

УДК 621.4: 629.113.01

Н.В. Гурвич, специалист,
В.С. Ситников, д-р. техн. наук, проф.,
А.М. Теплетчук, инженер,
Одес. нац. политехн. ун-т

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ АККУМУЛЯТОРНЫМИ ТОПЛИВНЫМИ СИСТЕМАМИ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ. ДИАГНОСТИКА И КОНТРОЛЬ ФОРСУНОК

М.В. Гурвич, В.С. Ситников, А.М. Теплетчук.
Електронна діагностика дизельних двигунів з електронним керуванням форсунок. Проведено аналіз роботи паливної системи дизельного двигуна та пошук електронної діагностики її компонентів.

M.V. Gurvich, V.S. Sitnikov, A.M. Tepletchuk.
Electronic diagnostics of diesel engines with electronic ally controlled injectors. The analysis of the diesel engine fuel system operation is carried out, as well as the research of an electronic system for diagnosing its components.

Совершенствование двигателей внутреннего сгорания, включает в себя не только вопросы экономической эффективности двигателя, но и вопросы загрязнения окружающей среды.

Эти проблемы рассматриваются техническими науками как практические предложения и приобретают решающее значение, особенно по отношению к дизельным двигателям.

Повышение требований к увеличению топливной экономичности и снижению эмиссии токсичных компонентов в отработанных газах вместе с требованиями к снижению шумности дизельных двигателей не могут выполняться при использовании топливных систем с механическими регуляторами частоты вращения. Выполнение перечисленных требований возможно только с применением очень высокого давления впрыска, сочетающегося с определенной характеристикой подачи и точным дозированием топлива. С помощью механических систем эти требования выполнить невозможно, поэтому все производители топливных систем стали применять все больше электронных систем. Применение электронных систем позволяет более точно контролировать подачу топлива и поддержку высокого давления. Системой, отвечающей всем требованиям, является аккумуляторная топливная система (АТС) [1].

По сравнению с обычными топливными системами с механическими приводами АТС для дизелей с непосредственным впрыском топлива обеспечивает значительно более высокую адаптацию топливной системы к двигателю и характеризуется:

- широкой областью применения (легковые автомобили с цилиндровой мощностью до 30 кВт/цилиндр; форсированные автомобильные, тепловозные и судовые дизели цилиндровой мощностью до 200 кВт/цилиндр);
- высоким давлением впрыска (до 1400 бар);
- переменным углом опережения впрыска;
- возможностью формирования процесса двухфазного и многофазного впрыска;
- соответствием давления впрыска скоростному и нагрузочному режимам, что делает эту систему экономически выгодной, так как позволяет повысить эффективность двигателя, при этом значительно понизив расход топлива.

АТС включает в себя следующие элементы электронного управления:

- электронный блок управления (ЭБУ) (рис. 1);
- датчик частоты вращения коленчатого вала;
- датчик частоты вращения распределительного вала;
- датчик положения педали акселератора;
- датчик давления наддува;

- датчик давления в аккумуляторе;
- датчик температуры охлаждающей жидкости;
- массовый расходомер воздуха.

Входные сигналы указанных датчиков делятся на *аналоговые*, например, информация о количестве подаваемого в цилиндры двигателя воздуха, температура охлаждающей жидкости двигателя и воздуха на впуске, напряжение аккумуляторной батареи и т.д., которые преобразуются в цифровые через аналогово-цифровой преобразователь (АЦП) микропроцессора электронного блока управления, и *цифровые*, например, сигналы включения/выключения или сигналы цифровых датчиков, таких, как импульсы частоты вращения от датчика Холла, которые могут быть обработаны непосредственно микропроцессором;

Используя входные сигналы датчиков, ЭБУ производит расчет подачи импульсов на форсунки и регулятор давления (рис. 2) [2]. Используя свои выходные сигналы, ЭБУ запускает задающие каскады, которые имеют достаточную мощность для непосредственного управления исполнительными устройствами (приводами). Пуск исполнительных устройств осуществляется по характеристикам соответствующих систем.

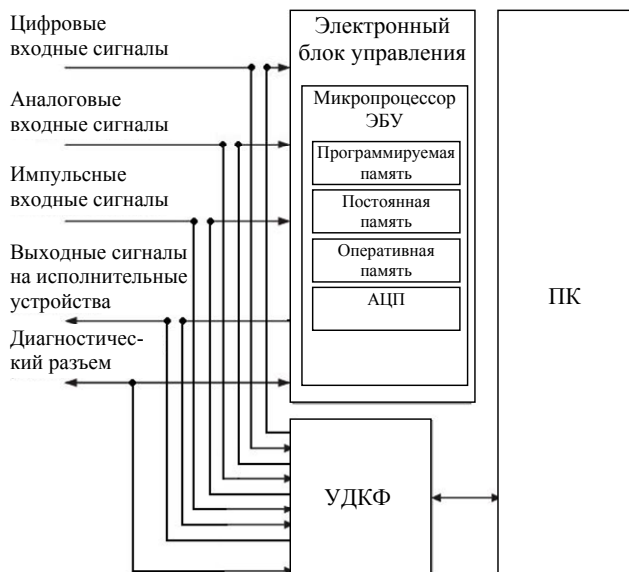


Рис. 1. Блок-схема обработки сигналов в электронном блоке управления с подключенным устройством диагностики и контроля форсунок

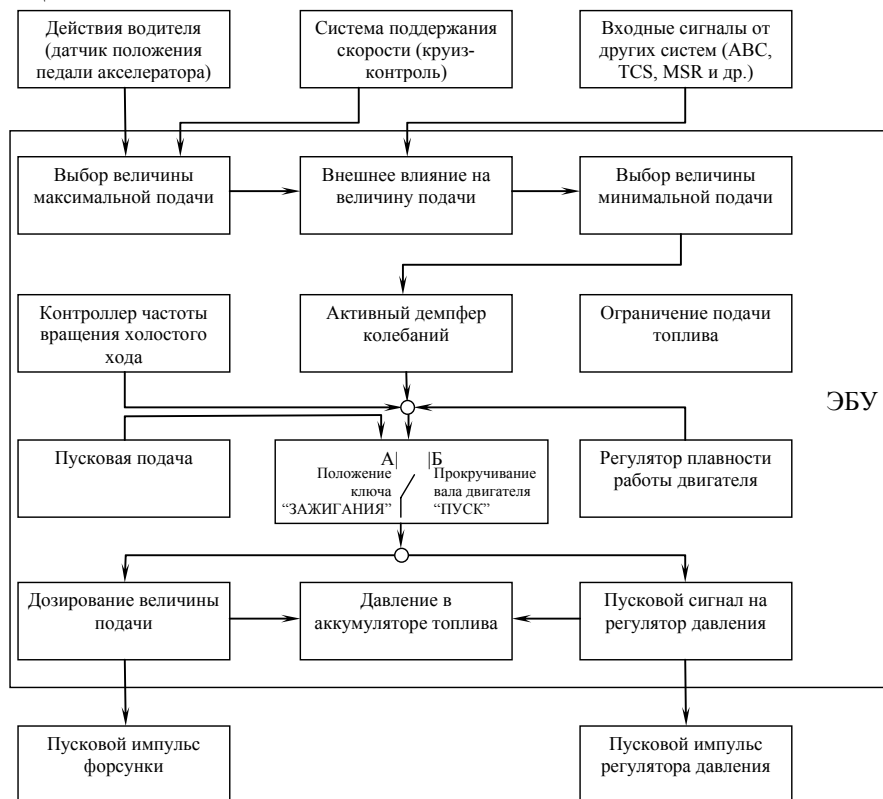


Рис. 2. Блок-схема расчета подачи импульсов в электронном блоке управления

Обработка данных осуществляется в микропроцессоре ЭБУ (см. рисунок 1), для этого используется специальная программа, а полученные данные сохраняются в программируемой памяти (постоянное запоминающие устройство).

Кроме того, в программируемой памяти хранятся запрограммированные характеристики двигателя и программируемые матрицы. Данные калибровочные и данные обработки сигналов, вместе с данными неисправностей, которые появляются во время работы, хранятся в постоянной памяти.

Оперативная память требуется для хранения переменных данных, таких как расчетные или значения сигналов. Для правильного функционирования оперативная память требует постоянного электрического питания. При отключении электрического питания ЭБУ из-за выключения зажигания или отсоединении аккумуляторной батареи все данные оперативной памяти теряются. В таких случаях адаптивные величины, т.е. те, которые касаются двигателя и его рабочего состояния, должны быть восстановлены при включении электронного блока управления в работу. Чтобы предотвратить стирание необходимых данных, адаптивные величины сохраняются в постоянной памяти, а не в оперативной.

ЭБУ выполняет функцию самодиагностики, принцип которой основан на том, что при отклонении какого либо сигнала данная система отключает прием или передачу сигнала в неисправном контуре и записывает в постоянную память микропроцессора код ошибки, в постоянной памяти находится таблица с предусмотренными ошибками. В дальнейшем считать код ошибки можно на станции техобслуживания (СТО), подключив мотор-тестер (МТ) к диагностическому разъему. МТ — специализированное устройство на базе микропроцессорной техники, предназначенное для считывания данных с памяти ЭБУ.

АТС имеет ряд недостатков: высокая чувствительность к качеству топлива и качеству электронных компонентов, зависимость от условий эксплуатации. Самый важный элемент АТС, на который влияют эти недостатки, — форсунка, подающая топливо (рис. 3), поэтому даже незначительное засорение влияет на работу всего двигателя.

В форсунку, содержащую канал 1 возврата топлива, электрические выводы 2 электромагнитного клапана 3, топливо подается через входной штуцер 4 высокого давления и далее через жиклер 6 в камеру 7 гидроуправления и одновременно в канал 8. Камера 7 гидроуправления соединяется с каналом 1 возврата топлива через жиклер 5, открываемый электромагнитным клапаном 3, на который подается импульс с ЭБУ через электрические выводы 2.

Угол опережения впрыска (начало впрыска топлива) и количество впрыскиваемого топлива (величина подачи) регулируются электрическим пусковым сигналом на форсунки, что делает работу АТС более точной по сравнению с механическими.

Практика многих СТО показывает главную проблему рассматриваемой АТС — низкое качество дизельного топлива, что приводит к постоянным поломкам форсунок и, как следствие, повышает расход топлива. Системы самодиагностики не рассчитаны на поломки, загрязнение и заклинивание форсунок и не могут сигнализировать о наличии неисправности в форсунках, а по внешним признакам такие неисправности определить практически невозможно, и к данной проблеме МТ не применим. В случае возникновения в форсунке неисправности ЭБУ компенсирует потери мощности двигателя путем увеличения времени импульса на остальные форсунки, как следствие возрастает расход топлива и выброс вредных веществ в атмосферу.

Недостаток существующих систем диагностики — ограниченность возможностей [3]. Каждое из этих устройств может решать основные задачи: считывание кодов ошибок, их устранение, вывод на экран показаний отдельных, не основных датчиков, измерение их

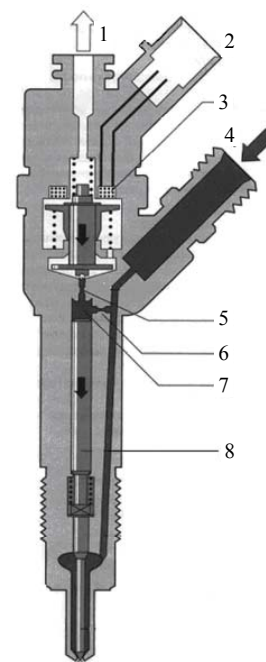


Рис. 3. Форсунка

параметров, активирование отдельных исполнительных механизмов. Они отличаются такими специальными возможностями как перепрограммирование бортового компьютера, форсунок, кодирование ключей и т.д. Эти устройства выпускают автопроизводители, которые ограничены данной маркой автомобиля.

Форсунки не поддаются ремонту, а определить точную неисправность форсунки с помощью существующих средств диагностики практически невозможно, это делает АТС дорогой и проблемной в обслуживании. В связи с этим есть необходимость в поиске альтернативных средств диагностики, позволяющих проводить более детальную диагностику форсунок АТС, не разбирая узлы двигателя, при этом снизив время на определения неисправности, стоимость диагностики и ремонта.

Предлагается устройство диагностики и контроля форсунок (УДКФ) (см. рисунок 1). УДКФ основано на способе определения состояния форсунок — “отключения форсунок”, суть которого состоит в том что, отключая одну форсунку на рабочем двигателе, отключают весь цилиндр, в результате падают холостые обороты двигателя. Резкое и значительное падение оборотов свидетельствует, об исправности форсунки, а о состоянии форсунки можно судить по величине падения оборотов, определенной опытами и исследованиями. Если изменений в работе не произошло, то форсунка неисправна или полностью забита грязью топлива, что не дает ей закрыться. Спустя некоторое малое время после падения холостых оборотов, в результате отключения форсунок ЭБУ пытается компенсировать провалы из-за нерабочего цилиндра путем увеличения времени открытия остальных форсунок, что так же позволяет судить о состояниях форсунок. Форсунка отключается вручную, путем снятия с нее разъема, но поскольку ЭБУ быстро реагирует на изменение в работе двигателя, тяжело зафиксировать величину падения оборотов [4]. УДКФ позволит следить за всеми параметрами, сохранять их значения и проводить более детальный анализ.

УДКФ должно быть транзитным, т.е. должно принимать и пропускать необходимые сигналы, которые принимает и передает ЭБУ. Сигнал проходит через УДКФ на базе микропроцессора на персональный компьютер (см. рисунок 1), с помощью которого оператор может отключать необходимые форсунки и видеть на мониторе все интересующие изменения параметров рабочего двигателя, а так же сохранять их для дальнейшего анализа.

Реализация УДКФ увеличивает точность определения состояния форсунок и других элементов топливных систем, что значительно упростит процесс диагностики.

Хотя основная задача УДКФ — определение состояние форсунок, с его помощью так же можно следить за состоянием любых электронных и электрических компонентов топливной системы, т. к. через него проходят все сигналы, которые принимает и посылает ЭБУ. Это позволит проводить диагностику всего двигателя, поскольку по показаниям датчиков двигателя можно определять не только электронные компоненты, но и состояния механических узлов двигателя путем сравнения идеальных характеристик с характеристиками от сигналов датчиков и других сигналов ЭБУ.

Литература

1. Данов Б.А. Электронные системы управления иностранных автомобилей. — М.: Горячая линия - Телеком, 2002. — 224 с.
2. Дизельные аккумуляторные топливные системы Common Rail: Пер. с англ. — М.: Легион-Автодата, 2005. — 48 с.
3. Ярошенко С. Common Rail в автомобильном сервисе // Сучасна автомайстерня. — Л.: 2006. — № 4(13) — с. 18
4. Грехов А.В. Топливная аппаратура дизелей с электронным управлением. — М.: Легион-Автодата, 2003. — 176 с.

Поступила в редакцию 19 октября 2007 г.