

УДК 629.1

ДАТЧИКИ РАСХОДА ВОЗДУХА В ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ. МЕТОДЫ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ

В. И. КРАВЧУК, И. И. ПИЛИПЁНОК
(Представлено: В. В. КОСТРИЦКИЙ)

В статье изучены тенденции в методиках диагностирования датчиков расхода воздуха в электронных системах управления двигателем, перечислены достоинства и недостатки. Представлен собственный метод определения исправности датчиков. Введено понятие условно исправного датчика.

Цель работы: Рассмотреть методики диагностирования датчиков расхода воздуха систем управления двигателями. Разработать методику проверки датчиков.

Датчик расхода воздуха служит для измерения количества (объема или массы) потребляемого двигателем воздуха. Значение массы входящего воздуха, измеренное непосредственно датчиком или рассчитанное блоком управления двигателем по его объему, является одним из базовых параметров в определении длительности открытия топливных форсунок. Датчик расхода воздуха устанавливается после воздушного фильтра перед дроссельной заслонкой.

Методика проверки датчиков. Для проверки датчика массового расхода воздуха необходимо подключиться к сигнальному выводу с помощью щупов осциллографа (мотортестера). Далее выполняем проверку по разработанной компанией Bosch методике. В методику проверки входит три параметра датчика:

1. измерение времени переходного процесса в момент включения зажигания; Для исправного датчика он длится 10–50 мс.

2. измерение значения напряжения выходного сигнала при нулевом потоке воздуха; Для исправного датчика соответствует значение выходного напряжения равное 0,5V–1V.

3. измерение максимального значения напряжения выходного сигнала датчика при резкой перегазовке; Напряжения выходного сигнала исправного датчика массового расхода воздуха сразу после резкого открытия дроссельной заслонки должно кратковременно возрасти до значения не менее 4,0V.

Было выявлено, что даже с малыми пробегами (около 20 тыс. км) параметры, разработанные компанией Bosch, превышают предельные значения. При этом двигатель автомобиля работает без видимых отклонений, т.к. электронная система управления автомобиля позволяет скорректировать его работу. Поэтому нами было принято добавить в алгоритм проверки такой параметр как, соответствие выходного напряжения датчика массового расхода воздуха и желаемого напряжения для электронной системы управления двигателя на разных режимах работы двигателя.

Измерение значения напряжения выходного сигнала датчика при разных режимах работы двигателя. Устанавливается зависимость количества оборотов двигателя и выходного сигнала датчика. Т.е. на оборотах n_1 , датчик должен показывать напряжение m_1 . При изменении оборотов на n_2 , параметры датчика должны изменяться на m_2 .

Понятие условно рабочего датчика. Это такое состояние датчика, когда его параметры соответствуют следующим случаям (рисунок 1):

- три параметра соответствуют заданным пределам—датчик исправный;
- все три параметра не соответствуют норме, датчик считается не исправным;
- один или два параметра выпадают за допустимые пределы, применяем четвертую методику.

Если условия выполняются, то датчик считаем условно исправным, если нет, то не исправным.

Понятие условно рабочего датчика говорит о его сниженной точности измерений, но эти показания отвечают требованиям заложенным изготовителем.

Расчет количества воздуха. Значение напряжение выходного сигнала датчика задается заводом изготовителем. В некоторых случаях из-за рассмотренных выше дефектов это значение может быть не корректным. Чтобы убедиться в корректности выходного сигнала его можно определить при помощи расчета.

Для того чтобы определить необходимую зависимость количества воздуха от напряжения, необходимо рассчитать массовый расход воздуха используя следующие данные:

- объем цилиндра (V);
- частота вращения двигателя (n);
- абсолютное давление в коллекторе (P);
- температура воздуха на впуске ($T_{вп}$);
- удельная масса воздуха (m_{yo});

Для того чтобы определить удельную плотность воздуха необходимо знать температуру воздуха двигателя. Большинство двигателей оборудованы датчиками температуры воздуха на впуске и по этой температуре согласно таблицы данных возможно установить удельную плотность воздуха.

Рабочий объем двигателя, известен.

Частота вращения двигателя определяем при помощи тахометра на приборной панели.

Абсолютное давление в коллекторе определяем с помощью датчика абсолютного давления (ДАД), либо при его отсутствии можно использовать датчик давления разряжения (сторонний).

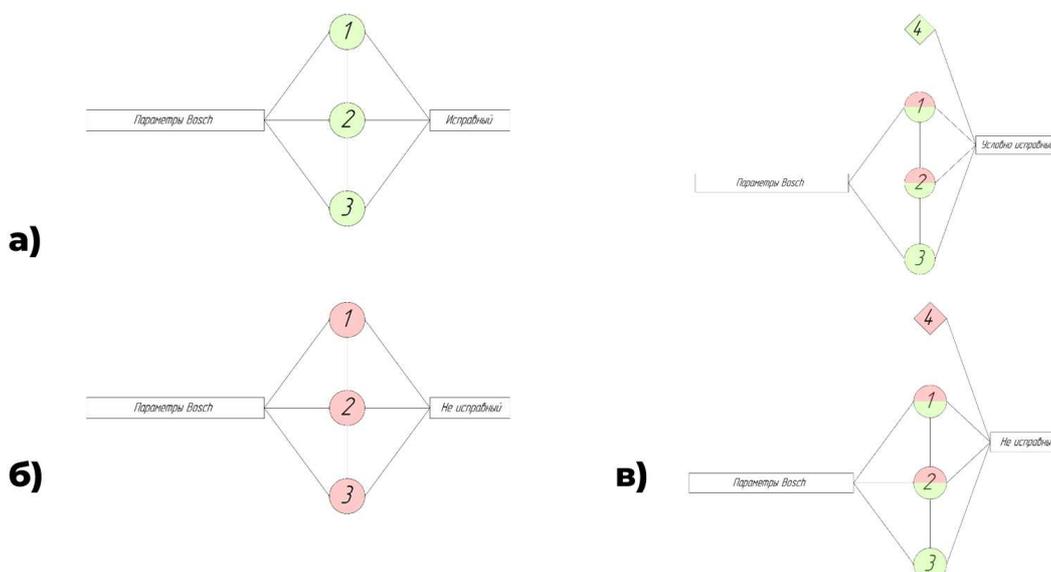


Рисунок 1. – Схема определения исправности датчика

Расчет

Плотность воздуха (ρ)

$$\rho = P \cdot m_{уд} \quad (1)$$

где $m_{уд} = 1,18$ г/л, при $t = 25^\circ\text{C}$; $m_{уд} = 1,29$ г/л, при $t = 0^\circ\text{C}$.

Необходимо рассчитать объем всасываемого воздуха в литрах за один оборот коленчатого вала. Т.к. все цилиндры совершают такой впуск после двух оборотов КВ, при этом зная рабочий объем двигателя, то объем равен:

$$V_B = \frac{V}{2} \quad (2)$$

Затем определяем сколько литров воздуха двигатель перекачивает за минуту, если КВ двигателя вращается с частотой вращения (n)

$$L_{мин} = n \cdot V_B; \text{ л/мин} \quad (3)$$

Далее определяем сколько литров воздуха двигатель перекачивает за секунду:

$$L_{сек} = \frac{L_{мин}}{60}; \text{ л/сек} \quad (4)$$

Определим сколько грамм воздуха поступает в двигатель за секунду

$$m_p = L_{сек} \cdot \rho; \text{ г/сек} \quad (5)$$

В результате мы получаем, что массовый расход воздуха при температуре впуска $t_{вп}$ и абсолютное давление в коллекторе P будет соответствовать рассчитанным значениям.

При помощи полученных и рассчитанных данных, а также графика эталонной зависимости мы определяем эталонное значение напряжения для исправного датчика массового расхода воздуха на заданных оборотах двигателя.

Если измеренное значение при помощи осциллографа и рассчитанное совпадают, то датчик считаем исправным. Допустимая погрешность не более 5%.

Заключение. Датчики расхода воздуха, даже при всей своей низкой ненадежности и дороговизне являются не заменимыми для современных автомобилей, т.к. являются основными. Бензиновые автомобили с системой непосредственного впрыска весьма требовательны к подсчетам количества поступающего воздуха, для правильной работы двигателя в разных условиях и при разных режимах нагрузки.

Необходимую точность могут обеспечить только ДМРВ. Для дизельных автомобилей с системой Common rail, также для корректной работы двигателя необходимо применение таких датчиков.

Поэтому необходимо достаточно точно определять состояние датчика. Методика проверки позволяет это сделать. После проверки становится понятно исправен датчик или нет. Если он находится в условно рабочем состоянии, то точность измерения такого датчика снижена, но погрешность измерения не превышает допустимые значения измерений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кокорев Г.Д. Тенденции развития системы технической эксплуатации автомобильного транспорта/ Г.Д. Кокорев, И.А. Успенский, И.Н. Николов // Сборник статей II международной научно-производственной конференции «Перспективные направления развития автотранспортного комплекса». – Пенза, 2009. – С. 135-138.
2. Датчики массового расхода [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://auto-master.su/42-ustrojstvo-princip-dejstviya-diagnostika-datchikov-massovogo-rasxoda-vozduxa-mass-air-flow-sensor-maf-sensor.html> – Дата доступа: 02.09.2022
3. Датчики расхода воздуха Air Flow Sensors [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://injectorservice.com.ua/air_flow_sensor.php – Дата доступа: 12.09.2022.
4. Принцип работы датчика массового расхода воздуха автомобиля [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://automotocity.com/avtovaz/princip-raboty-datchika-massovogo-rashoda-vozduha.html> – Дата доступа: 19.09.2022.