

гидромоторах $[p] = 40$ МПа. Полная масса прицепного звена принимается равной 20 тонн.

В результате расчёта получены следующие данные:

- на тяговом режиме при $q_m = q_{m\max}$:
 $D_{\max} = 0,368$; $V_{a\max} = 11,0$ км/ч;
- на транспортном режиме при $q_m = 0,4 \cdot q_{m\max}$:
 $D_{\max} = 0,147$; $V_{a\max} = 30,0$ км/ч.

Данные результаты расчета были признаны перспективными.

Литература

1. Лепешкин А.В., Михайлин А.А., Шейпак А.А. Гидравлика и гидропневмопривод. Ч. 2. Гидравлические машины и гидропневмопривод. Под редакцией А.А. Шейпака. – М., МГИУ, 2007. – 352 с.
2. Шухман С.Б., Соловьев В.И., Прочко Е.И. Теория силового привода колёс автомобиля высокой проходимости. Книга. – М., 2007.
3. Курмаев Р.Х., Коркин С.Н., Крамер А.С. Применение активных колёсных модулей в автопоездах для перевозки крупногабаритных и тяжеловесных грузов. Известия МГТУ «МАМИ». Научный рецензируемый журнал. М., МГТУ «МАМИ», № 2 (14), 2012, с. 160-168.

Улучшение пусковых характеристик бензоэтанольных ДВС на режимах холодного пуска и прогрева

Лавров С.В., Абрамов А.А.
Университет машиностроения
bioethanol_mami@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрены методы улучшения пусковых характеристик двигателей внутреннего сгорания с искровым зажиганием, работающих на бензоэтанольных топливах с различной концентрацией этанола.

Ключевые слова: ДВС, этанол, бензоэтанольная смесь, режим холодного пуска и прогрева.

Непрекращающийся рост мирового автомобильного парка, особенно в городах и промышленных мегаполисах, ведет к глобальному загрязнению окружающей среды вредными выбросами автомобильных двигателей и, соответственно, к критическому загрязнению атмосферы. Кроме того, уменьшаются запасы нефти, а разработка труднодоступных месторождений нефти увеличивает себестоимость добычи, а следовательно, и стоимость сырой нефти.

С точки зрения сокращения запасов нефти и снижения вредных выбросов, большое внимание в последние годы уделяется применению биоэтанола, используемого в качестве альтернативного возобновляемого источника энергии в машиностроении. С энергетической точки зрения преимущества спиртов заключаются главным образом в высоком КПД рабочего процесса и в высокой детонационной стойкости. КПД спиртового двигателя выше бензинового, благодаря чему удельный расход энергии на единицу мощности снижается. Одновременно при использовании спиртов существенно снижается содержание вредных выбросов [1].

В настоящее время в некоторых странах введены в эксплуатацию бензоэтанольные смеси с различным соотношением концентраций биоэтанола и бензина. Так, например, в странах Европы в широкой эксплуатации находятся три вида бензоэтанольных топлив E5, E10, E85. В Бразилии и Аргентине доминируют смеси E20-E100, в США E10, E15 и E85. В России в соответствии со стандартами ГОСТ Р 51866-2002, ГОСТ Р 52201-2004, ГОСТ Р 54290-2010 разрешается выпускать бензоэтанольное топливо с содержанием этанола 5, 10 и 85% соответственно [2].

Одной из основных проблем, препятствующей широкому использованию высококон-

центрированного этанола в России в ДВС с искровым зажиганием, является затрудненный холодный пуск уже при температурах ниже 10 °С вследствие низкого давления насыщенных паров и высокой теплоты испарения бензоэтанольных смесей с высоким содержанием этанола [1].

Поэтому все большее значение приобретает использование различных методов по улучшению холодного пуска бензоэтанольных двигателей.

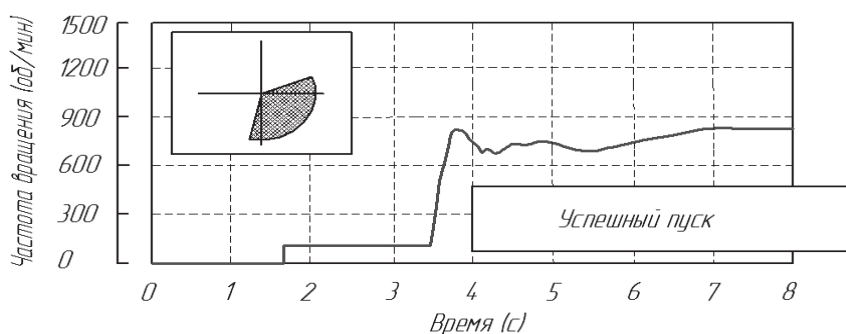
Для решения этой проблемы могут быть применены следующие мероприятия:

- использование на автомобиле двухтопливной системы питания;
- применение системы непосредственного впрыскивания топлива;
- оптимизация положения и конструкции свечи зажигания;
- использование предпусковых подогревателей различных конструкций;
- оптимизация степени сжатия;
- применение механизма изменения фаз газораспределения;
- увеличение частоты вращения коленчатого вала при пуске двигателя;
- оптимизация продолжительности открытия впускного и выпускного клапанов;
- корректировка зажигания;
- повышение давления впрыскивания топлива;
- оптимизация температуры камеры сгорания;
- применение электронной дроссельной заслонки.

В данной статье приведены наиболее оптимальные технические решения, позволяющие улучшить пуск ДВС при низких температурах окружающей среды. Одним из путей решения данной проблемы является оптимизация работы клапанов (например, двигатели компании BMW оснащаются системами Valvetronic) [4]. Подобная система позволяет облегчить холодный пуск за счет управления фазами газораспределения в зависимости от температуры двигателя при пуске.

Суть этой системы заключается в следующем: помимо стандартного распределительного вала используются промежуточный рычаг и эксцентриковый вал. Меняя положение этого рычага при помощи эксцентрикового вала, изменяется продолжительность открытия и ход клапана. Эксцентриковый вал поворачивается с помощью шагового электродвигателя. Управление электродвигателем осуществляет микропроцессор на основании информации о текущем режиме работы двигателя (тепловой, нагрузочный, скоростной).

С механизмом регулируемого движения клапанов



Без механизма регулируемого движения клапанов

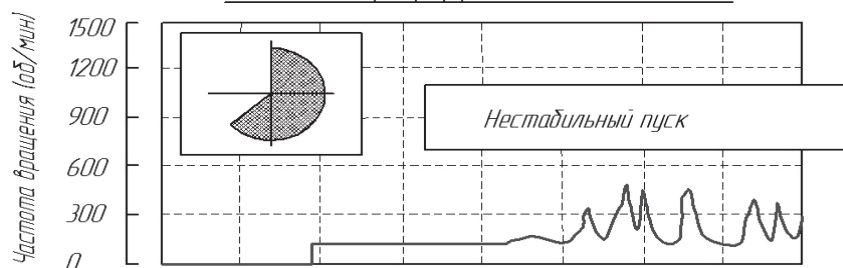


Рисунок 1. Влияние фаз газораспределения на эффективность пуска двигателя

С целью оптимизации фаз газораспределения, с точки зрения обеспечения надежного пуска бензоэтанольных двигателей, авторами была разработана математическая модель рабочего цикла, на которой проводилось исследование влияния диаграммы подъема клапана на эффективность пуска двигателя. По результатам проведенного теоретического исследования было установлено, что оптимальными условиями для поддержания холостого хода при температуре -35°C являются угол открытия впускного клапана, равный 65° п.к.в. после верхней мертвой точки, и угол закрытия впускного клапана, равный 15° п.к.в. после нижней мертвой точки.

При проведении теоретического исследования также изучалось влияние на эффективность холодного пуска двигателя добавки в этанолосодержащее топливо углеродосодержащих элементов. Проведенные исследования показали, что для улучшения пусковых характеристик целесообразно вводить 4-6 % изопентана, 6-8 % диметилового эфира или 10-15 % бутана. Введение данных компонентов обеспечивает быстрый пуск двигателя при температурах окружающей среды до -25°C [1]. Так успешный запуск двигателя осуществляется примерно за 2 секунды. При этом наблюдается снижение выбросов CO и CH на 20-25 %.

Среди более сложных решений повышения эффективности холодного пуска стоит выделить использование предпусковых подогревателей двигателя и топлива различных конструкций и принципов работы. В данной статье рассматривается два варианта подогрева: форсунка с подогревом топливной смеси и отдельная система подогрева воздуха и этанола.

Для подогрева топлива с целью улучшения его испарения может применяться электроподогрев топливной форсунки [4]. В этом случае нагреватель встроен в форсунку и включается при пуске холодного двигателя. Электрическое питание форсунки осуществляется через два контакта 4-контактного электрического разъема. Оставшиеся два контакта обеспечивают подключение к электромагнитному блоку управления, который контролирует напряжение в форсунке с помощью нагревателей релейной защиты и модуля широтно-импульсной модуляции. Реле модуля контролирует напряжение для того, чтобы в случае выхода из строя одного из компонентов системы реле отключило питание нагревателя. Мощность нагрева регулируется блоком управления путем изменения напряжения, подаваемого на нагреватель, и длительности импульса при фиксированной частоте.

Проведенные исследования позволяют заключить, что подогрев этанола в форсунке обеспечивает надежный пуск двигателя при температуре окружающей среды до -20°C . Кроме того, исследования показали 30 % сокращение выбросов HC и CO на режиме холодного пуска и прогрева [4].

Работа второй системы основана на принципе отдельного подогрева этанола и воздуха для сведения к минимуму потерь тепла [3]. Система состоит из подогревателя воздуха – электрической спирали, расположенной в корпусе дроссельной заслонки, – и подогревателя этанола – электрической спирали, расположенной перед входом в каждую форсунку. Производительность и управление всеми электрическими сопротивлениями производится электронным блоком управления (ЭБУ). Воздух и этанол могут подогреваться как одновременно, так и по отдельности, в зависимости от температуры двигателя и окружающей среды, по параметрам ЭБУ. Мощности нагрева воздуха и топлива соответственно 200 Вт и 85 Вт.

Оценка эффективности данной системы проводилась на математической модели прогрева воздуха и этанола. Проведенные исследования показали, что оптимальное время подогрева воздуха составляет 2,4 с, при его движении со скоростью 2,3 м/с, которая соответствует скорости потока во впускном тракте при пуске двигателя. Оптимальное время подогрева этанола составляет 8,0 с. Давление топлива в магистрали принималось равным 0,2 МПа.

Результаты проведенного исследования приведены на рисунке 2.

На представленном графике приведены результаты численного моделирования температур этанола перед форсункой, воздуха на входе в головку блока цилиндров и топливовоздушной смеси перед впускным клапаном. Из графиков видно, что температура этанола на входе в форсунку достигает 46°C , температура воздуха составляет $10,4^{\circ}\text{C}$, а максимальная температура смеси у впускного клапана 14°C . Это означает, что нагретый до 46°C этанол

при впрыске охлаждается, но способствует увеличению температуры воздуха (от 10,4 до 14 °С). Описанный метод позволяет произвести надежный пуск двигателя при температуре окружающей среды до -10°С. Для успешного пуска при более низких температурах необходимо увеличивать мощность нагрева этанола.

В целом проведенные исследования показали, что в бензоэтанольных двигателях проблема холодного пуска двигателя существует, но она решаема. Для облегчения надежного холодного пуска двигателя на нефтеперерабатывающих заводах в зимнее время года в бензин необходимо добавлять изобутан и другие сжиженные углеводородные газы.

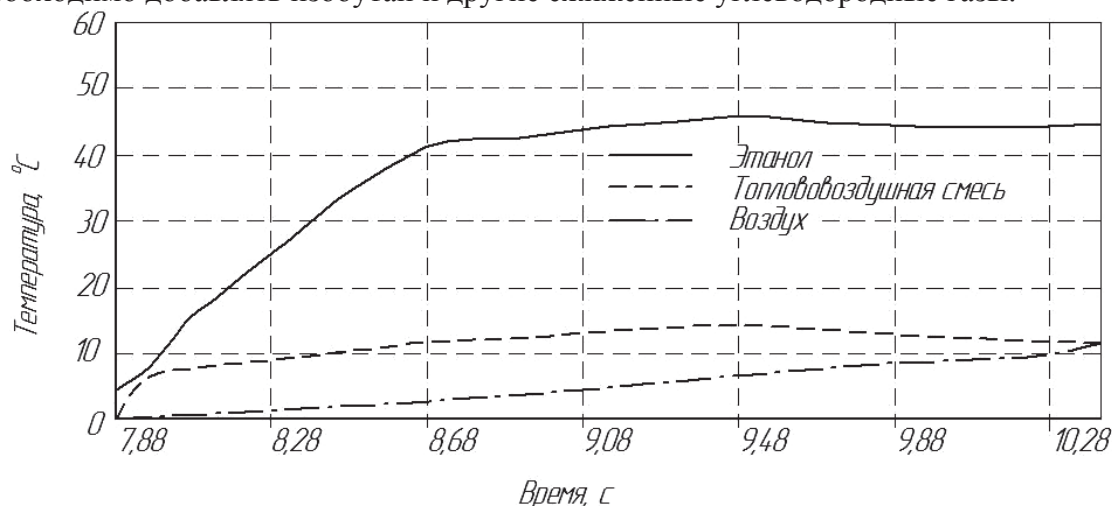


Рисунок 2. График изменения температур

При 10%-ном уровне содержания этанола в топливе не требуется переделка двигателя и на эффективности холодного пуска это практически не сказывается. В двигателях с высокими концентрациями этанола необходимо использовать комплекс мер для улучшения холодного пуска - регулирование диаграммы подъема клапана, подогрев топлива и воздуха, подача дополнительных углеродосодержащих веществ.

Литература

1. Карпов С.А., Капустин В.М., Старков А.К. Автомобильные топлива с биоэтанолом. М., «КолосС», 2007.
2. www.bioethanol.ru Официальный сайт Национальной Биотопливной Ассоциации.
3. Luis Carlos Monteiro, Robinson Ferrari Barbosa, Rudolf Huebner « Numerical and experimental analysis of a cold start system used in flex fuel engines with heating of admission air and ethanol», SAE technical paper series № 2009-36-0300, 2009.
4. Daniel Kabasin, Kevin Hoyer, Rudolf Lamers «Heated Injectors for Ethanol Cold Starts» SAE technical paper series № 2009-01-0615, 2009.

К вопросу исследования колебаний силового агрегата автомобиля

к.т.н. доц. Ломакин В.В., к.т.н. доц. Емельянов А.Е.
Университет машиностроения
8 (495) 223-05-23, ee@list.ru,

Аннотация. В статье приведена расчетная модель силового агрегата автомобиля. Данная модель учитывает колебания силового агрегата автомобиля вдоль и вокруг трех координатных осей, при этом учитывает влияние трансмиссии на общую картину колебаний силового агрегата. Приведено математическое описание расчетной модели силового агрегата на примере легкового автомобиля малого класса.

Ключевые слова: силовой агрегат, колебания, трансмиссия, реактивное звено, расчетная модель.

Многие автомобилестроители мира большое внимание уделяют производству передне-