

МОДЕЛИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ ДВС

Белорусский национальный технический университет,
Минск, Беларусь

Аннотация

Разработана и смоделирована система питания ДВС. Использование данной системы повысит моторесурс двигателя, при этом повысится эффективный К.П.Д. на 11,3% и снизится расход топлива на 0,021 кг/л.с.ч., увеличится количество свежего заряда на 0,04 кгмоль/кг топлива

Загрязнение окружающей среды в результате работы автомобиля обусловлено тремя основными источниками: системой выпуска отработанных газов, системой смазки и вентиляции картера, системой питания. На долю выхлопных газов приходится наибольшая часть (70-80 %) вредных веществ, выделяемых автомобильным двигателем. Камера сгорания двигателя - это своеобразный химический реактор, синтезирующий вредные вещества, которые затем поступают в атмосферу. Даже нейтральный азот из атмосферы, попадая в камеру сгорания двигателя, превращается в ядовитые оксиды азота. В отработанных газах содержится более 200 различных химических соединений, из них около 150 - производные углеводородов, вследствие неполного или неравномерного сгорания топлива в двигателе.

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 движения заряда, температура, количество остаточных газов [1].

Перспективность использования водорода в двигателях внутреннего сгорания (ДВС) определяется его экологической чистотой, неограниченностью сырьевых запасов и хорошими моторными свойствами. Однако, несмотря на указанные преимущества, применение чистого водорода, как альтернативного горючего, ограничено из-за нестандартных габаритов, значительной массы.

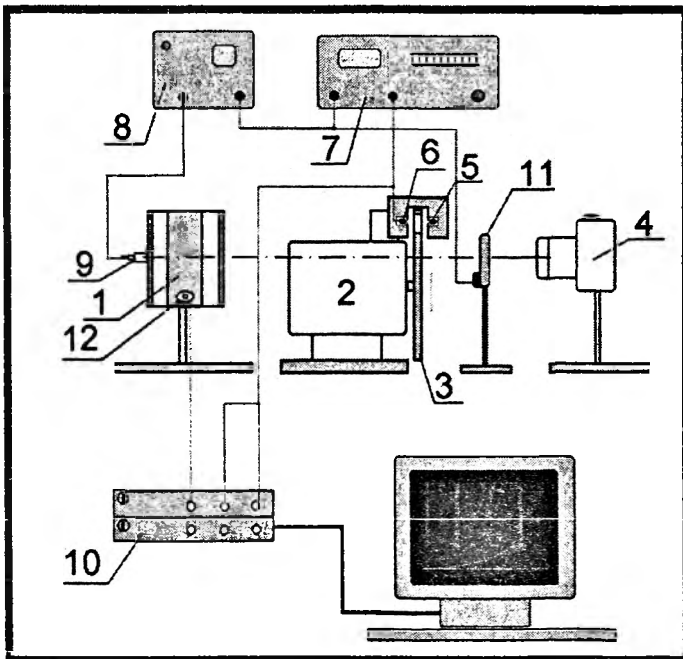


Рис.1 Схема установки модельной камеры сгорания

- 1- камера сгорания; 2 – электродвигатель;
- 3 – диск с одной либо четырьмя щелями;
- 4 – цифровая фотокамера; 5 – светодиод;
- 6 – фотодиод; 7 – источник временных сдвигов;
- 8 – формирователь импульса поджига; 9 – инициатор (свеча);
- 10 – запоминающий цифровой осциллограф;
- 11 – электромеханический затвор;
- 12 – датчик давления

Ситуация упрощается при использовании водорода в небольших количествах совместно с другими горючими для улучшения основных показателей ДВС (уменьшения вредных выбросов, повышения КПД). Исследования направлены на использование водорода в качестве добавки к углеводородным топливам.

Исследования проводились в модельной камере сгорания с внутренним диаметром 80 и высотой 32 мм, один из торцов которой выполнен из кварцевого стекла, (рис.1). Внешний диаметр камеры – 140 мм. Смесь зажигалась от автомобильной свечи в двух вариантах поджига: боковом – свеча устанавливалась в цилиндрической стенке, и центральном – свеча устанавливалась по центру торцевой стенки. Для регистрации динамики изменения давления в процессе горения использовался пьезоэлектрический датчик давления, размещенный в цилиндрической стенке камеры. В ходе экспериментов фиксировались два характерных показателя: максимальное давление P_{max} , развиваемое в камере в процессе горения, и время горения смеси t_r (от момента поджига до достижения давления P_{max}), которые являются, по существу, термодинамическими характеристиками рабочего цикла ДВС.

Визуализация распространения волны горения вдоль диаметра камеры или по ее радиусу (при боковом и центральном поджиге соответственно) осуществлялась методами скоростной фотографии. Положения фронта пламени регистрировались с момента открытия электромеханического затвора цифровой камерой через узкие щели диска, вращавшегося с фиксированной частотой (рис.1).

Задержка времени между поджигом смеси в камере сгорания и моментом первой регистрации процесса горения устанавливалась с помощью генератора временных интервалов, который запускался при поступлении электрического импульса от управляющего светодиода. Импульс с управляющего светодиода использовался также для синхронизации момента поджига с запуском цифрового запоминающего осциллографа, который записывал сигналы с принимающего фотодиода и датчика давления. Число зарегистрированных в процессе горения положений фронта пламени определялось моментом закрытия электромеханического затвора, количеством щелей на диске и частотой его вращения. Расстояния, которые проходил фронт пламени от точки поджига, измерялись при обработке фотографий. Методика расчета текущих значений скорости распространения фронта пламени (скорости горения) в камере представлена в работе [3].

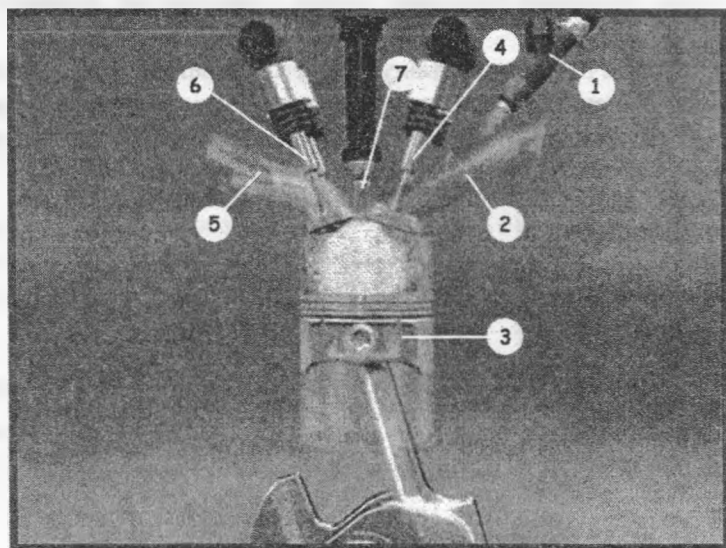


Рис.2 Компьютерная модель работы системы питания ДВС

- 1 – система подачи топлива;
- 2 – впускной коллектор; 3 – поршень;
- 4 – впускной клапан;
- 5 – выпускной коллектор;
- 6 – выпускной клапан; 7 – свеча центрального поджига;

В качестве модельного горючего для углеводородов использовался пропан. Рассматривались стехиометрические и бедные пропановоздушные смеси и смеси пропана с воздухом, содержащие 2 или 4% водорода от объема воздуха (моделирование состава топлива при добавлении водорода в воздушный тракт ДВС). Кроме того, в качестве горючего изучались смеси, соответствующие продуктам реакции неполного окисления пропана:



с указанным в уравнении содержанием азота. Начальная температура смесей составляла 290–300 К.

Изучение процесса воспламенения и горения, позволило разработать компьютерную модель системы питания ДВС (рис 2).

При работе двигателя топливо из топливного бака, попадает в систему подачи 1, где во впускном коллекторе 2 оно уже не в распыленном состоянии, а в газообразном, смешивается с воздухом и при подходе поршня 3, к верхней мертвой точке открывается впускной клапан 4, топливно-воздушная смесь попадает в цилиндр. Сгоревшая смесь падает в выпускной коллектор 5

посредством выпускного клапана 6. Предложенная система позволяет производить добавки водорода к топливу, более 5%.

Произведен тепловой расчет четырехтактного двигателя для легкового автомобиля с разработанным механизмом газораспределения ДВС [4] и системой питания ДВС.

Мощность $N_e = 70$ л. с.; число оборотов $n = 4400$ в минуту; число цилиндров $i = 4$; топливо – бензин с октановым числом 80 следующего состава (по весу): $C = 0,850$ и $H = 0,150$; низшая теплотворная способность $H_u = 10500$ ккал/кг, $m_T = 114$.

Результаты данного расчета: уменьшился ход поршня на 5 мм и диаметр поршня на 8 мм, объем цилиндра на 0,111 дм, повысили при этом эффективный К.П.Д. на 11,3% и снизили расход топлива на 0,021 кг/л.с.ч., увеличили количество свежего заряда на 0,04 кгмоль/кг топлива, при уменьшении числа молей в продуктах сгорания N_2 на 0,0063 кгмоль/кг топлива, PE_2 на 0,0523 кгмоль/кг топлива.

Рассматривая перспективность внедрения описанного технического решения, возможно у любого стандартного бензинового ДВС может быть реализован такой режим работы с минимальными затратами и конструктивными изменениями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лихтарович Е. С. Модернизация системы комбинированного автомобильного питания (СКАП) // Исследования и разработки в области машиностроения, энергетики и управления. Гомель, 2007. С.19. 2. Мигун А. Н., Чернуха А. П., Жданок С. А. Влияние добавок водорода и синтез-газа на характеристики процесса горения бензиновоздушных смесей в условиях, характерных для двигателей внутреннего сгорания / ИФЖ. Т. 79, № 4. Минск, 2006. С. 23-28. 3. Ассад М., Лещевич В. В., Миронов В. Н., Пенязьков О. Г., Севрук К. Л. Горение модифицированных топлив в модели камеры сгорания ДВД // Тепло- и массоперенос–2005. Минск: ИТМО им. А. В. Лыкова НАН Беларуси, 2005. С. 100–105. 4. Лихтарович С. В., Лихтарович Е. С. Механизм газораспределения двигателя внутреннего сгорания. Беларусь, Патент №7955

УДК 674.023

Дулевич А. Ф., Киселев С. В.

ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ УСТАНОВКИ ДЛЯ УСКОРЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ ЛЕНТОЧНЫХ ПИЛ

*Белорусский государственный технологический университет
Минск, Беларусь*

Недостаточная долговечность полотна пилы является одной из основных проблем при эксплуатации ленточных пил в деревообрабатывающей промышленности. Основными причинами потери работоспособности ленточных пил является затупление режущих кромок зубьев и аварийный разрыв полотна пилы. Практика показывает, что в некоторых случаях разрыв полотна происходит уже после 3–4 часов работы, что крайне негативно сказывается как на производительности оборудования, так и на безопасности труда. Поэтому существует необходимость разработки методов и рекомендаций по повышению долговечности полотна пилы, что связано с проведением большого объема экспериментальных исследований. Проведение таких исследований непосредственно на ленточнопильном оборудовании требует больших затрат энергии, рабочего времени и распиливаемого сырья.

Стал актуальным вопрос о необходимости создания экспериментальной установки, максимально воспроизводящей условия работы ленточной пилы на станке. Для создания принципиальной схемы установки, с помощью которой можно было бы провести корректное моделирование условий эксплуатации необходимо определить основные напряжения возникающие в полотне пилы и их характер.

Анализ работы ленточных пил показал, что основными напряжениями вызывающие усталостное разрушение полотна ленточной пилы являются [1,2]: напряжение от предварительного натяжения пильного полотна $\sigma_{нат} = 50–100$ Н/мм² и напряжение от изгиба полотна на шкивах, зна-