

Датчик расхода воздуха

Датчик расхода воздуха применяется во многих системах управления двигателем для измерения значения мгновенного расхода воздуха. Расход воздуха является одним из базовых параметров для расчёта необходимого количества топлива. Датчик расхода воздуха устанавливается после воздушного фильтра перед дроссельной заслонкой в потоке расходуемого двигателем воздуха.

В различных вариантах систем управления двигателем применяются датчики с аналоговым выходным сигналом либо с цифровым. В первом случае в зависимости от расхода воздуха изменяется напряжение выходного сигнала датчика, во втором случае – частота или скважность. В зависимости от типа конструкции, датчик может измерять объём (л/час) либо массу (кг/час) протекающего воздуха. В настоящее время применяются только датчики массового расхода воздуха (ДМРВ), так как их конструкция не имеет подвижных механических частей, они имеют большие быстродействие и точность. Кроме того, значение выходного сигнала ДМРВ не зависит от температуры воздуха.

Выходной сигнал некоторых ДМРВ производства GM представляет собой переменное напряжение с изменяющейся частотой. При большом массовом расходе воздуха датчик генерирует выходной сигнал высокой частоты, при малом расходе воздуха – сигнал низкой частоты.



Датчики массового расхода воздуха производства "BOSCH" (вверху) и "GM" (внизу).

Выходной сигнал ДМРВ BOSCH HFM5 представляет собой напряжение постоянного тока, изменяющееся в диапазоне от 0 до 5V, значение которого зависит от массы воздуха, проходящего через датчик. При нулевом расходе воздуха (двигатель остановлен) выходное напряжение датчика должно быть равным 0,98~1,02V. В противном случае датчик считают неисправным. С увеличением расхода воздуха выходное напряжение

датчика увеличивается. Датчик способен регистрировать и обратные потоки воздуха от впускного коллектора к воздушному фильтру. Выходное его напряжение в таком случае снижается ниже значения 1V пропорционально величине обратного потока воздуха.

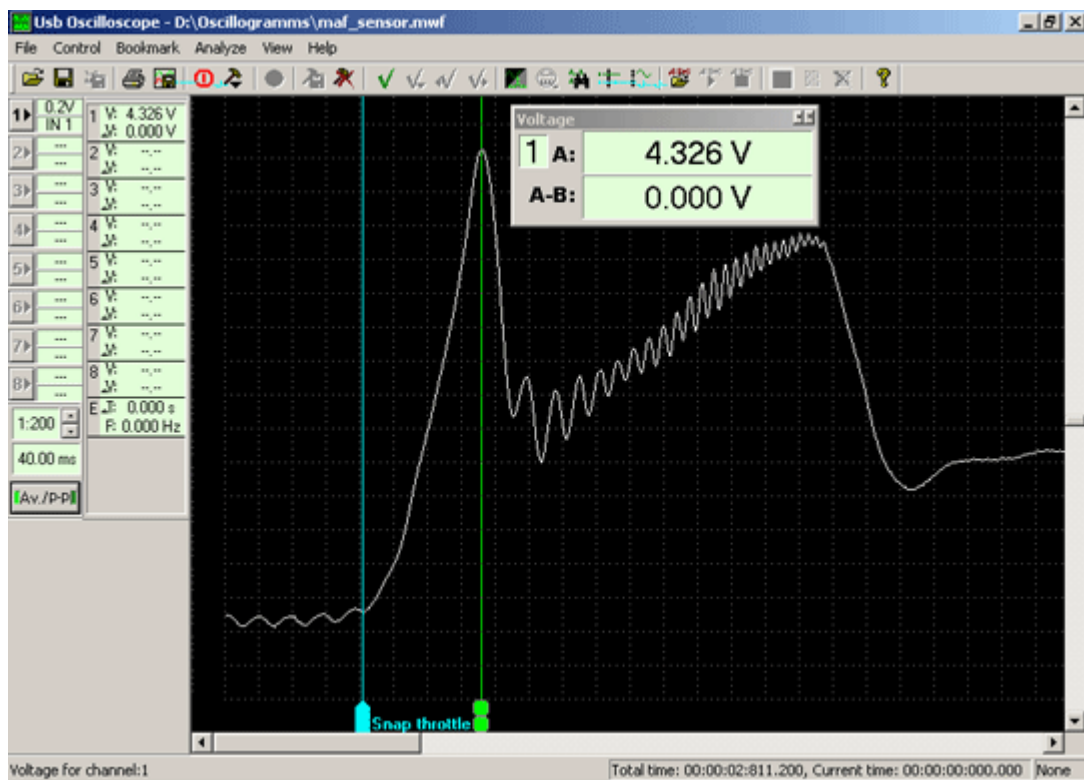
Встречаются такие неисправности датчиков массового расхода воздуха: отсутствие изменений выходного сигнала в ответ на изменения расхода воздуха; отклонение значения выходного сигнала; снижение скорости реакции датчика.

В случае снижения скорости реакции ДМРВ двигатель в значительной степени теряет "приёмистость", пуск холодного двигателя затрудняется, непрогретый до рабочей температуры двигатель может "троить". Снижение скорости реакции ДМРВ наступает вследствие загрязнения его чувствительных и нагревательных элементов.

Система самодиагностики блока управления двигателем не способна выявить снижение скорости реакции ДМРВ, вследствие чего такая неисправность не может быть обнаружена путём считывания кодов ошибок с помощью сканера, а только путём проведения диагностики с применением осциллографа.

При диагностике ДМРВ с помощью осциллографа, скорость реакции датчика может быть проверена на режиме резкой перегазовки.

При проведении проверки скорости реакции ДМРВ на режиме резкой перегазовки, осциллограмма выходного сигнала датчика должна быть записана. В момент резкой перегазовки происходит следующее. Пока двигатель работает на холостых оборотах без нагрузки, воздух заполняющий впускной коллектор сильно разрежен, так как приток воздуха сильно ограничен дроссельной заслонкой и клапаном холостого хода. Абсолютное давление во впускном коллекторе при этом ниже атмосферного на 0,6~0,7Bar. Внутренний объём впускного коллектора соизмерим с рабочим объёмом двигателя, но масса разреженного воздуха, заполняющего коллектор во время работы двигателя на холостых оборотах без нагрузки, незначительна. При резком открытии дроссельной заслонки, воздух резко устремляется через открытую дроссельную заслонку во впускной коллектор и быстро заполняет объём коллектора до тех пор, пока абсолютное давление в нём не достигнет значения близкого к атмосферному. Этот процесс происходит очень быстро, вследствие чего поток воздуха через ДМРВ в этот момент достигает значения, близкого к расходу воздуха при работе двигателя на максимальной нагрузке. После того как абсолютное давление во впускном коллекторе достигает значения близкого к атмосферному, поток воздуха протекающего через ДМРВ становится пропорциональным оборотам двигателя.



Осциллограмма выходного напряжения датчика массового расхода воздуха BOSCH HFM5 при резкой перегазовке.

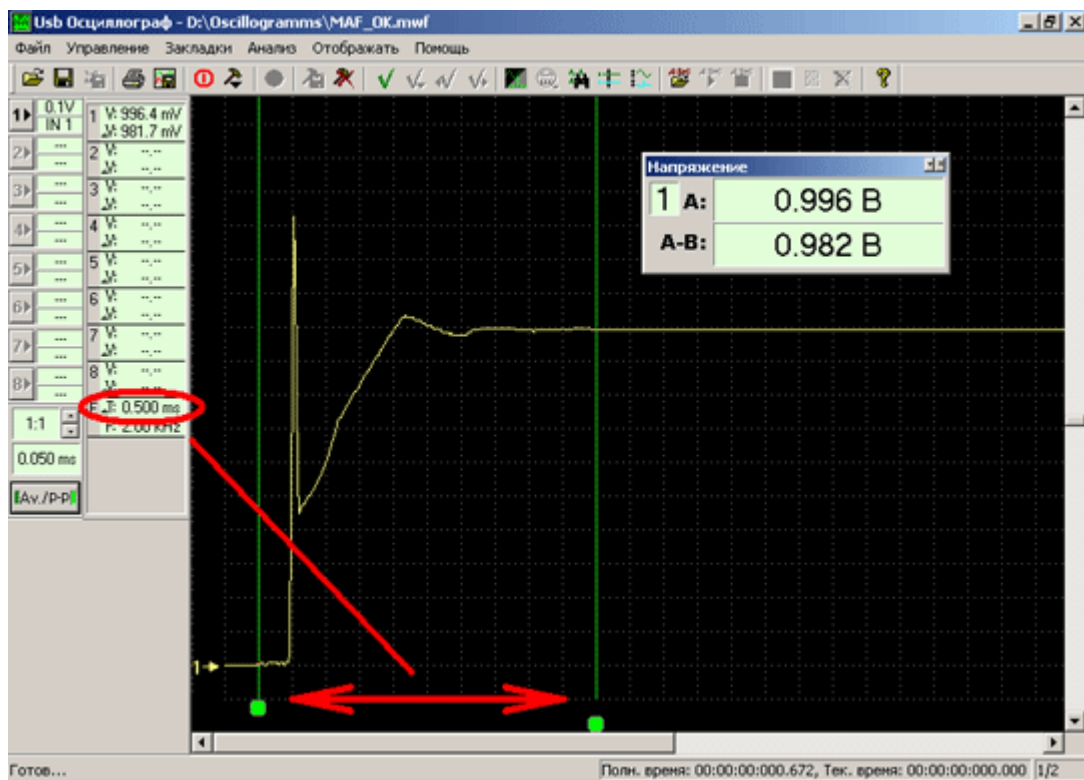
A: – значение напряжения в момент времени указанный маркером. В данном случае соответствует максимальному напряжению выходного сигнала ДМРВ сразу после резкого открытия дроссельной заслонки;

Snap throttle – закладка, отмечающая момент резкого открытия дроссельной заслонки.

Максимальное значение напряжения выходного сигнала ДМРВ сразу после резкого открытия дроссельной заслонки должно достигать значения близкого к расходу воздуха при работе двигателя на максимальной нагрузке. Для ДМРВ BOSCH HFM5 напряжение выходного сигнала должно кратковременно возрасти выше 4V.

При проведении диагностики ДМРВ необходимо проверять значение выходного сигнала датчика на остановленном двигателе и среднее значение сигнала при работе двигателя на холостых оборотах без нагрузки. Для ДМРВ BOSCH HFM5 нулевому потоку воздуха соответствует значение выходного напряжения равное $1V \pm 0,02V$.

Скорость реакции ДМРВ BOSCH HFM5 так же может быть оценена по времени переходного процесса выходного сигнала при подаче питания на датчик.

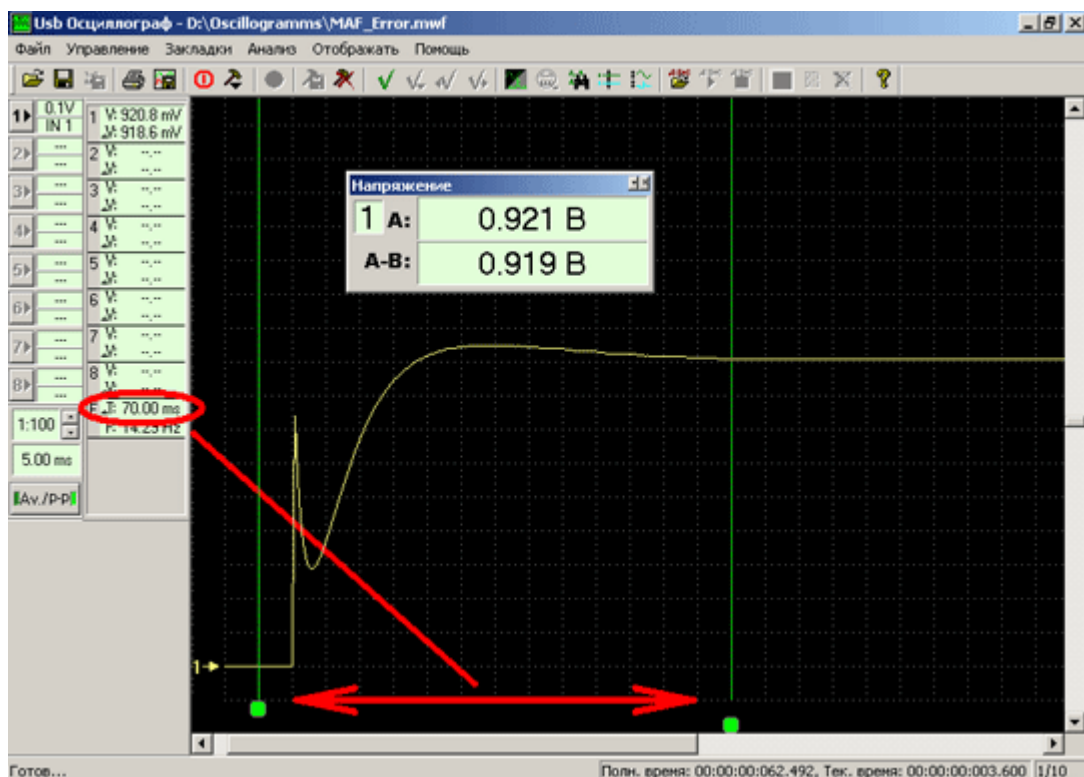


Осциллограмма выходного напряжения датчика массового расхода воздуха BOSCH HFM5 при подаче питающего напряжения.

A: – значение напряжения в момент времени указанный маркером. В данном случае соответствует напряжению выходного сигнала ДМРВ при нулевом расходе воздуха (двигатель остановлен) и равно 0,99V;

ΔT – значение интервала времени между двумя маркерами. В данном случае соответствует времени переходного процесса выходного сигнала при подаче питания на датчик и равно ~0,5ms.

Выявлено, что с ростом степени загрязнения датчика, время переходного процесса выходного сигнала резко увеличивается.



Осциллограмма выходного напряжения датчика массового расхода воздуха BOSCH HFM5 при подаче питающего напряжения.

А: – значение напряжения в момент времени указанный маркером. В данном случае соответствует напряжению выходного сигнала ДМРВ при нулевом расходе воздуха (двигатель остановлен) и равно 0,92V;

ΔT – значение интервала времени между двумя маркерами. В данном случае соответствует времени переходного процесса выходного сигнала при подаче питания на датчик и равно ~70ms.

Датчики объёмного расхода воздуха имеют подпружиненную подвижную лопасть. Эта лопасть размещена в потоке расходуемого двигателем воздуха и с увеличением потока воздуха смещается пропорционально потоку воздуха. Лопасть механически связана с потенциометром, на который подаётся напряжение питания. Выходное напряжение потенциометра зависит от положения лопасти, а её положение в свою очередь зависит от объёма протекающего через расходомер воздуха.

Измерительный потенциометр датчика объёмного расхода воздуха выполнен на керамической подложке. На подложку нанесены резисторы делителя напряжения, выводы которых размещены в один ряд и покрыты контактным резистивным слоем. Ползунок потенциометра прижат к контактному резистивному слою, благодаря чему возникает электрический контакт и напряжение на ползунке всегда равно напряжению в точке контакта с резистивным слоем. Ползунок измерительного потенциометра механически связан с подвижной лопастью расходомера и каждый раз при изменении положения лопасти, перемещается по контактному резистивному слою, скользя по нему. Такие перемещения ползунка по контактному резистивному слою постоянно его вытирают, что с течением времени приводит к "протёртости" измерительного потенциометра. Вследствие такого износа, в некоторых местах контактный резистивный слой протирается до керамической подложки. При перемещении ползунка по такому протёртому участку электрический контакт пропадает, и выходное напряжение потенциометра в таком случае уже не соответствует положению подвижной лопасти расходомера.

Воздушные каналы объёмного расходомера воздуха при повреждениях воздушного фильтра могут сильно загрязняться. Подвижная лопасть из-за этого может "подклинивать" вплоть до полного "заклинивания". Из-за сужения воздушного канала расходомера вследствие сильного загрязнения, при том же расходе воздуха подвижная лопасть отклоняется уже на большую величину и выходное напряжение измерительного потенциометра датчика повышается. Таким образом, напряжение выходного сигнала датчика объёмного расхода воздуха перестаёт соответствовать фактическому расходу воздуха.