

1. http://www.ptc.com	9. www.iti.de
2. http://www.paracomtech.ru	10. http://www.spbstu.ru
3. http://www.dassault-systemes.com , http://www.catia.spb.ru	11. http://matlab.exponenta.ru
4. http://www.ugs.com	12. http://rrc.dgu.ru
5. http://www.consistent.ru	13. http://www.exponenta.ru
6. http://www.mssoftware.ru , http://www.csoft.ru	14. http://www.tflex.ru
7. http://www.autocad.ru	15. http://www.solidworks.ru
8. http://www.csoft.ru	

УДК 621.4Д23

Лихтарович Е.С., Присевок А.Ф.

СИСТЕМА БЕНЗОВОДОРОДНОГО ПИТАНИЯ ДВС С ИСКРОВОМ ЗАЖИГАНИЕМ И ПУТИ ЕЕ МОДЕРНИЗАЦИИ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Аннотация

Разработана система бензоводородного питания ДВС с искровым зажиганием. Применение данной системы снижает расход горючего и значительно понижает содержание токсичных составляющих в выхлопных газах двигателей. Повышает моторесурс двигателя.

Введение. Для обеспечения высоких мощностных, экономических и экологических показателей ДВС, необходимо совершенствовать процесс сгорания топливовоздушной смеси. Важную роль здесь играет смесеобразование, т.е. подготовка топливовоздушной смеси, ее состав, равномерность распределения по цилиндрам, степень испарения, вихревое движение заряда, температура, количество остаточных газов.

В горящей луже с бензином яркое пламя первой вспышки тотчас сменяется густым, темным дымом. Никогда лужа не горит красивым голубым пламенем, как бензиновая горелка, хороший примус или паяльная лампа, потому что после вспышки продукты сгорания мешают притоку свежего воздуха, она настолько богата топливом, что последнее горит медленно, сгорает плохо, не полностью.

В отличие от лужи с ее "неорганизованным" пламенем, состав смеси, сгорающей в примусе, паяльной лампе, во всех двигателях внутреннего сгорания, а также газотурбинных, ракетных и так далее, регулируемый: бензин, керосин, дизельное или ракетное топливо смешивается с окислителем (кислородом воздуха, жидким кислородом, азотной кислотой и др.) в строго определенных соотношениях. Горючая смесь состоит из бензина и воздуха, в которой на 1 кг паров бензина приходится 15 кг воздуха (со стандартным содержанием в нем кислорода), принято называть нормальной. Если на ней работает двигатель вашего автомобиля, его мощность достаточно высока при неплохой экономичности.

Уменьшим поступление воздуха до 12,5-13 кг. Смесь, как принято говорить, обогатится (бензином) - станет так называемой мощностной, потому что, сгорая в цилиндрах наиболее быстро, создает максимальное давление на поршни, а значит, высокую мощность. Правда, экономичность ухудшается довольно ощутимо, на 15-20% в сравнении с "идеалом". Если стремиться к экономичности, воздуха к смеси следует немного добавить - до 16 кг на 1 кг бензина. Такую смесь и называют экономичной. Расход бензина становится минимальным, правда, ценой некоторых потерь мощности - до 8-10% в сравнении с "мощностной". Смесь такого состава принято называть обедненной. Если при сгорании на 1 кг бензина затрачивается лишь 11-12 кг воздуха, смесь называют богатой. Дальнейшее обогащение 5-6 кг

воздуха на 1 кг топлива приводит к тому, что способность смеси к воспламенению ухудшается настолько, что двигатель вообще может остановиться.

Нельзя обеднять смесь беспредельно: когда воздуха больше 20 кг на 1 кг бензина, воспламенение от искры станет ненадежным и может вообще прекратиться. А пока он хоть как-то работает на бедной смеси, нечего ждать не только достаточной мощности, но и, как ни странно, экономичности. Ведь тяговые характеристики машины ухудшаются настолько, что водитель вынужден ее "подхлестывать" - например, переходя на пониженную передачу там, где вчера легко ехал на высшей.

Для регулирования подачи горючей смеси были изобретены систем питания двигателя. В настоящее время на автомобилях применяются следующие типы систем питания двигателя:

карбюраторные системы питания различного типа с одним, двумя и четырьмя карбюраторами;

системы с моновпрыском топлива;

инжекторная система питания;

системы с распределенным асинхронным впрыском топлива.

Карбюраторные системы питания и системы питания с впрыском топлива имеют свои преимущества и недостатки.

Карбюраторные системы питания в автомобильных двигателях применяются давно. Применяют карбюраторы с вертикальным, горизонтальным и наклонным потоком смеси. В серийных автомобилях наиболее широко применяют карбюраторы с вертикальным (падающим) потоком смеси. В сильно форсированных и спортивных автомобильных двигателях широкое распространение получили карбюраторы с горизонтальным потоком смеси. Карбюраторы бывают с одной или несколькими топливными камерами, которые в свою очередь могут работать последовательно или параллельно. В двигателях широкого применения как правило применяют двух- и четырех- камерные карбюраторы с последовательным открытием заслонок вторичных камер, а в горизонтальных карбюраторах спортивных двигателей - карбюраторы с параллельным (одновременным) открытием дроссельных заслонок, организованных таким образом, что впускной канал каждого цилиндра имеет свою камеру карбюратора. Сечение диффузора карбюраторов также может быть постоянным или меняющимся, что позволяет обеспечить постоянную скорость топливовоздушной смеси в карбюраторе.

Преимуществами карбюраторных систем питания является их простота, надежность, хорошая ремонтпригодность в дорожных условиях, способность автомобиля перемещаться своим ходом даже при значительных неисправностях карбюратора, относительно меньшая требовательность к качеству моторного топлива, легкость изменения тарировочных характеристик и регулировки состава смеси, что необходимо при форсировании двигателя, возможность получения неплохих динамических характеристик двигателя, а также относительно невысокая стоимость. Недостатками карбюраторных систем питания являются более высокий расход топлива по сравнению с системами впрыска, худшие пусковые характеристики двигателя при низких температурах и меньшая стабильность достигнутых характеристик, т.е. требуется более частая подстройка.

Системы впрыска топлива используются механические и электронные. Механические системы впрыска топлива во многом аналогичны топливной аппаратуре дизельного двигателя. В связи со сложностью обеспечения требуемых характеристик состава смеси во всем диапазоне оборотов и нагрузки на двигатель, требований к обеспечению норм по токсичности, системы механического впрыска топлива применяются крайне редко. Системы электронного впрыска топлива разделяются на системы с центральным впрыском (или моновпрыском), где топливо впрыскивается во впускной коллектор аналогично работе карбюратора, и системы с распределенным впрыском, где топливо впрыскивается непосредственно на разогретый впускной коллектор. Системы с распределенным впрыском в свою очередь разделяются на системы с асинхронным впрыском, в котором форсунка каждого цилиндра работает по отдельному алгоритму, и системы с синхронным впрыском, в которых все форсунки управляют одновременно, т.е. их управление осуществляется параллельно.

Преимуществами систем впрыска топлива (инжекторных) являются стабильность регулировочных характеристик, хорошие пусковые характеристики двигателя, топливная экономичность. Недостатками этих систем являются относительная сложность подстройки характеристик системы под форсированный двигатель (требуется так называемый "чип-тюнинг"), сложность ремонта таких систем в условиях вне мастерской, что создает большие трудности при эксплуатации или отдельных поездках автомобиля в отдаленных областях, сложность ремонта и диагностики, для которого требуется высококвалифицированный персонал и специализированное оборудование, критичность к качеству моторного топлива, невысокая надежность отдельных компонентов системы впрыска, а также весьма значительную стоимость. Особо следует отметить системы центрального впрыска (моновпрыска) - такие системы по большинству параметров не имеют каких либо заметных преимуществ по сравнению с карбюраторными системами питания, имея при этом существенно меньшую надежность и большую стоимость. Такие системы применяют в основном для выполнения заданных норм токсичности при экспорте автомобилей в страны с заданными требованиями.

Постановка задачи. Существуют двигатели работающие на смесях. Рассмотрим смесь бензина и водорода. Перспективность использования водорода в автомобильном транспорте связана главным образом с экологической чистотой и высокими моторными свойствами.

Использование водорода позволит также устранить один из основных недостатков автомобильных двигателей - резкое снижение КПД (с 30% до 10%) на частичных нагрузках в условиях городской эксплуатации. Водород даже при небольших добавках 1-6% к бензину уже позволяет поднять топливную экономичность на частичных нагрузках на 30-40%. Это достигается благодаря тому, что предельная величина воспламенения для водорода более широкая, чем для бензина. Пределы воспламенения в % по объему для водорода находятся в интервале 4,7 - 74,2, а для бензина - 0,59 - 6,0. Более показательным для пределов воспламенения является пересчет объемных долей на коэффициент избытка воздуха, который соответственно имеет пределы воспламенения: для водорода от 0,15 до 10, для бензина только от 0,27 до 1,7. Особый интерес представляет нижний предел воспламенения, который показывает степень обеднения топливовоздушной смеси. Для водорода предел обеднения смеси в несколько раз больше, чем для бензина. Следовательно, водородное горючее позволяет в более широких пределах регулировать мощность двигателя. Водородовоздушные смеси обладают высокой скоростью сгорания, благодаря чему повышается эффективность рабочего процесса.

Расстояние гашения пламени - толщина пристеночного слоя топливовоздушной смеси, в котором прекращается реакция окисления - для водорода более чем в четыре раза меньше. Это приводит к более полному сгоранию топлива и снижению токсичной части углеводородных составляющих в выхлопных газах. Водород по целому комплексу свойств: широкие концентрационные пределы, высокая скорость сгорания и высокая диффузионная подвижность характеризует себя идеальной добавкой к топливу для ускорения процесса сгорания углеводородных воздушных смесей. Это позволяет повысить топливную экономичность и значительно понизить содержание токсичных компонентов в отработанных газах. Оценка экологической эффективности при добавке только 1% водорода к бензину приведена в таблицу 1.

Таблица 1

Таблица экологической эффективности системы бензоводородного питания ДВС (тысяч тонн)

Состав выхлопных газов	Россия		Земля		Эффект %
	H ₂ = 0%	H ₂ = 1%	H ₂ = 0%	H ₂ = 1%	
CO ₂	92400	74700	1650000	1300000	11,1
CO	9240	3721	165000	66450	55,7
NO _x	3080	2654	55000	47400	5,2
C _x H _x	924	826	16500	14745	1,7

1-6% водорода (H_2) в горючей смеси бензинового двигателя:

- уменьшает токсичность выхлопных газов в 2-20 раз;
- снижает расход горючего на 15 – 24%;
- повышает моторесурс двигателя и его КПД на 40% в режиме городского цикла.

Результаты испытаний подтвердили экологические преимущества водорода. Видно, что значительно понижаются токсичные составляющие в выхлопных газах при понижении расхода бензина.

Теоретическая модель системы бензоводородного питания ДВС. Рассмотрим этап сгорания топливовоздушной смеси. При попадании ее в цилиндр она воспламеняется. Распыленная смесь имеет множество маленьких капелек с различной формой, которые имеют вес, что подтверждается экспериментально (при распылении топлива, через форсунку инжектора она падает вниз). Капли не сгорают полностью, а обгорает только их значительная часть. Оставшееся часть топлива выделяется в окружающую среду. Создан механизм, который превращает топливо из жидкого в газообразное состояние, такой механизм имеет достаточную экономичность, мощность и при этом соблюдает все экологические нормы. Данная система работает как с добавкой водорода, так и без нее. Возможность оснащения турбонаддувом. Имеет широкий диапазон регулирования подачи смеси, как обедненной так и обогащенной. Система питания конструктивно проста и может устанавливаться на двигателя различных производителей.

Заключение. Учитывая важность решения проблемы экологически чистого транспорта для больших городов, определен начальный этап повышения чистоты выхлопных газов двигателей внутреннего сгорания за счет небольших (до 5%) добавок водорода к углеводородному топливу. Для решения этой проблемы разработана система комбинированного бензоводородного питания ДВС. Способствует повышению моторесурса двигателя, повышает мощность, увеличивает КПД ДВС. Конструкция устройства позволяет производить его установку на всех видах бензиновых двигателей.

ЛИТЕРАТУРА

1. А.И. Мищенко. Применение водорода для автомобильных двигателей. Наукова думка, Украина, Киев, 1984 г. 2. СМАЛЬ Ф.В. и АРСЕНОВ Е.Е. Перспективные топлива для автомобилей. Москва, «Транспорт», 1979 г. 3. ГРИГОРЬЕВ Е.Г., КОЛУБАЕВ Б.Д. и др. Газобаллонные автомобили. Москва, «Машиностроение», 1989 г.

УДК 658.51

Горюшкин А.А.

ПРОГРАММНЫЙ МЕТОД ВЫБОРА МИНИМАЛЬНОЙ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ЦИКЛА ОБСЛУЖИВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫМ РОБОТОМ

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
Минск, Беларусь*

Известно, что при автоматизации производства на промышленные роботы (ПР) возлагаются функции, выполняемые человеком при обслуживании технологического оборудования, они берут заготовки, переносят их от одного станка к другому, вставляют и закрепляют заготовки на станках. Длительность цикла – это затраты времени на обслуживание технологического оборудования от первого станка до последнего и возвращение к первому станку. Его длительность зависит от алгоритма обслуживания. Чем меньше длительность цикла, тем выше коэффициент использования оборудования. В прямой зависимости от величины длительности цикла обслуживания ПР технологиче-