

УДК 629.114.2

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ИСКРОВОГО ЗАЖИГАНИЯ ДВС

Шатилов Олег Игорьевич

студент

Алехин Алексей Викторович

Alekhinal@bk.ru

кандидат технических наук, доцент

Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

Аннотация. В статье представлены типы систем зажигания, проведён анализ их конструкций, а также перспективные направления их развития.

Ключевые слова: система зажигания; электроника; искра; ионизация, лазер, эффективность.

Все характеристики системы зажигания определяются используемым в ней видом модуляции, который, в свою очередь, определяет сложность, надежность и затраты на ее изготовление и эксплуатацию. Определяющим фактором в совершенствовании любой системы является переход от аналоговых видов модуляции к кодовым. В электромеханических системах используется исключительно аналоговая (амплитудная) модуляция (АМ). Частотно-временные виды модуляции с непрерывным носителем информационного параметра (ЧМ, ФМ, ВМ), а также с дискретным (импульсным) носителем (ЧИМ, ФИМ, ВИМ, ШИМ) позволяют значительно улучшить характеристики системы управления. И только используя кодовые виды модуляции (КМ, КИМ), можно получить предельные параметры системы управления. В настоящее время в системах зажигания широко применяется амплитудная кодово-импульсная модуляция (АКИМ) [1, 2].

Она не имеет механических контактов, а потому ее также можно назвать бесконтактной. Электронное зажигание является частью системы управления двигателем.

В этой системе практически не существует потерь напряжения, так как работа каждой свечи не зависит от работы других свечей. Кроме того в этом случае осуществляется точная подстройка угла опережения зажигания непосредственно в каждом цилиндре, что позволяет осуществлять полное сжигание топлива снижая тем самым выброс вредных веществ в атмосферу.

Помимо базовых элементов электронная система зажигания включает [1, 3, 4]:

Входные датчики. Они регистрируют данные о текущем режиме работы мотора и подают их в виде электронных сигналов блоку управления.

Электронный блок управления. Он выполняет обработку сигналов и передает соответствующие команды на воспламенитель.

Исполнительное устройство, или воспламенитель. Фактически является транзисторной платой, обеспечивающей в открытом режиме поступление напряжения на первичную обмотку, а в закрытом - отсечку и формирование

высокого напряжения на вторичной обмотке катушки.

Такие системы могут оснащаться одной общей (в конструкциях с распределителем), индивидуальными (при подаче энергии прямо на свечу) или сдвоенными катушками зажигания.

Разновидностью электронной системы является микропроцессорная. В ней применяется целый комплекс датчиков, сигналы которых обрабатываются ЭБУ. Он рассчитывает оптимальный режим работы системы в заданный момент времени. Преимуществами такой конструкции является снижение расхода топлива и улучшение динамических характеристик автомобиля [3, 5].

Рассмотрим в упрощенном виде механизм формирования шнура пробоя. В общем случае газы и их смеси являются идеальными изоляторами. Но в результате действия ионизирующего космического излучения в воздухе всегда присутствуют свободные электроны и соответственно, положительно заряженные ионы – остатки молекул. Поэтому, если газ разместить между двумя электродами и подать на них напряжение, между электродами возникнет электрический ток. Однако величина этого тока очень незначительна вследствие малого количества электронов и ионов [2, 6, 7].

Рассматриваемый вариант является идеальным. Между плоскими электродами, находящимися на малом расстоянии друг от друга, формируется однородное электрическое поле. Однородным называют поле, напряжённость которого в любой точке остаётся неизменной. Внутри искрового промежутка электроны движутся к положительно заряженному электроду, получая ускорение вследствие действия на них электрического поля. При определенном значении напряжения на электродах приобретенной электроном кинетической энергии становится достаточно для ударной ионизации молекул.

Таким образом, процесс идет по нарастающей и ионизация в газе быстро достигает очень большой величины. Это явление вполне аналогично снежной лавине в горах, для зарождения которой бывает достаточно ничтожного комка снега. Поэтому и описанный процесс был назван ионной лавиной. В результате между электродами возникает значительный электрический ток, который

создает сильно нагретый и ионизированный канал. Температура в канале достигает 10000К. Напряжение, при котором возникает ионная лавина, и есть ранее рассмотренное напряжением пробоя. После пробоя сопротивление канала стремится к нулю, сила тока достигает десятков ампер, а напряжение падает. Первоначально процесс протекает в очень узкой зоне, но вследствие быстрого роста температуры канал пробоя расширяется со сверхзвуковой скоростью. При этом образуется ударная волна, воспринимаемая на слух как характерный треск [2, 4, 6].

Для гарантированного возгорания стехиометрической смеси (в которой окислителя ровно столько, сколько необходимо для полного сгорания топлива) [8] энергия искры должна составлять 10–20 мДж. Продавить искру в переобогащённой или обедненной смеси гораздо труднее. Напряжение пробоя в такой среде нарастает с 17 до 25 кВ и выше, поэтому для образования факела требуется не менее 100 мДж энергии. Но чем выше мощность и температура разряда, тем быстрее разрушаются электроды: каждое срабатывание свечи лишает их части материала, из которого они сделаны. Самый эффективный (и самый дорогой) способ борьбы с этим явлением - использование очень тонких электродов с тугоплавкими элементами из платины или иридия [2, 4, 9]

Инженеры американской корпорации Federal-Mogul считают, что будущее систем зажигания будет связано с инициацией процесса управляемого взрыва химическим способом. В основе технологии Advanced Corona Ignition System (ACIS) лежит принцип химического пробоя ионизированного газа посредством высокочастотного электрического поля. Иными словами, ACIS - это коронный разряд, известный, как огни святого Эльма.

Ведущий разработчик технологии ACIS Крис Микселл утверждает, что корона обеспечивает надежное сгорание обедненных смесей при добавлении к воздуху 40% и более отработанных газов. Химический пробой способствует снижению образования окисей азота (минус 80%) и углекислоты (минус 50%), повышает экономичность (10% на тестовом двигателе). Еще одно преимущество короны перед искрой, по словам Микселла это крайне медленная

деградация электродов из-за сравнительно низких температур разряда. А вот потребление мощности у ACIS на 30 - 50% выше, чем у обычного зажигания [2, 5, 10].

В свечах, которые используются сегодня, есть одна проблема, для сжигания большего количества воздуха и меньшего количества топлива нужна сильная искра. Но если увеличить мощность искры, будут быстро изнашиваться электроды. Идеальным выходом из данной ситуации может быть использование лазеров. У лазеров есть большой плюс по сравнению с обычными свечами зажигания, их можно очень точно настроить: установить нужную мощность, угол зажигания, тем самым увеличив мощность и эффективность процесса сгорания.

Фотохимические, лазерные воспламенители используют явление фотолиза разложения веществ под действием света. Ученые сделали вывод: так как эффективно только ультрафиолетовое излучение, проходящее через окно воспламенителя, то причиной воспламенения являются атомы кислорода, возникающие при диссоциации его молекулы.

Японские инженеры уже разработали керамические лазеры диаметром 9 мм специально для двигателей внутреннего сгорания. Такие нововведения будут достаточно эффективны и не требуют серьезных доработок в существующих двигателях [2, 3, 5, 11].

Таким образом, развитие электроники на современном этапе ведет к объединению систем управления зажиганием и топливоподачей двигателя, а также коробкой перемены передач и сцеплением.

Список литературы:

1. Комплекс машин для маточников вегетативно размножаемых подвоев и интенсивного сада / А.И. Завражнов, К.А. Манаенков, В.Ю. Ланцев, В.В. Хатунцев и др. //Достижения науки и техники АПК. - 2009. - № 1. - С. 49-52

2. Автомобильное зажигание: необычные системы. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.porrmec.ru/vehicles/12627-avtomobilnoe-zazhiganie-neobychnye-sistemy>
3. Секреты высоковольтного пробоя [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://chiptuner.ru/content/pub_27
4. Лубянкин, А.Н. Альтернативные виды топлива для повышения экологичности автомобильного двигателя / А.Н. Лубянкин, А.В. Алехин // В сб.: Приоритетные направления развития садоводства (I Потаповские чтения): материалы Национальной научно-практической конференции, посвященной 85-й годовщине со дня рождения профессора, доктора сельскохозяйственных наук, лауреата Государственной премии Потапова Виктора Александровича. – Мичуринск: Мичуринский государственный аграрный университет, 2019 – С. 63-65.
5. Перспективы. Новые технологии в двигателях внутреннего сгорания [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://vuzlit.ru/963847/perspektivy_novye_tehnologii_dvigatelyah_vnutrennego_sgoraniya
6. Фирсов, П.В. Современные системы управления механизмами газораспределения двигателя внутреннего сгорания / П.В. Фирсов, Н.А. Эйден, А.В. Алехин // Наука и Образование. – 2019. – Т. 2. – № 4. – С. 121.
7. Хрусталева, Д.А. Перспективы применения двигателя с внешним подводом теплоты / Д.А. Хрусталева, А.В. Алехин // Наука и Образование. – 2019. – Т. 2. – № 4. – С. 255.
8. Распределение и система зажигания двигателя. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://yandex.ru/turbo/vk-sto.by/h/blog/raspredelenie_i_sistema_zazhiganiya_dvigatelja/2020-05-02-197
9. Консервация машин для разбрасывания пескосоляной смеси / В.И. Горшенин, В.Ю. Ланцев, С.В. Соловьев, [и др.] //Наука и Образование. – 2019. – Т. 2. – № 1. – С. 45.

10. Каданцев, С.Н. Пути снижения экономических показателей автомобильного транспорта / С.Н. Каданцев, А.Г. Абросимов // Наука и Образование. – 2020. – Т. 3. – № 2. – С. 11.

11. Analysis of the characteristics of natural gas as fuel for vehicles and agricultural tractors / Al-Maidi A.A.H., Rodionov Y.V., Nikitin D.V., Chernetsov D.A., Vdovina E.S., Mikheev N.V. // Plant Archives. - 2019. - Т. 19. - С. 1213-1218.

UDC 629.114.2

PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF SPARK IGNITION OF INTERNAL COMBUSTION ENGINES

Shatilov Oleg Igorevich

student

Alyokhin Alexey Viktorovich

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Alekhinal@bk.ru

Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

Annotation. The article presents the types of ignition systems, analyzes their designs, as well as promising directions for their development.

Key words: ignition system; electronics; spark; ionization, laser, efficiency.