

УДК 629.331(075)

ПРЯМОЙ ВПРЫСК ВОДЫ В РАБОЧЕЕ ПРОСТРАНСТВО ДВИГАТЕЛЯ

Е.А.ЕФРЕМЕНКО, А.С.ПРУДНИКОВА
(Представлено: В.В. КОСТРИЦКИЙ)

В статье рассмотрены системы впрыска воды в рабочее пространство двигателя. Выявлены достоинства данной системы, а также влияние на количество вредных выбросов автомобиля.

Введение. Автомобиль на данный момент является одним из основных средств передвижения. Потребитель заинтересован в снижении расхода топлива и повышении мощности двигателя. А также из-за большого количества автомобилей возникает необходимость в снижении вредных выбросов. Поставленные задачи поможет решить впрыск небольшого количества воды в камеру сгорания. Испарение водяного аэрозоля сопровождается снижением температуры в камере сгорания, а наличие большого количества водяного пара в заряде приводит к повышению его теплоемкости. Совместное действие этих двух факторов ведет к снижению температур в локальных очагах горения и сокращению образования оксидов азота.

Прямой впрыск воды обеспечивал оптимальную комбинацию хорошей экономичности и снижение вредных выбросов с выхлопными газами. Это достигнуто одноразовой, относительно невысокой инвестицией и незначительным увеличением эксплуатационных затрат без снижения надежности и фактически без дополнительных требований по размещению оборудования. При этом возможно снижение потребления топлива на несколько процентов (до 13%) без потери мощности и крутящего момента. Экономия возможна на высоких оборотах: например, при резком ускорении или движении по шоссе с высокой скоростью. При этом вредные выбросы CO₂ снижаются на 4%. Наиболее эффективным будет внедрение водяного впрыска для четырёхцилиндровых двигателей. В случаи с двигателями с турбонаддувом возможно увеличение мощности до 5% [1].

В исследовательской работе были рассмотрены методы прямого впрыска воды в рабочее пространство двигателя с целью изучения влияния данной системы на расход топлива и вредные выбросы автомобиля.

Принцип работы: во впускной коллектор двигателя устанавливается форсунка, через которую поступает вода. При работе мотора происходит следующее: вначале во впускной коллектор поступает топливно-воздушная смесь, затем туда же впрыскивается вода, которая охлаждает топливно-воздушную смесь, поступающую в цилиндры. Благодаря тому, что частицы бензина обволакивают микрокапли воды, массовая доля горючего увеличивается, а из-за неиспарившейся жидкости возрастает степень сжатия в камерах сгорания. Скорость горения бензина, смешанного с водой, существенно падает, следовательно, условия, способствующие детонации рабочей смеси возникнуть не могут. Следует помнить, что измененный состав рабочей смеси в цилиндрах двигателя влияет на состав отработавших газов. Так, концентрация углерода и окислов азота существенно снижается, однако увеличивается доля углеводородов. Форсированный таким способом ДВС может периодически работать нестабильно. Чаще всего это происходит при движении с малой скоростью при полностью открытой дроссельной заслонке. Причина в том, что система впрыска настроена неправильно, вследствие чего во впускной коллектор попадает избыточное или недостаточное количество жидкости.

Первоначально впрыск воды применялся для борьбы с детонацией. Однако, как правило, использовался раствор воды и метилового спирта в различных пропорциях. Опытным путем было установлено, что оптимальное соотношение составляет 50/50. Сам по себе раствор играет роль антидетонационной добавки, а форсирование двигателя изначально было побочным эффектом, о котором узнали не сразу. Кроме того, вода является антиоксидантом и препятствует образованию углеродистых отложений в камерах сгорания [2].

В камерах сгорания при впрыске водного раствора метанола происходит:

– Вода обладает высокой теплоемкостью, благодаря чему существенно снижается температура в цилиндрах ДВС.

– Поскольку более холодный воздух сжать намного легче, энергии во время такта сжатия затрачивается значительно меньше, т. е. повышается КПД двигателя.

– Помимо этого, появляется возможность загнать в цилиндры больше воздуха, а вода, испаряясь, создает дополнительное давление, повышая степень сжатия.

– Жидкость попадает в цилиндры в распыленном состоянии, и мгновенно обволакивается частицами бензина, в результате рабочая смесь становится более однородной, хорошо заполняет все доступное пространство, и сгорает более равномерно. Это обеспечивает дополнительный рост КПД и снижает вероятность детонации. Таким образом, мощность ДВС возрастает примерно на 10%.

Что касается метилового спирта, процесс его сгорания протекает с меньшей скоростью, чем у бензина, поэтому рост давления в цилиндрах протекает более плавно, и максимальное значение достигается позже. В результате увеличивается крутящий момент и мощность (рисунок 1).

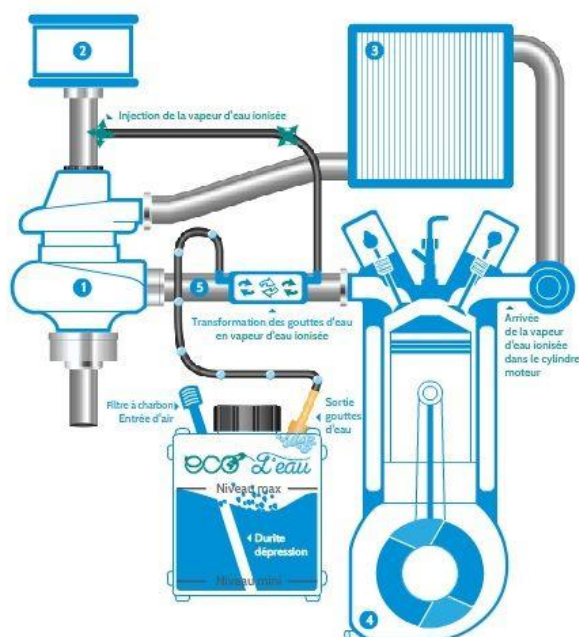


Рисунок 1. – Схема устройства подачи воды в цилиндры двигателя

В идеальном случае наибольшее количество воды должно впрыскиваться на пике момента. Соотношение воды и воздуха должно находиться в пределах от 1/10 до 1/14. При меньшем количестве воздуха рабочая смесь будет сгорать не полностью, о чем просигнализируют «выстрелы» в глушителе, а при недостатке воды может возникнуть детонация [3].

Достоинства:

- снижение температуры впускного воздуха;
- снижение температуры в камере сгорания;
- резкое повышение детонационной стойкости топлива (в том числе некачественного и низкооктанового);
- снижение вредных выбросов на 60-80%;
- повышение мощности на 15-20% и крутящего момента на 25-30%;
- снижение расхода топлива (при правильной настройке ЭБУ);
- очистку камеры сгорания и свечей зажигания.

Недостатки:

- стоимость системы;
- необходимость периодически заправлять дополнительный бачок дистиллированной водой или водно-спиртовой смесью.

Заключение. По итогам исследования можно сделать следующие выводы.

На данный момент прямой впрыск воды в рабочее пространство двигателя является перспективным направлением, которое позволит уменьшить затраты на топливо и увеличить экологичность автомобилей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Коваленко, О. Л. Электронные системы автомобилей: учебное пособие / О.Л. Коваленко; Сев. (Арктич.) федер. ун-т им. М.В. Ломоносова. – Архангельск: ИПЦ САФУ, 2013. – 80 с.
2. Режим доступа: <http://chiptuner.ru/content/sensor/> – Дата доступа: 01.07.2020.
3. Режим доступа: http://injectorservice.com.ua/docs/temperature_sensor_diagnostics.pdf – Дата доступа: 13.08.2020.