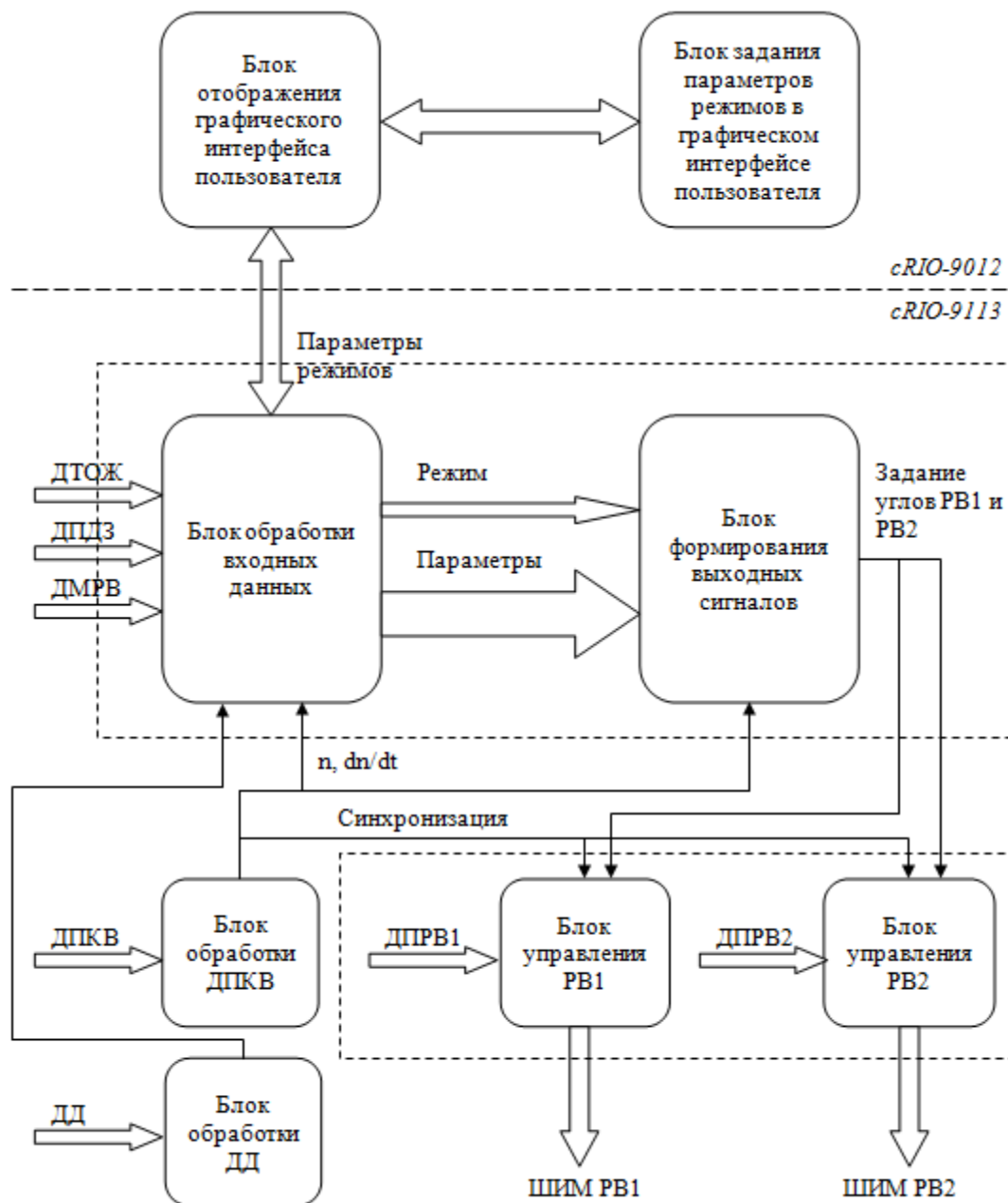


Рисунок 3 - Алгоритм работы системы изменения фаз (ДПКВ - датчик положения коленчатого вала; ДПРВ1 - датчик положения распределительного вала; ДПРВ2 - датчик положения распределительного выпускного вала; ДМРВ - датчик массового расхода воздуха; ДТОЖ - датчик температуры охлаждающей жидкости; ДК - датчик кислорода; ДД - датчик детонации)

При автоматическом управлении газораспределением и топливоподачей программа самостоятельно выбирает параметры газораспределения и топливоподачи в соответствии с текущим режимом работы. Также программа автоматически осуществляет переход из одного режима работы в другой, основываясь на критериях работы каждого режима и на показаниях датчиков системы. В автоматическом режиме работы пользователь (оператор) может наблюдать параметры функционирования системы в главном окне программы.

Заключение

В большинстве двигателей используются схожие по принципу работы датчики и элементы управления, поэтому при соответствующей тарировке блок управления системой изменения фаз газораспределения с программным обеспечением может быть применен для вновь разрабатываемых систем изменения фаз, их настройки и отладки, а также использоваться для проведения научных исследований в данной области и на испытательных стендах. Блок управления системой изменения фаз газораспределения с разработанным ПО создан в ходе выполнения работ по государственному контракту № 16.526.12.6007 от 08 июля 2011 г. при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации.

Список литературы

1. Борщенко А.Я., Васильев В.И. Электронные и микропроцессорные системы автомобилей : учебное пособие. – Курган : Изд-во Курганского гос. ун-та, 2007.
2. За рулем [Электронный ресурс] : многопредмет. журн. // ОАО «За рулем» / ред. П.С. Меньших; - Электрон дан. – М. : ОАО «За рулем», 2006. – Режим доступа: <http://www.zr.ru>, свободный. - Загл. с экрана. - Яз. рус.-англ.
3. Петриченко Д.А. [и др.] Использование многопараметрической нейросетевой модели для управления энергоустановками на базе двигателя внутреннего сгорания // Известия Московского государственного технического университета МАМИ. – 2012. - Т. 1. - № 1.
4. Руководство по техническому обслуживанию и ремонту систем управления двигателем ЗМЗ 4062.10 с распределенным впрыском МИКАС 5.4, МИКАС 7.1 и двигателем ЗМЗ-4063.10 с системой МИКАС 5.4. – Самара : НИИ «Новые технологические системы», 2001.
5. Bosch. Системы управления бензиновыми двигателями / перевод с немецкого. Первое русское издание. - М. : ООО «Книжное издательство «За рулем», 2005. – 432 с. ISBN:5-9698-0025-2.
6. Peter A. Blume The LabVIEW Style Book - President, Bloomy Controls, Inc. ISBN: 0131458353 Publisher: Prentice Hall.

Рецензенты:

Химич В.Л., д.т.н., профессор, Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева, г. Нижний Новгород.

Ерохов В.И., д.т.н., профессор, заслуженный деятель науки, Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ), г. Москва.