

Кривошапов С.И., доцент каф. ТЭСА, канд. техн. наук, доцент
Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

ЭКСПРЕСС ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН ПО РАСХОДУ ТОПЛИВА С ПОМОЩЬЮ СМАРТФОНА

Расход топлива – один из показателей, характеризующего общее техническое состояние транспортного средства. Количество подаваемого топлива в цилиндры двигателя соотносится с количеством воздуха и зависит от: качества наполнения и своевременного воспламенения топливовоздушной смеси, выпуска отработавших газов, теплового состояния и качества смазки деталей двигателя.

Любая передача энергии вызывает трение и потерю энергии, как следствие, повышение расхода топлива. Поступательные и вращательные движения деталей в двигателе, привод вспомогательного оборудования, передача и изменение крутящего момента в трансмиссии, перемещение подрессоренной и не-подрессоренной масс подвески и кузова автомобиля, гистерезисные потери в шинах, состояние рулевого и тормозного механизмов – также влияют на расход топлива.

По данным [1] в среднем только одна десятая часть энергии расходуется на движение автомобиля, а остальная – на нагрев окружающей среды и изменение состояния автомобиля, т.е. безвозвратно теряется. Точное количество полезной энергии и потерь зависит от работы автомобиля: нагрузочного и скоростного режимов движения – веса автомобиля, скорости движения, передаточного числа коробки передач и главной передачи, динамического радиуса колеса.

Современные автомобили оборудованы системой самодиагностирования. Состояние основных параметров работы автомобиля можно получить через диагностический разъем OBD-II (On-board diagnostics). Стандарт предусматривает следующие протоколы передачи данных: ISO 9141-2, ISO 14230 (Keyword Protocol 2000), SAE J1850 VPW, SAE J1850 PWM, ISO 15765-4 CAN (Controller Area Network).

Организация приема и передачи данных через разъем осуществляется диагностическим оборудованием - сканерами. Например, фирма Bosch производить сканеры KTS серии 200, 250, 340, 350, 525, 530, 540, 560, 570, 590, 670, 800 [2]. Это достаточно дорогое оборудование, которое используется на станциях технического обслуживания. Существуют сканеры других производителей.

Водители автомобилей могут использовать недорогие адаптеры, на основе микросхемы ELM327 (микроконтроллер PIC 18F2480 с прошивкой), которая разработана фирмой Elm Electronics. Адаптер является мостом между диагностическим разъемом и компьютером. Существуют исполнение: проводное (USB) или беспроводное (Bluetooth/Wi-Fi). Программное обеспечение и драйверы поддерживает операционные системы Android/iOS/Windows.

В настоящее время в адаптере ELM327 реализовано 9 протоколов: SAE J1850 PWM (41,6 кбод); SAE J1850 VPW (10,4 кбод); ISO 9141-2 (5 бод инициализация 10,4 кбод); ISO 14230-4 KWP (5 бод инициализация 10,4 кбод); ISO 14230-4 KWP (быстрая инициализация 10,4 кбод); ISO 15765-4 CAN (11 бит ID, 500 кбод); ISO 15765-4 CAN (29 бит ID, 500 кбод); ISO 15765-4 CAN (11 бит ID, 250 кбод); ISO 15765-4 CAN (29 бит ID, 250 кбод).

Информация, которая может быть получена через диагностический разъем с помощью адаптера ELM327, зависит от производителя и марки автомобиля. Данные о расходе топлива, скорости автомобиля и частоте вращения коленчатого вала двигателя предоставляет практически все современные автомобили. Путем наблюдения за расходом топлива в процессе эксплуатации автомобиля при определенных режимах движения можно оценить общее техническое состояние автомобиля и предупредить о чрезмерном потреблении топлива.

Для работы с адаптером ELM327 разработаны специализированные программы: Torque Pro, PCMScan Toad Pro, ScanTool AutoEnginuity, OBD II Auto Doctor, Movi Pro, EOBD Facile, EasyOBD, ScanMaster-ELM и др. Их основная функция: считывание кодов неисправности, визуальное представление основных параметров автомобиля, тестирование исполнительных систем. К этим средствам обращаются периодически. Длительное наблюдение за одним или несколькими параметрами, анализ соотношений параметров между собой, выявление рассогласования и постановка диагноза в этих программах не реализовано.

Целью данного исследования является разработка программного обеспечения для непрерывного мониторинга расхода топлива на автомобиле.

Программа устанавливается на смартфоне (smartphone — умный телефон) водителя. Её необходимо запустить перед началом движения автомобиля. Адаптер ELM327 постоянно подключен к OBD II. В процессе работы программа периодически собирает сведения о расходе топлива при определенных скоростях автомобиля или оборотах коленчатого вала двигателя. Полученная информация сохраняется в базе данных на мобильном устройстве.

Отдельный модуль программы анализирует изменение расхода топлива во времени, сравнивает с предельными заданными или расчетными значениями, сигнализирует о превышении расхода топлива относительно нормы. Для расчета эталонных значений расхода топлива можно использовать методику

проф. Говорущенко Н.Я. [3, 4], которая позволяет по техническим параметрам автомобиля рассчитать норму расхода в л/100 км. Также данная методика применялась для корректировки расхода топлива от температуры и давления окружающего воздуха.

Программа создавалась в интегрированной среде Embarcadero® RAD Studio 10.4 на языке программирования Delphi. Эта среда позволяет компилировать программы, которые смогут работать под управлением операционных систем Android, IOS, Windows с 32 или 64 разрядностью [5].

Более 85 % мобильных устройств работают под управлением ОС Android (разработчик Open Handset Alliance и Google). Поэтому программа была разработана и протестирована для смартфона под управлением Android версии 4.2. Связь смартфона с ELM327 реализовано для Bluetooth версии 2.0. Скорость обмена настраивается. В качестве хранилища данных была использована локальная встраиваемая база данных SQLite версии 3.3 [6].

Рабочая зона экрана программы имеет несколько вкладок (режимов): параметры автомобиля; мониторинг данных от ELM327; расчет расхода топлива; работа с базой данных; анализ результата.

Программа хранит технические данные автомобиля, необходимые для расчета расхода топлива. Эти данные можно просматривать и редактировать. Каждому автомобилю присваивает уникальный идентификатор, который заносится в базу. Это позволяет объединять данные с разных устройств в единое хранилище для всех автомобилей предприятия.

В режиме мониторинга на экране смартфона отображаются следующие данные: путевой расход топлива (л/100 км); часовой расход топлива (л/ч); скорость автомобиля (км/ч); частота вращения коленчатого вала (об./мин.); температура воздуха окружающей среды (°C); температура всасываемого воздуха (°C); температура охлаждающей жидкости двигателя (°C); давление топлива в рампе (кПа); абсолютное давление во впускном трубопроводе (кПа); расход воздуха (г/с); абсолютное положение дроссельной заслонки (%); относительное положение дроссельной заслонки (%); атмосферное давление (кПа); температура масла в двигателе (°C).

Регистрация расхода топлива выполнялась только для прогретого двигателя, когда температура охлаждающей жидкости и масла стабилизированы.

Математическая модель [3] связывает расход топлива со скоростью автомобиля $Q(V)$ на режиме установившегося движения. Поэтому, в программе замеряется текущая скорость автомобиля, а расход топлива заносится в базу только тогда, когда скорость не меняется более чем на $\pm \Delta V$ за время t .

Если автомобиль неподвижен с включенным двигателем, то в базу данных заноситься часовой расход топлива и обороты коленчатого вала двигателя, когда $n_{max} - n_{min} < \Delta n$ за время t .

Для каждой записи фактического расхода топлива программа рассчитывает теоретическое значение расхода по методике [3]. Дополнительно необходимо указать степень загрузки транспортного средства.

Соотношение частоты вращения коленчатого вала двигателя и скорости автомобиля, с учетом передаточного числа главной передачи и радиуса колеса, определяют передаточное число коробки передач, необходимого для расчета расхода топлива.

Можно просматривать и удалять записи в базе, настраивать частоту регистрации расхода топлива.

Программа в графическом и табличном виде выдает результат расхода топлива. Определяет характеристику изменения расхода топлива от времени эксплуатации $Q(t)$.

Внедрение систем диагностирования транспортных машин на основе сетевых и компьютерных технологий позволяет оперативно и в удобной для пользователя форме извещать об отклонениях нормального функционирования объекта и наступлении возможных отказах.

Контроль работоспособности автомобиля переноситься на программное обеспечение, встраиваемое в постоянно доступный для водителя смартфон.

Литература

1. Кривошапов С.И. Алгоритм расчета КПД транспортных машин / С.И. Кривошапов, Е.Ю. Говорущенко // Весник ХНАДУ. – 2003. - № 20. – С. 34-36.
2. Официальный сайт дилера по продаже и обслуживанию диагностического оборудования BOSCH [Электронный ресурс] / Bosch. - Режим доступа: <https://www.bosch-kts.ru>
3. Говорущенко Н.Я. Системотехника транспорта (на примере автомобильного транспорта). / Н.Я. Говорущенко, А.Н Туренко. - Харьков: РИО ХГАДТУ, 1998. - 474 с.
4. Говорущенко Н.Я. Новая методика нормирования расхода топлива транспортных машин (метод четырех КПД) / Н.Я. Говорущенко, С.И. Кривошапов. // Автомобильный транспорт : Сб. научн. тр. – 2004. - № 15. – С. 21-25.
5. Осипов Д.Л. Delphi. Программирование для Windows, OS X, iOS и Android. — СПб.: БХВ-Петербург, 2014. — 464 с.: ил. — (Профессиональное программирование).
6. Леонов В. Обучение мобильной разработке на Delphi. - М.: Embarcadero, 2015. — 332 с. — (Проектное обучение).