

УДК 623.14

**ОРГАНИЗАЦИЯ УПРАВЛЯЕМЫХ СИСТЕМ
И АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ В АВТОМОБИЛЯХ****Е. А. СЕМЕНЧЕНКО, В. В. КОЧАНОВ**
(Представлено: Р. П. БОГУШ, В. В. КОСТРИЦКИЙ)

В статье описывается способ структурирования систем управления автомобилей. В рамках этого способа систему управления можно разделить на алгоритмы в зависимости от функции, которую обеспечивает каждый алгоритм. В свою очередь каждый алгоритм в рамках данного подхода делится на контуры, а контуры на системы, которые характеризуются одним параметром. Такой подход упрощает поиск неисправностей при диагностировании автомобиля.

Введение. Современное автотранспортное средство представляет собой сложную техническую систему, в которой одновременно и взаимосвязано функционирует большое количество различных узлов и агрегатов, для управления работой которыми все шире используются электроника и компьютерные технологии. Доля электроники в создании стоимости автомобилей на сегодняшний день составляет до 40%. Этот показатель имеет тенденцию к повышению.

Последнее время появилась сложность в определении, какие элементы и узлы являются частью электронной системой управления, а какие принадлежат непосредственно управляемому агрегату или механизму. Поэтому одним из направлений в изучении устройства автомобиля является рассмотрение его как совокупность электронных систем управления (ЭСУ).

В литературе часто используется такое понятие как автомобильная автотроника. При чем под автотронной системой следует понимать комбинированный комплекс автоматического управления, включающий в свой состав различные технические устройства, которые соединены в единое целое с целью выполнения конкретного неэлектрического действия [1].

Автотронные системы имеют одно общее свойство – по входу они управляются различными неэлектрическими воздействиями, а по выходу, управляют неэлектрическими процессами, при этом внутрисистемная обработка информации идет на уровне цифровых электрических сигналов. Понятно, что автотронная система имеет широко разветвленную периферию и электронно-вычислительный блок управления с постоянной и оперативной памятью. Для согласования входной периферии с компьютером и компьютера с выходной периферией применяется интерфейсная (соединительная) подсистема [2].

Применение такого понятия как автотронная система (АС) является необходимым, чтобы подчеркнуть, что входящие в неё компоненты могут являться самыми разнообразными техническими устройствами, отличающиеся друг от друга как по принципу действия, так и по конструктивному исполнению. Это могут быть и электрические, и электронные, и электронно-вычислительные, и механические, и пневматические, и гидравлические, и любые другие технические изделия, способные выполнять соответствующие функции автотронной системы. Автотронные системы удобно классифицировать по основной исполнительной функции. Например, автотронная система впрыска топлива; автотронная система антиблокировки тормозов; автотронная система очистки выхлопных отработавших газов и т.д.

Поэтому при профессиональной подготовке в сфере автомобильного транспорта современный автомобиль можно рассматривать как совокупность автотронных систем. Такой подход можно использовать при изучении таких дисциплин как «Устройство автомобиля», «Электронные системы управления автомобилем», «Электрооборудование автомобилей», «Автомобильные двигатели». Кроме того, связи между автотронными системами и между компонентами, составляющими автотронные системы можно рассматривать как структурные и диагностические параметры. Изучение изменений этих связей позволят обеспечить практические навыки в определении и устранении неисправностей методом поиска на основании рационально построенного алгоритма действий при изучении таких дисциплин как «Техническое диагностирование автомобилей», «Техническое обслуживание автомобилей», «Обслуживание и ремонт легковых автомобилей». Для изучения автотронных систем необходим специальный инструментарий, который позволяет наглядно и эффективно рассматривать их в рамках изучаемых дисциплин.

Целью работы являлось повышение эффективности изучения предложенных дисциплин за счёт внедрения в них моделирования процессов работы агрегатов в системах, а также определение и устранение неисправностей [3].

Основная часть. Автотронные системы обеспечивают взаимодействие элементов общей системы в соответствии с поставленной задачей. Эти процессы можно разделить на два вида: процессы управления и процессы автоматического регулирования.

Управление – это процесс в какой-либо системе, при котором один или несколько входных параметров оказывают влияние на выходные параметры. При этом система управления не контролирует, совпадает ли фактическое значение выходного параметра с заданным значением входного параметра. Примерами процесса управления может служить открытие клапанов под действием кулачка распределительного вала или поворот передних колес водителем посредством руля.

Регулирование – это процесс в какой-либо системе, при котором фактическое значение регулируемой величины непрерывно определяется, сравнивается с заданным значением и автоматически уравнивается с ним в случае отклонения. Характерным для регулирования является обратная связь в контуре регулирования. Процессы регулирования – это, например, поддержание температуры охлаждающей жидкости на одном уровне посредством термостата либо поддержание состава смеси на уровне стехиометрии [1].

Однако в литературе эти два понятия зачастую не разделяют, а говорят лишь об управлении. Применяются термины «система управления двигателем» или «электронный блок управления двигателем». Следует понимать, что в данном случае речь идет именно о регулировании, то есть об управлении с обратной связью. В дальнейшем мы не будем разделять эти два понятия, и под управлением будем подразумевать управление с обратной связью, то есть регулирование.

В задачах управления всегда есть два объекта: управляемый и управляющий. Управляемый объект часто называют объектом управления или просто объектом, а управляющий объект – регулятором. Например, в системе турбонаддува объектом является турбокомпрессор, а регулятором – электронный блок управления двигателем. Обычно регулятор действует на объект управления не прямо, а косвенно, через исполнительные механизмы (приводы). В системе турбонаддува исполнительным механизмом будет являться пара клапан регулирования давления наддува и электроклапан. Чтобы регулятор мог отслеживать состояние объекта управления, необходимы датчики этого состояния. В системе турбонаддува таким датчиком является датчик давления наддува, установленный во впускном трубопроводе. Для обмена информацией внутри системы необходимы каналы связи между ее элементами. Они могут быть, например, электрическими, пневматическими или гидравлическими. В приведенном примере каналами связи будут являться электрические провода и пневматические каналы [2] (рис. 1).

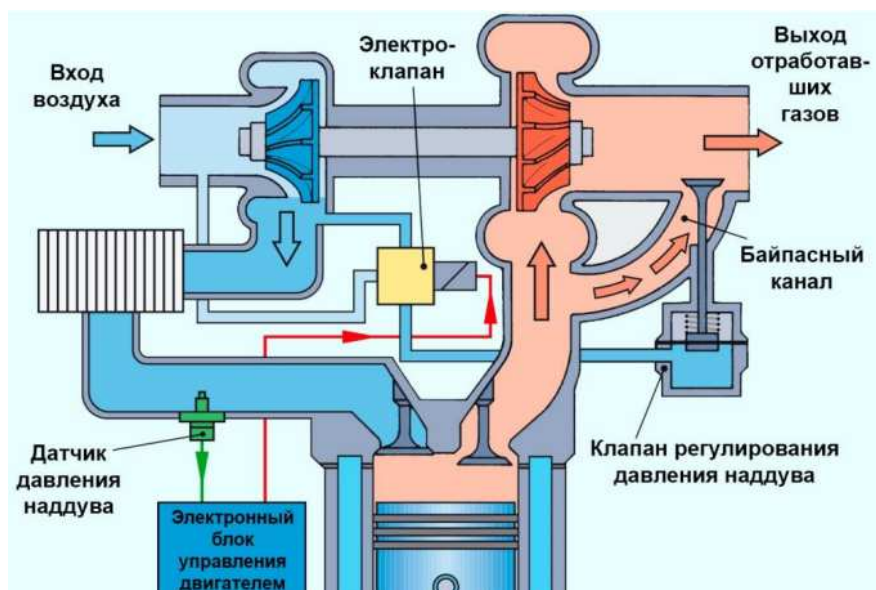


Рисунок 1. – Система турбонаддува

Таким образом, в типичную автотронную систему автоматического регулирования входят следующие элементы: объект; регулятор; исполнительный механизм (привод); датчики; каналы связи. Взаимосвязанные элементы – это уже система, обладающая свойствами, которыми не обладают ее элементы по отдельности.

Однако проблема заключается в том, что на объект управления действует внешняя среда, вызывая отклонения его параметров в ту или иную сторону. Такие воздействия называются внешними возмущениями. В системе турбонаддува внешним возмущением можно назвать постоянно изменяющийся поток отработавших газов через колесо турбокомпрессора. Кроме этого, датчики также измеряют параметры неточно, притом искажения, называемые шумами измерения. Поэтому схему системы управления можно представить следующим образом (рис.2):

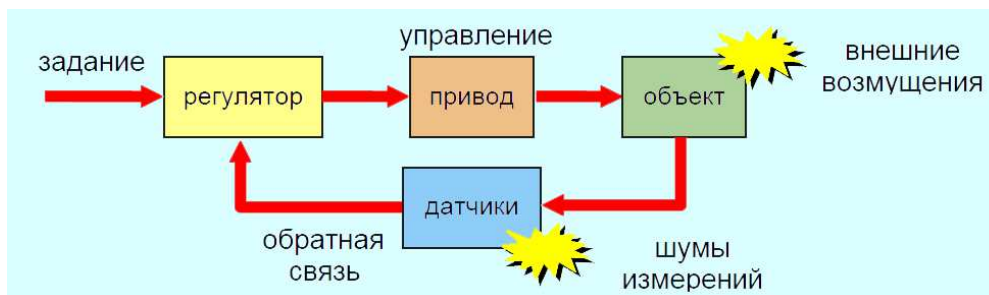


Рисунок 2. – Схема системы управления

Информация в системе управления ходит по кругу: от регулятора через привод на объект управления, подвергаемый внешним возмущениям, затем через датчики с шумами измерений обратно на регулятор. Цепь регулирования замыкается, и в этой ситуации говорят о наличии обратной связи в контуре управления. Системы управления с обратной связью массово используются при управлении автомобильным двигателем.

Рассмотрим работу регулятора. На входе регулятора присутствуют:

1. Задание (иначе «уставка», «желаемое значение»).
2. Сигнал обратной связи от датчика.

Сравнивая их между собой, регулятор вырабатывает параметр рассогласования (ошибки управления), показывающий, насколько отличается фактическое состояние объекта от заданного

В примере с турбонаддувом заданием будет значение давления наддува, заложенное в программу электронного блока управления двигателем, а сигналом обратной связи – значение давления, фактически измеренное датчиком давления наддува. Если рассогласование равно нулю, никакого управляющего воздействия не требуется. Если же оно нулю не равно, регулятор выдает управляющий сигнал, задача которого свести рассогласование к нулю. В системе турбонаддува это будет сигнал на открытие либо закрытие клапана регулирования давления наддува. В реальных системах управления рассогласование будет всегда: во-первых, невозможно предсказать внешние возмущения, а во-вторых, любой объект управления обладает инерционностью, которая не позволяет мгновенно отреагировать на управляющее воздействие.

Системы управления можно разделить на одномерные, у которых один вход и один выход, и многомерные, имеющие несколько входов и несколько выходов. Например система управления автомобильным двигателем является многомерной системой, имеющей на входе целый ряд входных сигналов, и управляющей несколькими параметрами двигателя через исполнительные механизмы. Однако многомерную систему можно представить как совокупность одномерных и рассматривать их по отдельности. Например, из всей совокупности элементов, составляющих систему управления двигателем, можно выделить систему зажигания, систему подачи топлива [3].

Поэтому достаточно важным для понимания работы систем управления в автомобилях, способ их структурирования. Существует достаточно много подходов структуризации систем управления. В данной работе предложен принципиально новый подход к структуре системы управления. Этот подход назовем функциональным. В рамках этого подхода систему управления разделяем на алгоритмы в зависимости от функции, которую обеспечивает каждый алгоритм.

Например, в рамках этого подхода систему управления двигателем (ЭСУД) можно разделить на 4 алгоритма в зависимости от функции, которую обеспечивает алгоритм, т.е.:

- алгоритм приготовления топливовоздушной смеси;
- алгоритм воспламенения рабочей смеси;
- алгоритм обратной связи;
- алгоритм обеспечения экологического контроля.

Преимущества данного подхода к структуризации ЭСУД заключается в том, что отсутствует привязка к конкретным структурным единицам таким, как датчики и исполнительные механизмы, которые в зависимости от режима работы двигателя и конкретной комплектации двигателя будут достаточно сильно отличаться хотя и выполнять одну и ту же функцию. Также часто трудно отнести некоторые элементы ЭСУД к той или иной системе конструктивно. Кроме того, сложно рассматривать ЭСУД отдельно от среды воздействия, которую необходимо включать в процессы работы системы управления.

Каждый алгоритм работы будем рассматривать с точки зрения влияния неисправностей элементов, выполняющих данный алгоритм на систему параметров в зависимости от способа нагрузки на двигатель. Алгоритм работы состоит из контуров ЭСУД, которые выполняют этот алгоритм. Контур характеризуется однообразной средой на которое производится воздействие по средствам исполнительных

механизмов и контроль, за которой осуществляется при помощи датчиков. В свою очередь каждый контур состоит из систем. Каждая система выполняет какую-то одну задачу. Поэтому такие системы можно назвать одномерными системами или функциональными системами.

Например, топливный контур в системах с распределенным впрыском предназначен для подачи топлива в топливную рампу с последующим впрыском топлива в необходимый момент в выпускной коллектор двигателя. Таким образом, в состав топливного контура будет входить две функциональные системы: система подачи топлива и система впрыска топлива.

Основным параметром топливного контура является длительность впрыска топлива. Параметром системы подачи топлива является давление топливного контура, а для системы впрыска топлива параметром является баланс производительности форсунок.

Воздушный контур системы предназначен для обеспечения процесса газообмена в двигателе. Основным параметром этого контура является нагрузка на двигатель. Под нагрузкой будем понимать массу топливоздушного заряда смеси попавшей в цилиндр двигателя. От этого параметра зависит сила воздействия на днище поршня и на всю кинематику кривошипно-шатунного механизма.

Воздушный контур состоит из таких функциональных систем как система дросселирования воздуха, система определения режима работы, система улавливания паров топлива, система подачи воздуха в выпускной коллектор, система изменения фаз газораспределения, система изменения длины выпускного коллектора, система контроля каталитического нейтрализатора.

Контур искрообразования предназначен для формирования искры между электродами и своевременной ее подачи. Основным параметром этого контура является Угол замкнутого состояния контактов. Этот контур состоит из функциональной системы подачи искры и системой горения искры. Функциональная система подачи искры характеризуется таким параметром как угол опережения зажигания. Параметром функциональной системой искрообразования является время горения искры.

Заключение. Таким образом, любую систему управления автомобилем можно рассмотреть, как систему автоматического регулирования в которую входят следующие элементы: объект; регулятор; исполнительный механизм (привод); датчики; каналы связи. Кроме того, структурировать систему автоматического регулирования удобно по выполняемой основной функции. В рамках этого подхода систему управления можно разделить на алгоритмы в зависимости от функции, которую обеспечивает каждый алгоритм. В свою очередь каждый алгоритм в рамках данного подхода делится на контуры, а контуры на системы, которые характеризуются одним параметром. Такой подход упрощает поиск неисправностей при диагностике автомобиля. При этом каждую систему можно рассматривать отдельно, что позволяет упростить процесс изучения ее устройства и возможных неисправностей в процессе эксплуатации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баженов, Ю.В. Основы теории надежности машин: учебное пособие для вузов / Ю.В. Баженов. М.: ФОРУМ, 2014. – 320 с.
2. Баженов, Ю.В. Поддержание надежности электронных систем управления двигателем в эксплуатации / Ю.В. Баженов, В.П. Каленов // Электроника и электрооборудование транспорта. – 2016. – № 2. – с. 2-5.
3. Тюнин, А.А. Диагностика электронных систем управления двигателями легковых автомобилей: учебное пособие / А.А. Тюнин. М.: Солон-Пресс, 2017. – 352 с.