СЕКЦИЯ 2: «ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УПРОЧНЕНИЯ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ДЕТАЛЕЙ АВТОМОБИЛЕЙ» И «СОВРЕМЕННЫЕ НЕРАЗРУШАЮЩИЕ МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ АГРЕГАТОВ И СИСТЕМ»

DOI: 10.34220/I TRT2021_64-69

УДК 62-799

Иванников В. А.

доктор технических наук, доцент,
заведующий кафедрой производства,
ремонта и эксплуатации машин
ФГБОУ ВО «Воронежский
государственный лесотехнический
университет имени Г.Ф. Морозова»,
г. Воронеж, РФ

Никулин М. А.

преподаватель кафедры производства,
ремонта и эксплуатации машин ФГБОУ
ВО «Воронежский государственный
лесотехнический университет имени
Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, РФ

Латынин А. В.

кандидат технических наук,
преподаватель кафедры производства,
ремонта и эксплуатации машин ФГБОУ
ВО «Воронежский государственный
лесотехнический университет имени
Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, РФ

Ivannikov V. A.

doctor of technical sciences,
associate professor, head of the
department of production, repair
and operation of machines
"Voronezh State Forestry
University named after
G.F. Morozov", Voronezh, RF

Nikulin M. A.

lecturer of the department of
production, repair and operation of
machines, "Voronezh State
Forestry University named after
G.F. Morozov", Voronezh, RF

Latinin A. V.

candidate of technical sciences,
lecturer at the department of
production, repair and
operation of machines, "Voronezh
State Forestry University named after
G.F. Morozov", Voronezh, RF

ПЕРСПЕКТИВНОЕ СРЕДСТВО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ДАТЧИКОВ ДАВЛЕНИЯ И ТЕМПЕРАТУРЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ГАЗОТОПЛИВНЫХ СИСТЕМАХ АВТОМОБИЛЕЙ

ADVANCED DIAGNOSTIC TOOL PRESSURE AND TEMPERATURE SENSORS USED IN GAS FUEL SYSTEMS OF VEHICLES

Ключевые слова: транспортное средство, газотопливные системы, датчики давления, датчики температуры, средства диагностирования, тестер «МАП-сенсоров».

Аннотация: в статье рассмотрены методы диагностирования датчиков давления газа, абсолютного давления во впускном коллекторе и температуры газа, используемых в газотопливных системах на автомобильном транспорте и приведено перспективное устройства для их диагностирования.

Keywords: vehicle, gas fuel systems, map-sensors, diagnostic tools, MAP-tester.

Annotation: the article discusses methods for diagnosing gas pressure sensors, absolute pressure in the intake manifold and gas temperature used in gas-fuel systems in road transport and provides a project of a device for diagnosing them.

Опыт эксплуатации показывает, что системы впрыска газа IV поколения позволяют обеспечить высокие потребительские характеристики автомобилей при использовании газомоторного топлива, что достигается в большей степени за счет применения сложных алгоритмов управления, основанных на обработке входящих сигналов с датчиковой аппаратуры и бензинового блока управления [1].

Очевидно, что задача газовой системы питания аналогична задаче бензиновой: впрыск топлива под избыточным давлением посредством электромагнитных форсунок. Однако бензин впрыскивается в жидкой фазе, а газомоторное топливо поступает в испарённом виде. Это обуславливает применение различных алгоритмов расчета времени впрыска, имеющих разные входные параметры, что требует использования дополнительной датчиковой аппаратуры, например, датчиков давления и температуры газа [2, 3]. Также газотопливные системы питания имеют собственный индикатор нагрузки на двигатель: датчик абсолютного давления во впускном коллекторе.

Очевидно, что для обеспечения продолжительного срока службы газовой системы питания и для снижения вероятности отказов до приемлемого уровня, необходимо своевременное выявление отклонений в её работе и устранение их причин.

Целью исследования является анализ по доступным отечественным и зарубежным литературным источникам, а также по патентным материалам из открытых баз патентных ведомств существующих методов диагностирования датчиков давления и температуры в составе автомобильных газотопливных систем.

Исследование выполнено на основе изучения научных трудов отечественных и зарубежных ученых и специалистов, областью научной деятельности которых является изучение и внедрение технологических и методологических решений в отношении диагностирования газобаллонных транспортных средств, а также патентных материалов по базам данных российских и зарубежных ведомств, известных литературных источников и информации, полученной в сети Интернет.

В современных автомобильных газотопливных системах применяется устройство, которое традиционно называют «МАП-сенсор» (Manifold Absolute Pressure Sensor), потому что первые их модификации измеряли только давление газа после редуктора-испарителя. Однако, на текущий момент «МАП-сенсор» (рис. 1) включает в себя несколько датчиков, которые измеряют давление газа после редуктора-испарителя, абсолютное давление во впускном коллекторе и температуру газа [4].

Показания, которые блок управления газовой системой топливоподачи получает от датчиков, входящих в состав «МАП-сенсора», используются при корректировании состава газозоудшной смеси (ГВС). Неисправность «МАП-сенсора» ведёт к ухудшению качества ГВС, и как следствие к перерасходу газа, ухудшению динамических характеристик и в случае обеднения ГВС – к прогару выпускных клапанов [5, 7].

Очевидно, что неисправность такого ответственного элемента необходимо диагностировать как можно раньше. В случаях, когда датчик выходит из

строая явно, т.е. показания очевидно ошибочны или отсутствуют, с задачей диагностирования ЭБУ газовой системы топливоподачи справляется сам. Однако, негативный эффект наступает и в случаях, когда данные, приходящие с датчи-

a – PS-02; *б* – PS-04

Рисунок 1 – «МАП-сенсоры»

ка, имеют не столь явные отклонения от реальных значений, а значит, такое состояние также необходимо выявлять при проведении регламентных работ по обслуживанию ГБО [6].

Проверить корректность получаемых от «МАП-сенсора» данных возможно только при помощи сторонних устройств, которые позволят измерить реальные значения давления и температуры газа и абсолютного давления во впускном коллекторе. Примером может служить поверочный комплект (рис. 2) ИКСУ-2012ПК. Однако данный комплект имеет гораздо более широкий функционал, не применимый в условиях технического диагностирования автомобилей, и, следовательно, неприменим для решения рассматриваемой проблемы в виду слишком высокой стоимости [8].

Рисунок 2 – ИКСУ-2012ПК в процессе калибровки датчиков давления

Таким образом, на текущий момент специализированных устройств нет, а очевидное решение использовать заведомо исправный «МАП-сенсор» для сравнения показаний сопряжено с рядом сложностей: для интерпретации показаний и их демонстрации необходим еще один ЭБУ ГБО; сравнение будет производиться диагностом органолептически, без автоматического расчета количественных значений взаимосвязи показаний диагностируемого и заведомо исправного «МАП-сенсоров».

Отсутствие готового оптимального решения для диагностирования «МАП-сенсоров» газобаллонного оборудования – существенный недостаток сформированной на текущий момент системы обслуживания и эксплуатации газобаллонных транспортных средств.

Поиск технических решений, направленных на диагностику датчиков давления и температуры, применяемых в составе автомобильных газотопливных систем, показал, что на текущий момент не существует специализированного средства получения достаточного количества диагностической информации для принятия решения о корректности получаемых от «МАП-сенсора» показаний.

Таким специализированным средством может служить устройство, способное: снимать показания одновременно с двух «МАП-сенсоров» – диагностируемого и заведомо исправного; приводить их к сопоставимым значениям, т.к. характеристики выходного сигнала могут значительно различаться в зависимости от применяемой элементной базы; представлять данные в удобном для анализа виде, т.е. в виде графиков, на которые синхронно выводятся подлежащие сравнению данные, например, как на рисунке 3.

Рисунок 3 – Пример отображения графиков диагностируемого и эталонного датчиков давления газа

Для реализации вышеописанного функционала предлагается следующее схемотехническое решение (рис. 4) на базе микроконтроллера STM32F103C8T6. Данная схема позволит получить сигналы одновременно с

Рисунок 4 – Проект печатной платы тестера «МАП-сенсоров» (размер 56 × 48 мм) двух «МАП-сенсоров», имеющих аналоговые выходы датчиков давления и температуры от 0 до 5 В и вывести их для сравнения на экран персонального компьютера через виртуальный COM-порт – это даёт возможность использовать уже готовые программы-графопостроители типа SerialPortPlotter, что делает устройство независимым от применяемой на ПК операционной системы [9].

Таблица 1 – Список электронных компонентов

№	Обозначение	Кол-во	Артикул	Производитель
1	C3,C4,C6,C7,C8,C10,C11	7	CL10B104KA8NNNC	SAMSUNG
2	C5	1	CL10A105KO8NNNC	SAMSUNG
3	C9,C12,C13,C14	4	0603CG200J500NT	FH
4	C15	1	CA45-C016K107T	Xiangyee
5	C16	1	CA45-C6R3K337T	HX in S&T
6	D6	1	USBL6-2SC6	Yenji Elec
7	H1	1	210S-1*8P L=11.6MM	Ckmtw
8	H2	1	826629-2	TE Connectivity
9	LED1,LED2 (DS, PWR)	2	XL-0603QYGC	KENTO
10	P1	1	2X3 2.54mm IDC Box	BOOMELE
11	P2	1	210S-1*4P L=11.6MM	Ckmtw
12	R15	1	0603WAJ0105T5E	UniOhm
13	R16,R17	2	RC0603FR-07100KL	YAGEO
14	R18,R19	2	RC0603FR-07510RL	YAGEO
15	R20,R21,R22	3	RC0603JR-0710KL	YAGEO
16	R2,R3,R5,R8,R10,R23	6	SY0603JN100RP	SANYEAR
17	R1,R4,R6,R7,R9,R24	6	ERJU6RD2000V	PANASONIC
18	U2 (STM32)	1	STM32F103C8T6	ST
19	U3	1	Micro USB-B 5P_C40942	ValuePro
20	U8	1	AMS1117-3.3	AMS
21	X1	1	X49SD8MSD2SC	YXC
22	X2	1	X803832768KGD4GI	YXC

Список литературы

1. Терелякин, П. Г. Основные факторы, влияющие на стоимость владения газобаллонным автомобилем с подчинённой системой управления / П. Г. Терелякин // Транспорт на альтернативном топливе. Международный научно-технический журнал. – 2011. – № 2 (20). – С. 60-64.
2. Лиханов, В. А. Применение и эксплуатация газобаллонного оборудования : учеб. пособие / В. А. Лиханов, Р. Р. Деветьяров. – Киров : Вятская ГСХА, 2006. – 183 с.
3. Яжиньски, Г. Новое диагностическое оборудование фирмы "ELPIGAZ" для газовых систем питания распределенного впрыска / Г. Яжиньски, Ю. В. Панов // АГЗКТ + Альтернативное топливо. – 2007. – № 1 (31). – С. 34-35.
4. Шишков, В. А. Методы управления рабочим циклом двухтопливных и однотопливных поршневых газовых двигателей внутреннего сгорания с искровым зажиганием : дис. ... д-ра техн. наук : 05.04.02 : защищена 11.02.2014 / В. А. Шишков. – Самара, 2013. – 395 с.
5. Ерохов, В. И. Газобаллонные автомобили (конструкция, расчет, диагностика) : учеб. пособие / В. И. Ерохов. – М : Горячая линия – Телеком, 2012. – 598 с.
6. Гайнуллин, Ф. Г. Природный газ как моторное топливо на транспорте / Ф. Г. Гайнуллин, А. И. Гриценко, Ю. Н. Васильев, Л. С. Золотаревский // М. : Недра, 1986. – 255 с.
7. Васильев, Ю. Н. Транспорт на газе / Ю. Н. Васильев, А. И. Гриценко, Л. С. Золотаревский // М. : Недра, 1992. – 342 с.
8. ИКСУ-2012ПК комплекты поверочные [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.oreks.ru/metrologicheskoe-oborudovanie/iksu-2012pk-komplekty-poverochnye/>. – Загл. с экрана.
9. Serial Port Plotter GitHub project-page [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://github.com/CieNTi/serial_port_plotter. – Загл. с экрана.