

УДК 621.113.066

ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЕМ

Баженов Ю.В., Каленов В.П.

ФГБОУ ВПО «Владимирский государственный университет им. Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», Владимир, e-mail: bagenovv@mail.ru

Приведены результаты исследования эксплуатационной надежности электронных систем управления двигателем внутреннего сгорания с целью выявления конструктивных элементов, лимитирующих их работоспособность. Проанализированы причины возникновения отказов и неисправностей в элементах современных ЭСУД и способы восстановления их работоспособности. Исследованы характерные признаки возникновения неисправностей ЭСУД, которые приводят к изменению электрических характеристик, нарушению регулировок, потере работоспособности датчиков, их разъемов, предохранителей и проводов. Рассмотрено влияние возникающих повреждений в элементах электронной системы управления на эксплуатационные характеристики двигателя: мощность, расход топлива, выброс вредных веществ в окружающую среду. Для своевременного выявления и локализации возникающих в ЭСУД повреждений предложены методика и алгоритм диагностирования этой системы, использование которых в производственном процессе обслуживания и ремонта позволяет сократить трудоемкость работ и затраты на поддержание автомобилей в технически исправном состоянии. Исследования выполнены на примере электронных систем управления двигателями 1.6 VTi Tiptronic (88 кВт), 1.6 THP Turbo Tiptronic (110 кВт) автомобилей марки Peugeot.

Ключевые слова: диагностирование, элемент, отказ, датчик

DIAGNOSTICS OF ELECTRONIC ENGINE MANAGEMENT SYSTEMS

Bazhenov Y.V., Kalenov V.P.

Vladimir state University named after Alexander and Nicholas Stoletovs, Vladimir, e-mail: bagenovv@mail.ru

The research results of the operational reliability of electronic management systems of internal combustion engine in order to identify the structural elements that limit their performance. Analyzed the causes of failures and malfunctions in the elements of modern electronic engine management systems and how to restore their health. The characteristic features of the control systems malfunctions which lead to a change in electrical characteristics violate regulations, inoperable sensors, their connectors, and fuse wires. The effect of damage occurring elements electronic management system on engine performance: power, fuel consumption, exhaust emissions environment. For early detection and localization of damage occurring in the electronic engine management systems algorithm and the technique of diagnosing the system, the use of which in the production process of maintenance and repair can reduce the volume of work and the cost of maintaining vehicles in good technical condition. The studies were performed on the example of electronic engine management systems 1.6 VTi Tiptronic (88 kW), 1.6 THP Turbo Tiptronic (110 kW) car brand Peugeot.

Keywords: diagnostics, the item, abandonment, sensor

На сегодняшний день практически все выпускаемые двигатели внутреннего сгорания оборудованы электронной системой управления (ЭСУД). Автопроизводители уделяют особое внимание этой системе, так как добиться высокой мощности двигателя при одновременном снижении расхода топлива и выполнении жестких экологических требований возможно только с помощью очень точного и своевременного дозирования топлива и эффективного поджигания топливно-воздушной смеси на всех режимах работы двигателя.

Устройство ЭСУД усложняется с каждым годом, увеличивается число элементов, совершенствуются алгоритмы управления работой двигателя. Но в конструктивных элементах ЭСУД, как и в любой другой системе автомобиля, в процессе продолжительной эксплуатации неизбежно возникают различные отказы и неисправности. Происходит изменение электрических характеристик, нарушение регулировок, потеря

работоспособности датчиков, их разъемов, предохранителей и проводов. Это приводит к существенному ухудшению работы двигателя и при несвоевременном устранении возникающих в ЭСУД неисправностей к полной потере им работоспособности.

Отсутствие в настоящее время обособленных режимов технического обслуживания (ТО) электронных систем управления двигателем приводит к снижению эксплуатационной надежности и значительным затратам на поддержание этих систем в технически исправном состоянии.

В ходе выполненных исследований эксплуатационной надежности электронных систем управления двигателями 1.6 VTi Tiptronic (88 кВт), 1.6 THP Turbo Tiptronic (110 кВт) автомобилей марки Peugeot были выявлены элементы с наиболее часто возникающими отказами и неисправностями (рис. 1).

Как видно из рис. 1, наиболее распространенной неисправностью данной ЭСУД является отказ электронного термостата

(20%). Этот дефект связан с низким качеством материала, применяемого в качестве уплотнителя датчика температуры охлаждающей жидкости, встроенного в термо-

стат. Неисправность устраняется заменой термостата, либо установкой отдельного датчика температуры вместо штуцера прокачки системы охлаждения.

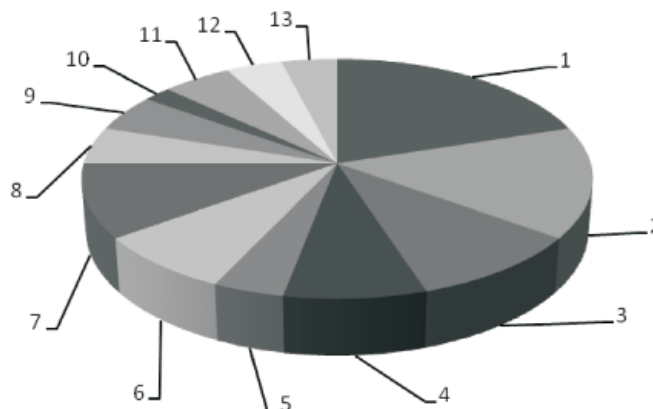


Рис. 1. Диаграмма распределения основных неисправностей электронных систем управления двигателями 1.6 VTi Tiptronic (88 кВт), 1.6 THP Turbo Tiptronic (110 кВт) автомобилей марки Peugeot:

1 – электронный термостат (20%); 2 – свеча зажигания (15%); 3 – электромагнитный клапан системы изменения фаз газораспределительного механизма (ГРМ) (10%); 4 – катушка зажигания (10%); 5 – форсунка (4%); 6 – электронная дроссельная заслонка (8%); 7 – кислородный датчик (10%); 8 – электронасос охлаждения турбокомпрессора (5%); 9 – электроклапан управления давлением наддува (5%); 10 – электроклапан аварийного сброса давления наддува (2%); 11 – каталитический нейтрализатор (5%); 12 – датчик давления наддува (4%); 13 – электродвигатель системы изменения подъема клапанов ГРМ (4%). Неисправности кислородных датчиков (10%) и каталитического нейтрализатора (5%) вызваны низким качеством используемого топлива

На отказы свечей зажигания приходится 15% от общего количества отказов. В большинстве случаев отказ свечей связан с использованием топлива низкого качества либо нарушением периодичности проведения ТО.

Электромагнитный клапан системы изменения фаз газораспределения (10% отказов) предназначен для регулирования давления масла, подаваемого на фазорегулятор распределительного вала. Отказ данного элемента зачастую связан с его загрязнением металлическими частицами, содержащимися в моторном масле.

Для поддержания ЭСУД в работоспособном состоянии необходимо соблюдать определенные условия эксплуатации электронных элементов. Электронные компоненты, жгуты проводов и контакты необходимо поддерживать в технически исправном состоянии. Разъемы датчиков должны быть без следов коррозии, проводка – чистой, чтобы обеспечить передачу сигналов к электронному блоку управления (ЭБУ) без искажений и др.

Кроме рассмотренных выше неисправностей электронной части работоспособность системы управления двигателем зависит от состояния механических и гидро-

механических элементов. Некоторые нарушения технического состояния двигателей или регулировок в его системах вызывают неисправности, ошибочно принимаемые за неисправности элементов системы управления двигателем. Это может быть связано с уменьшением давления в конце такта сжатия, подсосом воздуха, ограничением проходимости системы выпуска, нарушением фаз газораспределения, низким качеством используемого топлива, несоблюдением периодичности проведения технического обслуживания [1].

Электронный блок управления современным двигателем представляет собой цифровой микропроцессор с функцией самодиагностики (рис. 2). При работе двигателя ЭБУ постоянно опрашивает все датчики, исполнительные устройства и при появлении неисправности заносит в свою память код (от двузначного до пятизначного), соответствующий неисправности данного вида.

В результате выполненных исследований эксплуатационной надежности ЭСУД были выявлены основные неисправности этой системы, признаки их возникновения, а также влияние этих неисправностей на работу двигателя (таблица).

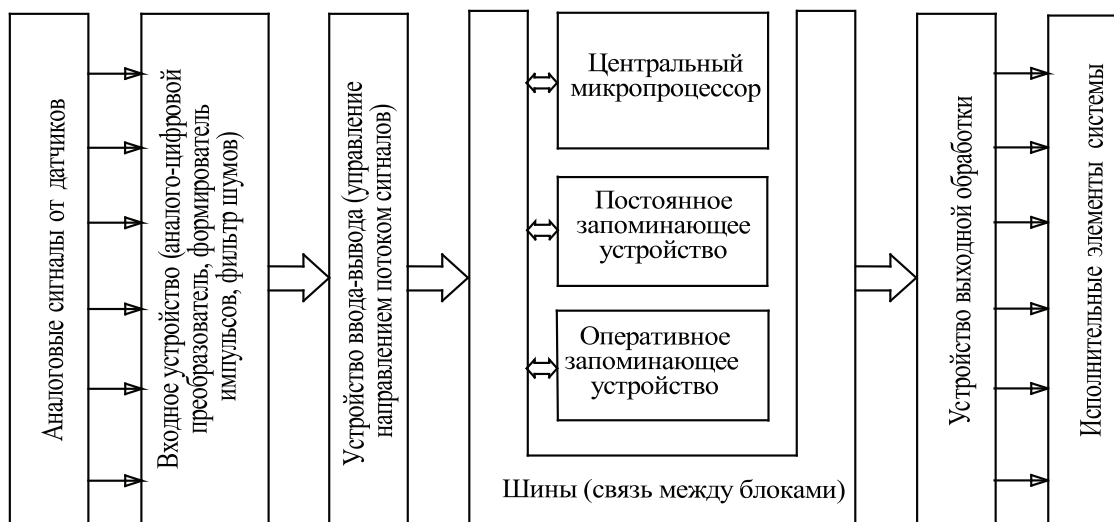


Рис. 2. Структурная схема электронного блока управления двигателем

Основные неисправности элементов ЭСУД

Неисправный элемент	Признаки неисправности	Влияние на работу двигателя
1	2	3
1. Электронный термостат (датчик температуры охлаждающей жидкости)	Стрелка температуры охлаждающей жидкости на панели приборов при непрогретом двигателе в красной зоне. Вентилятор охлаждения работает постоянно на второй скорости. Затруднен запуск двигателя	Электронный блок управления двигателем (ЭБУД) не учитывает показания датчика температуры ОЖ при расчете времени впрыска топлива в цилиндр, ограничивает максимальную частоту вращения коленчатого вала (КВ) до 3500об/мин. Увеличивается расход топлива и выбросы вредных веществ в окружающую среду
2. Свеча зажигания	Двигатель работает неустойчиво, сильные вибрации в двигателе и кузове. Затруднен запуск холодного двигателя	Значительно уменьшается мощность двигателя. Увеличивается расход топлива и выбросы вредных веществ в окружающую среду
3. Электромагнитный клапан системы изменения фаз ГРМ	Двигатель работает неустойчиво на холостом ходу (преимущественно после пуска холодного ДВС)	Незначительно снижается мощность двигателя
4. Катушка зажигания	Двигатель работает неустойчиво, вибрации в двигателе и кузове. Затруднен запуск холодного двигателя	Заметно падает мощность двигателя. Увеличивается расход топлива и выбросы вредных веществ в окружающую среду
5. Электромагнитная форсунка	Двигатель работает неустойчиво, сильные вибрации в двигателе и кузове. Затруднен запуск холодного двигателя	Существенно уменьшается мощность двигателя. Увеличивается расход топлива и выбросы вредных веществ в окружающую среду
6. Электронная дроссельная заслонка	Частота вращения КВ двигателя не поднимается выше 1500 об/мин. Вентилятор охлаждения работает постоянно на второй скорости	Значительно снижается мощность двигателя
7. Кислородный датчик	Двигатель работает неравномерно на холостом ходу	Увеличивается расход топлива и выбросы вредных веществ в окружающую среду

Окончание таблицы

1	2	3
8. Электронасос охлаждения турбокомпрессора	Включается контрольная лампа CHECK ENGINE на панели приборов	На работе двигателя сказывается не значительно. При несвоевременном устранении неисправности сокращается ресурс турбокомпрессора
9. Электродвигатель управления давлением наддува	Ухудшаются динамические характеристики автомобиля	Значительно уменьшается мощность двигателя при движении с частичной или полной нагрузкой. Неоптимальный состав смеси. Увеличивается расход топлива и выбросы вредных веществ
10. Клапан аварийного сброса давления наддува	Снижаются динамические характеристики автомобиля при движении с полной нагрузкой	Значительно снижается мощность при работе с полной нагрузкой на высоких оборотах КВ двигателя
11. Каталитический нейтрализатор	Ухудшаются динамические характеристики автомобиля	Значительно падает мощность двигателя при движении с частичной или полной нагрузкой. Увеличивается расход топлива и выбросы вредных веществ в окружающую среду
12. Датчик давления воздуха во впускном коллекторе	Двигатель работает неустойчиво	Незначительно уменьшается мощность двигателя, неоптимальный состав смеси. Увеличивается расход топлива и выбросы вредных веществ в окружающую среду
13. Электродвигатель системы изменения подъема клапанов ГРМ	Затруднен или невозможен запуск двигателя	Значительно снижается мощность двигателя. Ограничивается частота вращения КВ двигателя

Для своевременного выявления и устранения возникающих в ЭСУД отказов и неисправностей была разработана методика диагностирования этой системы, в соответствии с которой определение технического состояния ЭСУД осуществляется в следующей последовательности.

1. Считывание кодов неисправностей, хранящихся в памяти ЭБУ. Универсальным способом получения кода неисправности является использование специального диагностического устройства (сканера), подключаемого к диагностическому гнезду разъема ЭБУ или к специальному диагностическому разъему, вынесенному в доступное место. После считывания кодов диагност, опираясь на свой опыт либо применяя техническую документацию, определяет наиболее вероятные зоны ЭСУД, в которых предположительно произошел отказ.

2. Контроль переменных (изменяемых) параметров при работе двигателя с помощью сканера и сравнение их с номинальными значениями. Это позволяет получить более конкретную информацию о характере неисправности, причине ее появления.

3. На основе собранной с помощью сканера информации о неисправности с использованием технической документации диагност определяет, какой из элементов системы вероятнее всего неисправен.

4. Проверка предположительно неисправного элемента системы с помощью диагностического сканера путем проведения контрольных тестов.

5. Проверка электрического питания элемента. Не во всех случаях через контрольный тест можно определить, исправен ли тот или иной элемент. В таких случаях необходимо проводить дополнительные проверки: электрического питания элемента, целостность электропроводки, отсутствие коротких замыканий, различного рода помех, механических повреждений и т.д. В некоторых случаях необходима проверка электрического питания датчика, его электропроводки, отсутствие коррозии в электрических соединениях. В современных ЭСУД присутствуют элементы, диагностирование которых затруднено, поэтому в таких случаях определить неисправность возможно только с помощью замены элемента заведомо исправным.

6. Проверка электронного блока управления. Кроме рассмотренных выше отказов датчиков и исполнительных элементов ЭСУД возникают неисправности, связанные с работой самого ЭБУ. При невозможности считывания кодов неисправности, записанных в память блока управления, проверяется электрическое питание блока управления, целостность электропровод-

ки диагностического разъема, отсутствие коротких замыканий и исправность диагностического оборудования. Блок управления двигателем признается неисправным, если

диагностическая цепь исправна, блок управления получает необходимое электрическое питание, отсутствует связь блока управления с диагностическим оборудованием.

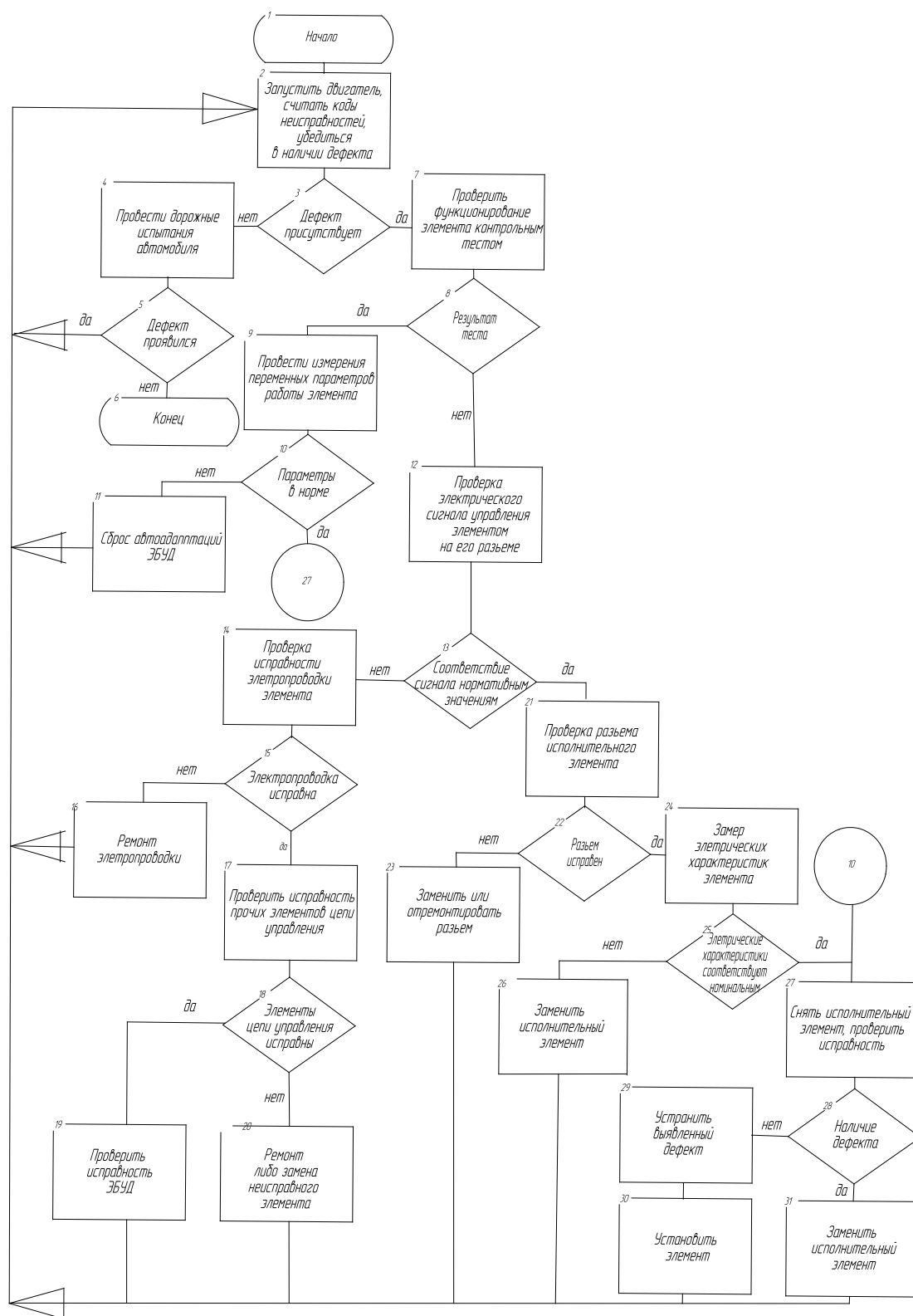


Рис. 3. Алгоритм диагностирования исполнительных элементов ЭСУД

Процесс диагностирования ЭСУД является одним из самых сложных видов работ при техническом обслуживании и текущем ремонте автомобиля, требующим от исполнителя знаний конструкции ДВС, устройства и работы ЭСУД, умения пользоваться диагностическим оборудованием и технической документацией, а также практических навыков в ремонте и обслуживании автомобилей. Как показывает практика, системы самодиагностики автомобилей в настоящее время несовершенны, поэтому вопросы диагностирования и прогнозирования отказов ЭСУД актуальны и требуют дальнейшей проработки и развития.

Для уменьшения трудоемкости диагностических работ был разработан алгоритм поиска неисправностей исполнительных элементов ЭСУД (рис. 3).

Применение разработанной методики диагностирования элементов ЭСУД на станциях технического обслуживания автомобилей позволяет уменьшить трудоемкость диагностических работ, сократить время, затрачиваемое на поиск неисправности, и снизить затраты на поддержание автомобилей в технически исправном состоянии.

Список литературы

1. Диагностика электрооборудования автомобилей и тракторов: учебное пособие / В.А. Набоких. – М.: ФОРУМ; НИЦ ИНФРА-М, 2013. – 288 с.
2. Диагностика электронных систем управления двигателями легковых автомобилей: учебное пособие / А.А. Тюнин. – М.: Солон-Пресс, 2007. – 352 с.

3. Техническое обслуживание и диагностика двигателя внутреннего сгорания: учебное пособие / А.С. Кузнецов. – М.: ИЦ Академия, 2011. – 80 с.

4. Устройства и приборы для проверки и контроля электрооборудования автомобилей. Вып. 3 / А.Г. Ходесевич, Т.И. Ходасевич. – М.: НТ Пресс, 2005. – 208 с.

5. Электрооборудование автомобилей и тракторов: учебное пособие / Ю.П. Чижков. – М.: Машиностроение, 2007. – 656 с.

References

1. Diagnostics of electric cars and tractors : Tutorial / V.A. Nabokikh. M.: FORUM; SIC INFRA-M, 2013. 288 p.
2. Diagnostics of electronic engine control systems of cars : a tutorial / A.A. Tyunin. M.: Solon Press, 2007. 352 p.
3. Maintenance and diagnostics of the internal combustion engine : a tutorial / A.S. Kuznetsov. Moscow: Academy of IC 2011. 80 p.
4. Apparatus and instruments for the verification and control of electrical vehicles. Issue 3 / A.G. Hodesevich, T.I. Hodasevich. M.: NT Press, 2005. 208 p.
5. Electrical equipment of automobiles and tractors: Tutorial / Y.P. Chizhkov. M.: Mechanical Engineering, 2007. 656 p.

Рецензенты:

Кульчицкий А.Р., д.т.н., профессор, главный специалист ООО «Завод инновационных продуктов» КТЗ, г. Владимир;

Гоц А.Н., д.т.н., профессор кафедры «Тепловые двигатели и энергетические установки», ФГБОУ ВПО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых» (ВлГУ) Министерства образования и науки РФ, г. Владимир.

Работа поступила в редакцию 25.04.2014.