

## ДАТЧИК МАССОВОГО РАСХОДА ВОЗДУХА

*Всё течет, всё меняется. Эти слова Гераклида можно отнести ко всему в этом мире. В том числе к автомобилю.*

### ВВЕДЕНИЕ

С 1806 года ДВС претерпел много изменений. Но вся суть их сводилась к одному: совершенствование работы силового агрегата. И в этой работе я хочу затронуть всего лишь один небольшой, но очень важный узел ДВС: датчик массового расхода воздуха.

### 1. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Изначально питание двигателя осуществлялось исключительно механическим способом: цилиндры засасывали топливовоздушную смесь, которую приготавливал карбюратор. Количество воздуха устанавливалось путем его регулировки. Однако для более лучшей работы двигателя в конкретной ситуации (изменение давления окружающей среды, низкая температура) необходима и другая топливовоздушная смесь. Приходилось бы постоянно вооружаться инструментами и настраивать карбюратор. И именно для того, чтобы этого не делать, были придуманы много систем формирования смеси. Однако практически во все включался датчик массового расхода воздуха.

Сигнал, полученный как с ДМРВ, так и с других датчиков, к примеру, лямбд-зонд, преобразуется в цифровые данные для вычисления объема топлива, которое необходимо впрыснуть в камеру сгорания для того, чтобы получить так называемое стехиометрическое соотношение бензина и воздуха при работе двигателя под определенной нагрузкой [1].

Забавный факт, что, скорее всего, ни один другой датчик на двигателе не может похвастаться таким богатством имен: МАФ, ДМРВ, расходомер.

Наиболее распространены 3 типа МАФ: нитиевый (проволочный), пленочный, объемного типа с поворотной заслонкой.

Так как последний в настоящее время не используется, рассмотрим первые два. Наиболее распространены так называемые проволочные датчики. Они представляют собой помещенный во впускной трубопровод нагреваемый электрическим током проводник, сопротивление которого сильно зависит от температуры. Чем выше скорость движения окружающей проводник среды, тем больше теплоотдача и ниже температура, а, следовательно, и сопротивление проводника. Таким образом, изменяется сила тока, проходящего в цепи проводника.

Для работы датчика необходима температурная компенсация, которая достигается путем помещения аналогичного проводника в неподвижную среду. Измерение расхода осуществляется путем сравнения сопротивлений этих двух проводников. Датчик, состоящий из одного такого проводника, может служить для измерения температуры.

На рисунке 1 показана типичная электрическая схема проволочного датчика расхода воздуха. Два термочувствительных резистора (проволочки) помещены в поток воздуха, поступающего во впускной коллектор. нагревается током  $I_2$  до температуры, превышающей температуру заборного воздуха на 100...200 градусов.  $R_K$  не нагрет и служит для определения температуры поступающего воздуха. Эти два резистора вместе с образуют измерительный мост.

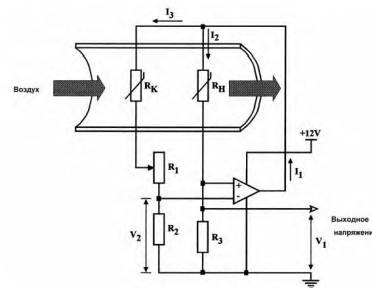


Рис. 1 – Электрическая схема ДМРВ

При постоянном расходе воздуха мост уравновешен и входные напряжения операционного усилителя  $V_1$  и  $V_2$  равны. Если приоткрыть дроссельную заслонку, поток воздуха возрастет, резистор будет сильнее охлаждаться, его электрическое сопротивление уменьшится, увеличится, мост утратит состояние равновесия, выходной ток операционного усилителя увеличится. Рост тока увеличит нагрев, мост вернется в состояние равновесия, но уже при других значениях. Таким образом изменение расхода воздуха оказывается связанным с значением напряжения.

Выходное напряжение датчика не линейно связано с массой воздуха  $Q$ , что учитывается программным обеспечением ЭБУ двигателя. Обычно имеет значение 2 В на холостом ходе, увеличиваясь до 7 В при полном открытии дроссельной заслонки.

Проволочки имеют диаметр около 70 микрон и выполняются из платины. Для механиче-

ской прочности их наматывают на стеклянные изоляторы.

В некоторых моделях проволочных датчиков при выключении ключа зажигания предусмотрен кратковременный нагрев проволочек до температуры 1000 градусов. Это делается для сжигания частиц пыли и грязи, которые прилипают к резисторам и могут привести к погрешностям. В современных моделях автомобилей вместо проволочных резисторов используются металлокерамические на основе кремния. Это более надежная и простая конструкция.

Принцип работы пленочного датчика во многом схож с нитиевым. Однако в этой конструкции есть несколько отличий. Вместо платиновой проволоки в качестве основного чувствительного элемента установлен кристалл кремния. Последний имеет платиновое напыление, состоящее из нескольких тончайших слоев (пленок). Каждый из слоев представляет собой отдельный резистор: нагревательный; терморезисторы (их два); датчика температуры воздуха.

Кристалл с напылением помещен в корпус, который подключается в канал подачи воздуха. Он имеет особенную конструкцию, позволяющую выполнять измерение температуры не только входящего, но и отраженного потока. Поскольку всасывание воздуха достигается за счет

разрежения, скорость движения потока очень высока, что препятствует скоплению загрязнений на чувствительном элементе.

Так же, как и в нитиевом датчике, чувствительный элемент нагревается до заданной температуры. При прохождении воздуха на терморезисторах возникает разница температур, на основе которой рассчитывается масса потока, поступающего из атмосферы. В таких конструкциях сигнал в ЭБУ двигателя может подаваться как в аналоговом формате (выходное напряжение), так и в более современном и удобном для обработки – цифровом.

## II. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения данной работы был рассмотрен принцип работы датчика массового расхода воздуха и показано, насколько важным он является для современных систем впрыска топлива в двигателях внутреннего сгорания.

### *Список литературы*

1. OBD-2 и электронные системы управления двигателем / Б. Хендерсон, Дж. Хейнес – СПб.: Альфа-мер, 2011. – 248
2. Новейшие автомобильные электронные системы / Соснин Д. А., Яковлев В. Ф. – Солон-Пресс, 2015. – 25

*Автухович Алексей Александрович*, студент 3 курса факультета информационных технологий и управления Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники, alescha.avtukhovich@gmail.com.

*Научный руководитель: Курюлев Александр Петрович*, профессор кафедры теоретических основ электротехники БГУИР.