

Датчика массового расхода воздуха (ДМРВ)

Назначение, устройство ДМРВ.

- Датчик расхода воздуха служит для измерения количества (объёма или массы) потребляемого двигателем воздуха. Значение массы входящего воздуха, измеренное непосредственно датчиком или рассчитанное блоком управления двигателем по его объёму, является одним из базовых параметров в определении длительности открытия топливных форсунок.


- Существуют различные конструкции датчиков расхода воздуха, но каждый из них можно отнести к одному из двух типов:

- датчики объёмного расхода воздуха
 - датчики массового расхода воздуха.

- В зависимости от этого различают два способа определения расхода воздуха:

- механический;
- тепловой.


- **Датчики объёмного расхода воздуха** работают по одному из двух принципов:
 - используется принцип подсчёта вихрей Кармана (некоторые датчики производства MITSUBISHI, CHRYSLER...);
 - -принцип смещения ползунка потенциометра при помощи лопасти (флюгера), размещённой в потоке расходуемого двигателем воздуха.

- 
- **Механический способ** основан на измерении объема воздуха пропорционального перемещению заслонки. **Тепловой способ** предполагает измерение массы воздуха в соответствии с изменением температуры чувствительного элемента.
 - Расходомер воздуха устанавливается во впускной системе между воздушным фильтром и дроссельной заслонкой двигателя.

Механический расходомер воздуха (лопастной или флюгерный)

- **Принцип работы расходомера воздуха** построен на перемещении измерительной заслонки (флюгер) пропорционально величине потока воздуха. Измерительная заслонка, демпфирующая заслонка (для сглаживания пульсаций потока воздуха) и потенциометр размещены на одной оси, обеспечивающей прямую связь между перемещением заслонки и изменением сопротивления потенциометра.

Ряд зарубежных производителей, в основном фирмы США, применяют ДМРВ иного типа – датчики Кармана, рисунок 4.9. Датчики Кармана относятся к вихревым расходомерам воздуха. Если узкий стержень (рассекатель) разместить поперек равномерного воздушного потока, то за стержнем начнут образовываться завихрения. Принцип работы датчика Кармана основан на измерении частоты вращения вихревых потоков, которые образуются за поперечным стержнем в потоке всасываемого воздуха.



По частоте определяют скорость потока, затем по известному поперечному сечению входного канала датчика – объем воздуха. Частоту генерации вихрей определяют ультразвуковым методом или по вариациям давления.

В ультразвуковых датчиках частоту генерации вихрей определяют по доплеровскому сдвигу частоты ультразвуковой волны (обычно 50 кГц) при ее рассеянии движущейся средой (поток воздуха).

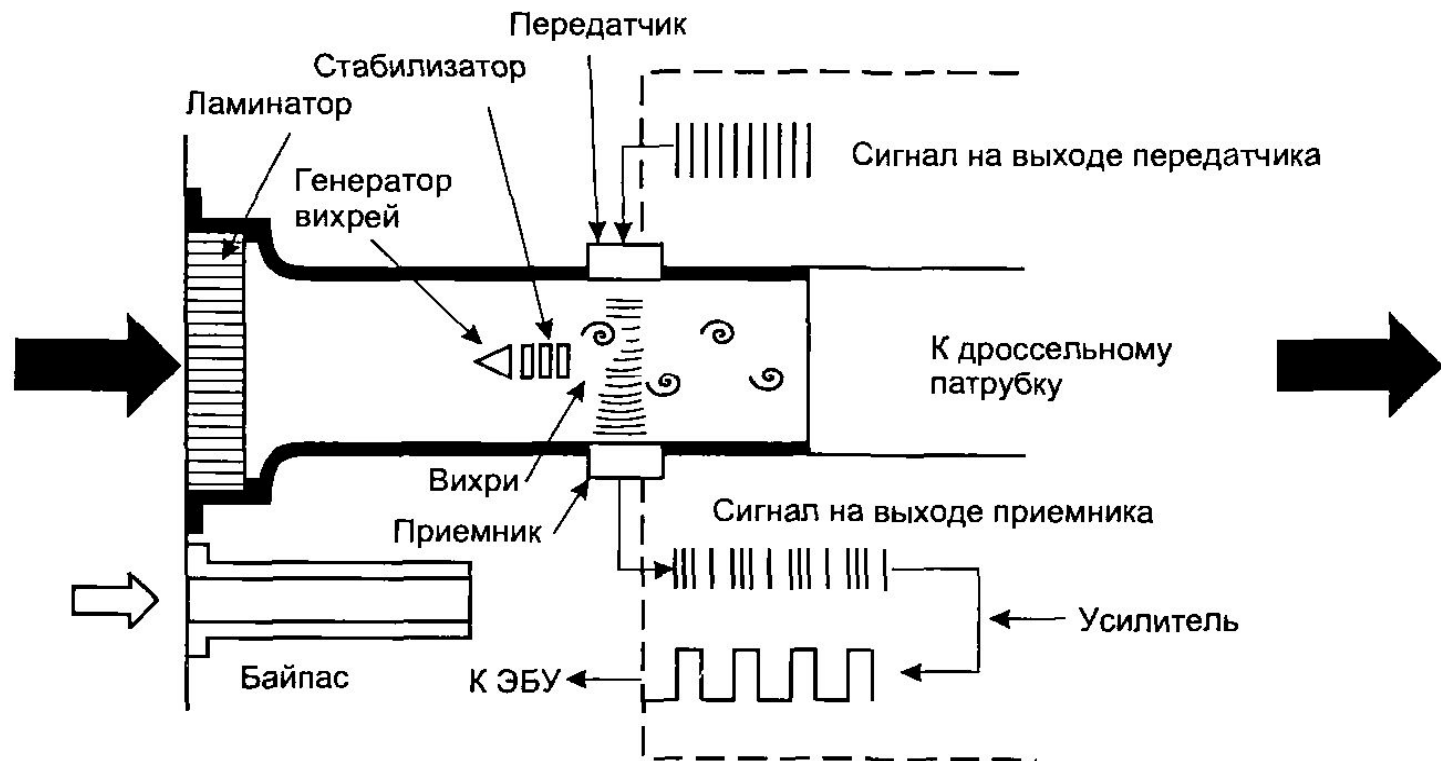


Рисунок 4.9 – Ультразвуковой датчик Кармана [19]

- **Датчик массового расхода** воздуха может быть :
 - аналоговым (в аналоговом ДМРВ используется в качестве чувствительного элемента подогреваемая электрическим током нить (проволока) или плёнка (фольга), для измерения количества проходящего воздуха
 - цифровым(цифровой получает от БУ базовый сигнал величиной 5 В и со своей стороны посылает обратно в БУ вариационный частотный сигнал, который соответствует поступающей в двигатель массе воздуха).
- В первом случае в зависимости от расхода воздуха изменяется напряжение выходного сигнала датчика, во втором случае изменяется частота или скважность выходного сигнала датчика.

- **Датчики массового расхода воздуха**

(Термоанемометрический расходомер воздуха)

- (ДМРВ) более предпочтительны, так как измеряют непосредственно массовый расход воздуха (ДМРВ учитывает температуру и давление атмосферного воздуха), за счёт чего блок управления двигателем может более точно рассчитывать необходимое количество впрыскиваемого топлива.

Датчики массового расхода воздуха (ДМРВ)

могут быть :

- -нитевыми(проволочный датчик массового расхода воздуха)(**MAF**);
- -пленочными(**HFM**)


Проволочный датчик массового расхода воздуха


- Основой проволочного термоанемометрического расходомера воздуха является **чувствительный элемент** – платиновая нагреваемая нить. Работа расходомера построена на поддержании постоянной температуры платиновой нити (около 100 С) за счет нагрева электрическим током.
- При движении потока воздуха через датчик чувствительный элемент охлаждается. **Терморезистор** увеличивает ток нагрева нити. **Преобразователь напряжения** преобразует изменение тока нагрева чувствительного элемента в выходное напряжение. Между выходным напряжением и массовым расходом воздуха существует нелинейная зависимость, которая учитывается блоком управления двигателем

- При нулевом расходе воздуха (двигатель остановлен, зажигание включено) выходное напряжение датчика массового расхода воздуха равно $1,00V$. Когда двигатель работает, через датчик протекает воздух, и чем больше поток воздуха, тем выше значение выходного напряжения датчика. На определённых режимах работы двигателя могут возникать кратковременные обратные потоки воздуха - когда воздух движется по направлению от впускного коллектора двигателя к воздушному фильтру. Датчик массового расхода воздуха способен регистрировать обратные потоки воздуха, при этом его выходное напряжение снижается до значений меньших $1,00 V$ пропорционально величине обратного потока.

Пленочный датчик массового расхода воздуха

- **Чувствительный элемент** пленочного расходомера воздуха представляет собой кристалл кремния, на который нанесено несколько тонких платиновых слоев – резисторов: нагревательного резистора, двух терморезисторов, резистора датчика температуры воздуха.
- Чувствительный элемент расположен в специальном **воздушном канале**, воздух в который поступает за счет разрежения. Высокая скорость потока предотвращает попадание в канал крупных частиц грязи и загрязнение чувствительного элемента.

- 
- **Нагревательный резистор** поддерживает определенную температуру чувствительного элемента. По разнице температур на **терморезисторах** определяется масса всасываемого воздуха и направление воздушного потока. Выходным аналоговым сигналом расходомера является напряжение постоянного тока.




- В случае попадания на измерительный элемент датчика загрязнений, снижается скорость реакции датчика на изменения величины воздушного потока, а так же снижается точность измерения, что, в итоге, приводит к приготовлению топливовоздушной смеси с неправильным составом. Интенсивное отложение загрязнений на чувствительном элементе датчика может возникнуть вследствие несвоевременной замены воздушного фильтра.

Признаки неисправности ДМРВ:

- -мощность и приемистость двигателя уменьшается;
- -при разгоне происходят рывки и провалы;
- -пуск двигателя затруднен;
- -работа двигателя на холостом ходу затруднен;
- -частота вращения холостого хода высокая (около 2000 об/мин).

Предварительные проверки:

- -проверить состояние воздушного фильтра ;
- -проверить на отсутствие «подсоса» воздуха во впускной тракт;
- -проверить правильность регулировки привода дроссельной заслонки

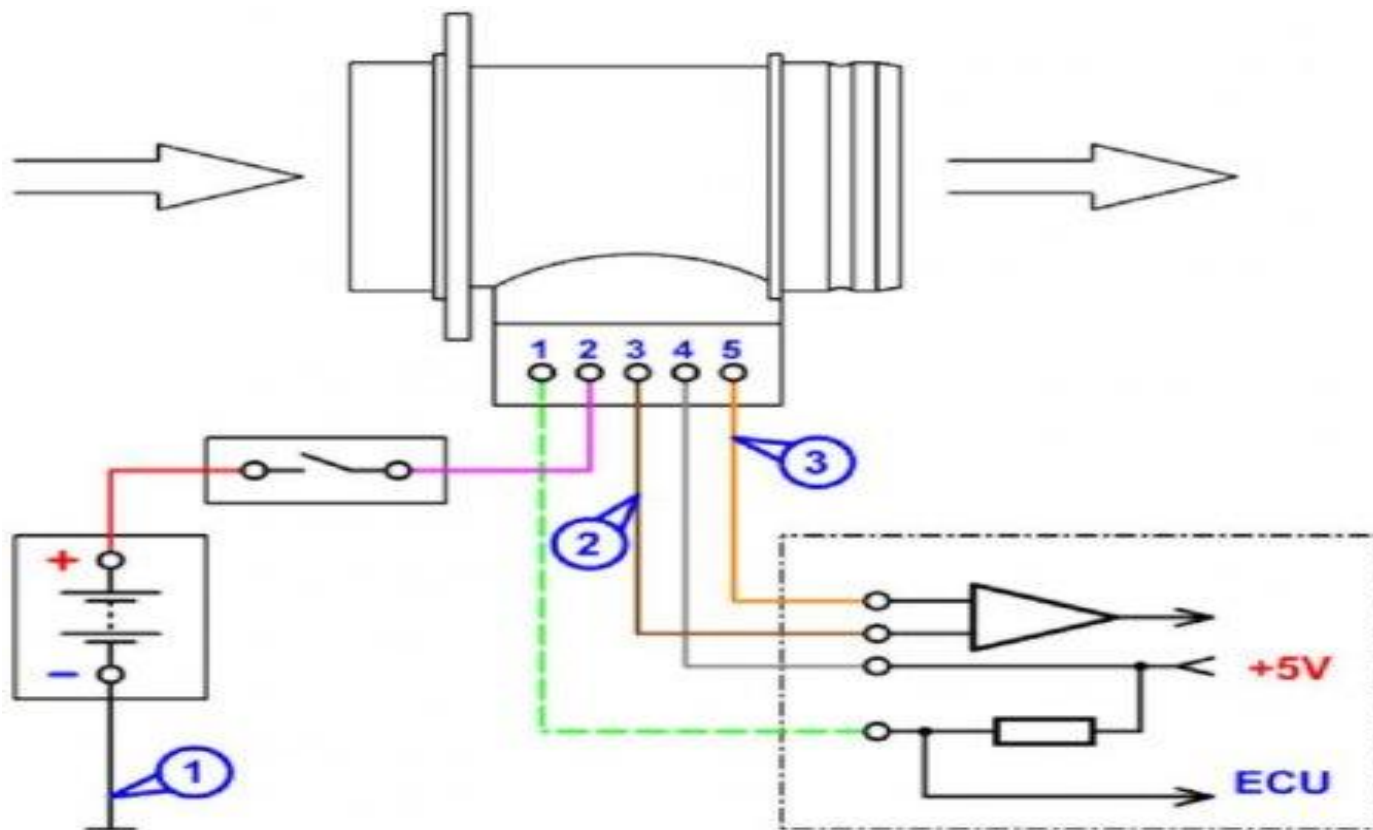


Прежде чем проверять датчик расхода воздуха (независимо от его конструкции), следует убедиться в герметичности системы подачи воздуха в двигатель. Весь воздух, поступающий в двигатель, должен проходить только через датчик расхода воздуха, иначе ЭБУ-Д будет обеднять ТВ-смесь.

- Выходной сигнал исправного датчика массового расхода воздуха независимо от его конструкции (с выходом по напряжению или по частоте) должен линейно меняться с изменением оборотов двигателя. Для проверки этого можно использовать мультиметр или осциллограф. Если ДМРВ неисправен, блок управления рассчитывает примерный расход воздуха по частоте вращения коленчатого вала и величине открытия дроссельной заслонки (режим называется резервным или аварийным).


- **1.Измерение выходного напряжения при нулевом потоке воздуха.**
- Измерение значения напряжения выходного сигнала датчика при нулевом расходе воздуха проводится при остановленном двигателе и включенном зажигании. Для датчика массового расхода воздуха нулевому расходу воздуха соответствует значение выходного напряжения равное $1V \pm 0,02V$.
- **2.Измерение выходного напряжения при прямом потоке воздуха**
- Проверка осуществляется на работающем двигателе при увеличении оборотов напряжение датчика массового расхода воздуха должно увеличиваться от $1В$ до $4,8В$.

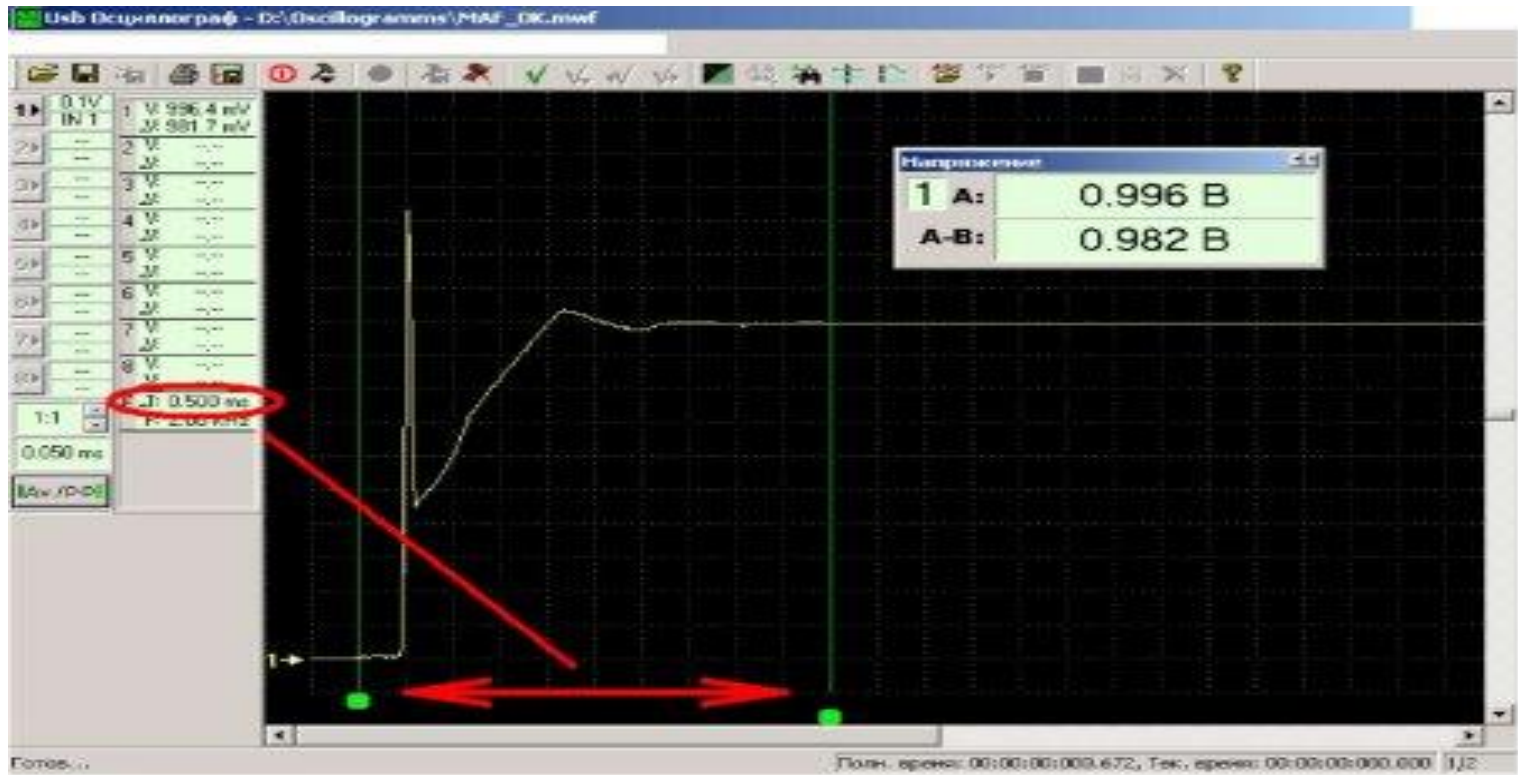
- **3. Измерение напряжения питания ДМРВ.**
- Отсоединить колодку жгута от ДМРВ .Включить зажигание измерить напряжение между контактами (3-2 для авт. ВАЗ) должно быть более 10В.
- **4. Измерение цепи входного сигнала БУ .**
- Отсоединить колодку жгута от ДМРВ .Включить зажигание измерить напряжение между контактами (3-4 для авт. ВАЗ) должно быть 4,5-5В
- **5. Измерение замыкания проводов на массу.**
- Отсоединить колодку жгута от ДМРВ. Измерить сопротивление между контактами колодки жгута и «массой» (между контактом 5 и массой $R=4-6\text{кОм.}$ если $R=0\text{Ом.}$, то замыкание провода на массу или неисправен БУ. между контактом 3 и массой $R=0\text{Ом.}$ Для авт.ВАЗ)



- 1 точка подключения чёрного зажима типа "крокодил" дифференциального осциллографического щупа;
- 2 точка подключения отрицательного пробника дифференциального осциллографического щупа (чёрного цвета);
- 3 точка подключения положительного пробника дифференциального осциллографического щупа (красного цвета).

- Проверка выходного сигнала датчика массового расхода воздуха проводится в три этапа:
- - измерение времени переходного процесса в момент включения зажигания;
- - измерение значения напряжения выходного сигнала при нулевом потоке воздуха;
- - измерение максимального значения напряжения выходного сигнала датчика при резкой перегазовке.

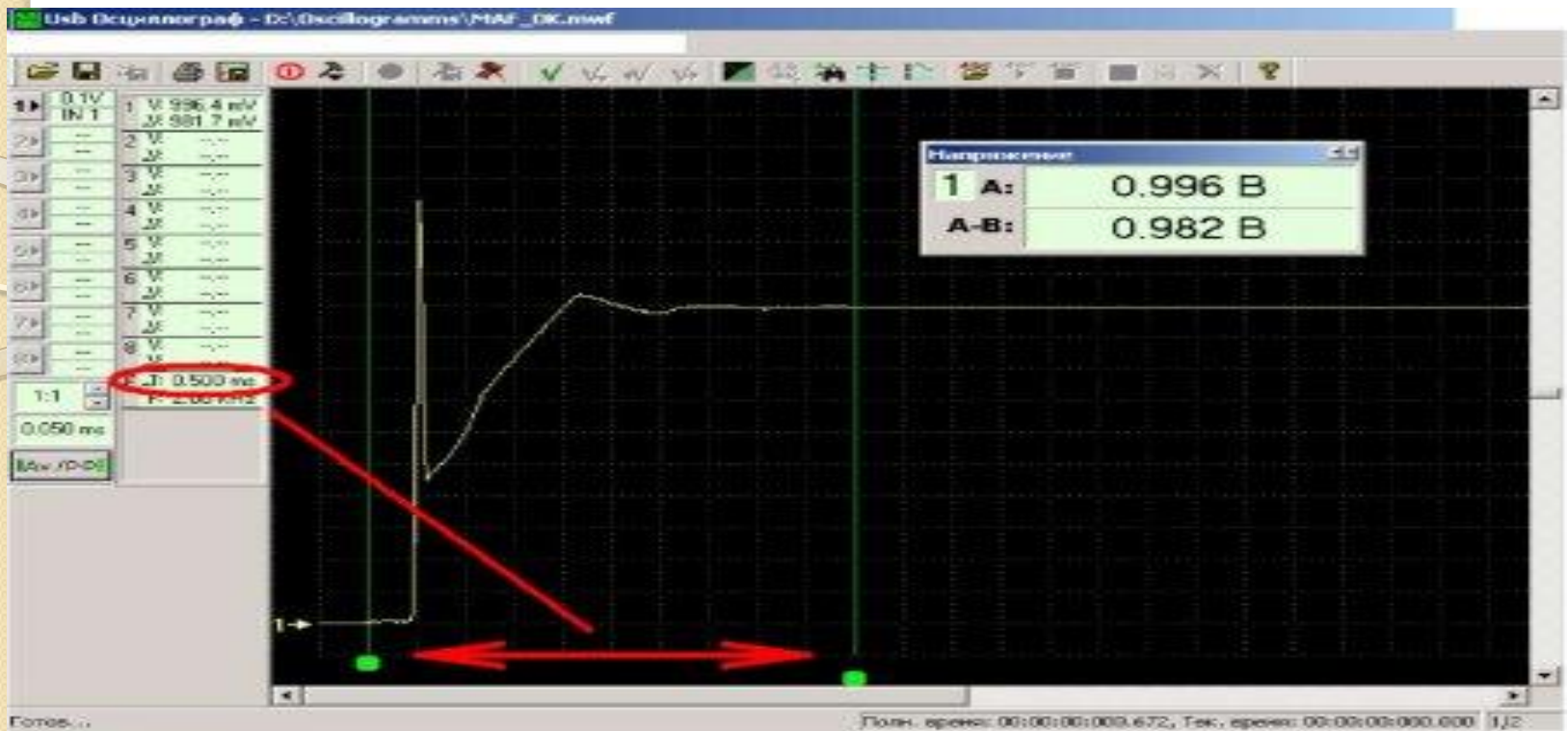
- 
- Измерение времени переходного процесса при подаче питания.
 - В момент включения зажигания происходит подача питающих напряжений на датчики и исполнительные механизмы системы управления двигателем, в том числе и на датчик расхода воздуха. Сразу после подачи питания на датчик массового расхода воздуха происходит разогрев его чувствительного элемента до рабочей температуры, при этом, пока температура датчика стабилизируется, возникает переходный процесс.



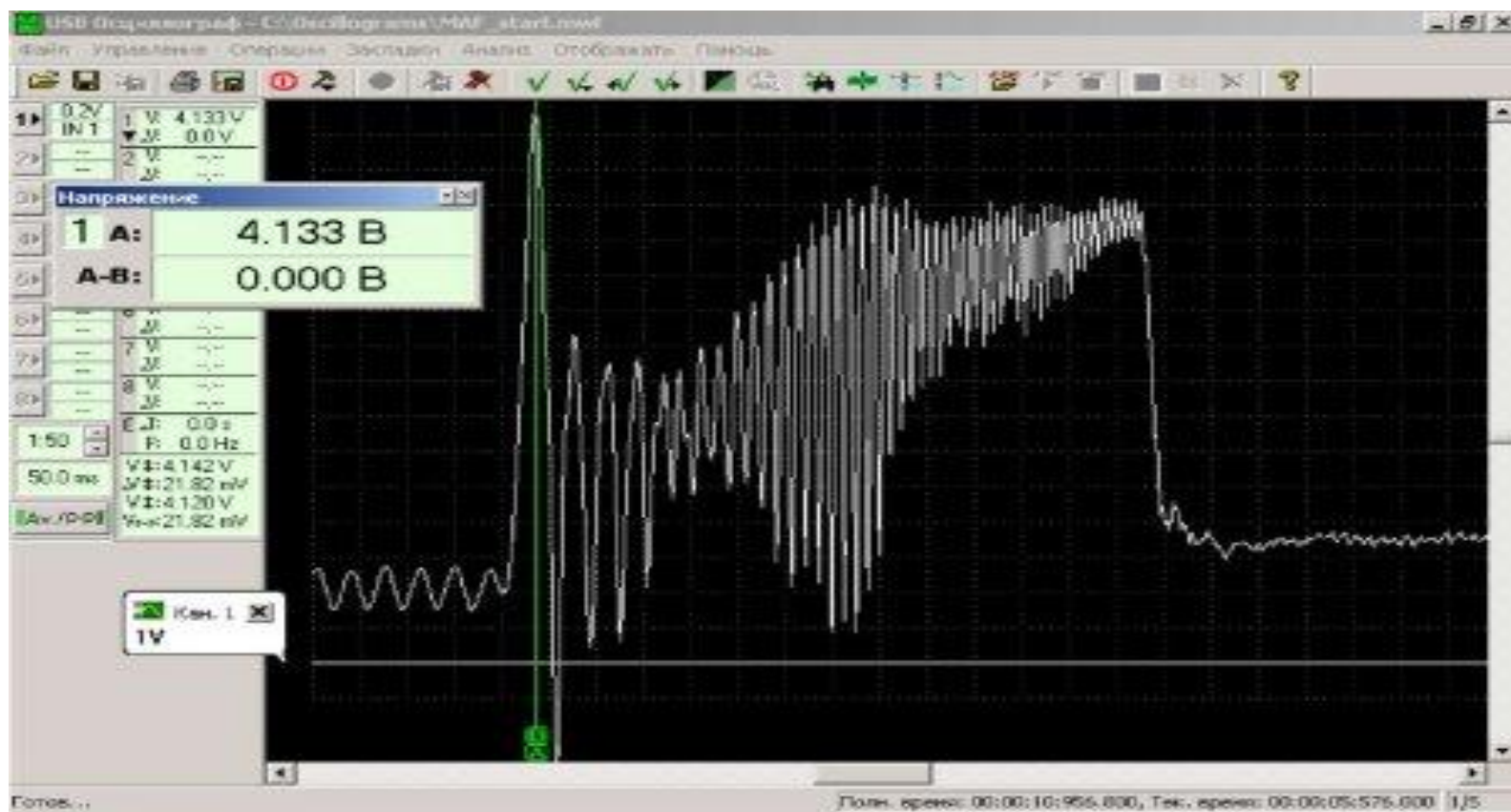
● **Осциллограмма выходного напряжения исправного датчика массового расхода воздуха при подаче питающих напряжений.**

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

AT значение интервала времени между двумя маркерами. В данном случае соответствует времени переходного процесса **ВЫХОДНОГО** сигнала при подаче питания на датчик и равно ~0,5 mS.

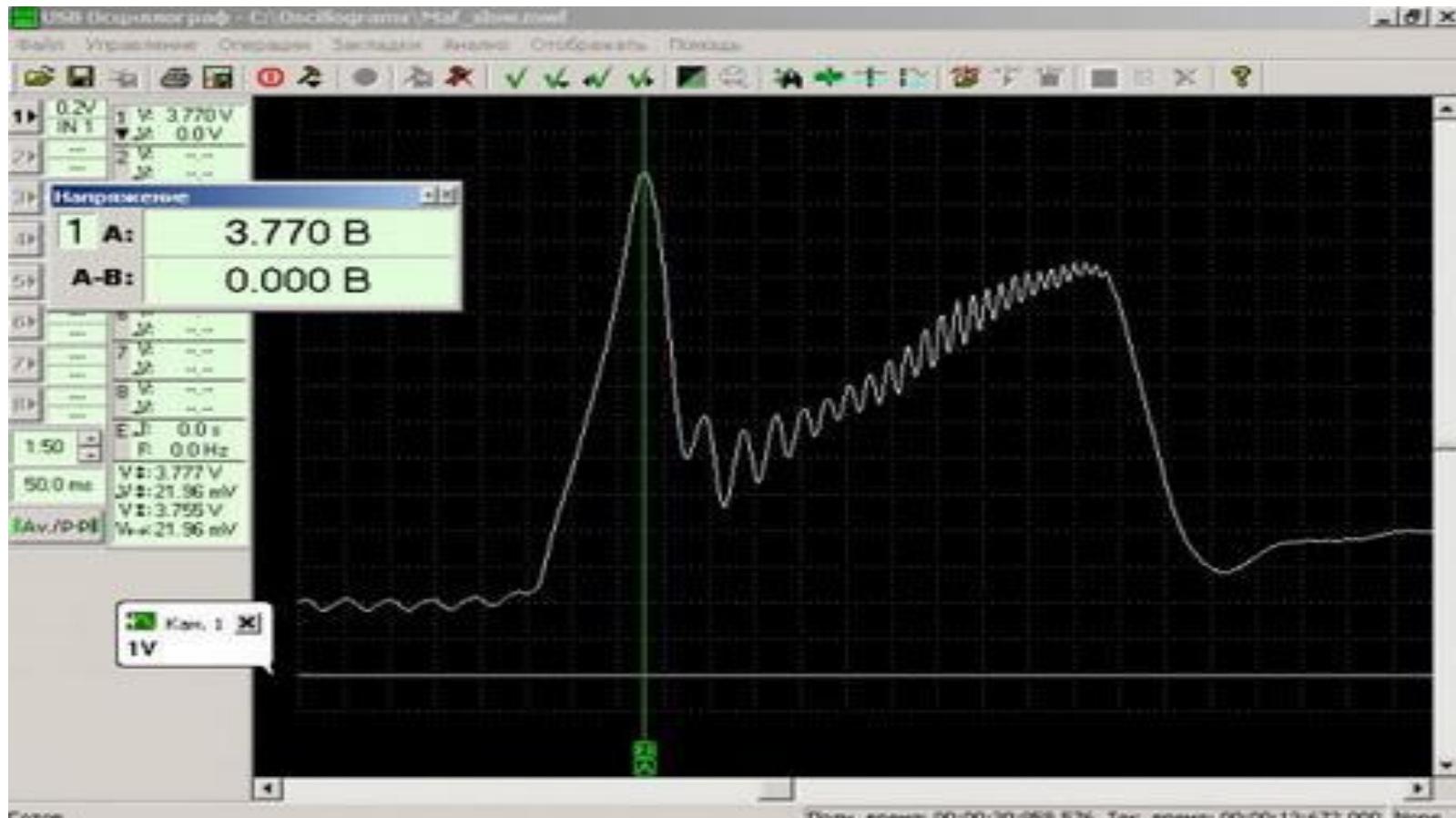


- Осциллограмма выходного напряжения неисправного (загрязненного) датчика массового расхода воздуха BOSCH HFM5 при подаче питающих напряжений.
- **A:** значение напряжения в момент времени указанный маркером. В данном случае соответствует напряжению выходного сигнала ДМРВ при нулевом расходе воздуха (двигатель остановлен) и равно 0,92V;
- **AT** значение интервала времени между двумя маркерами. В данном случае соответствует времени переходного процесса выходного сигнала при подаче питания на датчик и **равно ~70mS.(не соответствует ТУ)**



- Осциллограмма напряжения выходного сигнала исправного BOSCH HFM5 при резкой перегазовке.
- Напряжения выходного сигнала исправного датчика массового расхода воздуха BOSCH HFM5 сразу после резкого открытия дроссельной заслонки должно кратковременно возрасти до значения не менее 4,0V.

- В случае значительного загрязнения чувствительного элемента датчика, скорость реакции датчика снижается, и форма осциллограммы напряжения выходного сигнала датчика становится несколько "сглаженной". Отложившиеся на чувствительном элементе датчика загрязнения образуют теплоизолятор, снижающий интенсивность охлаждения чувствительного элемента датчика, что приводит к уменьшению тока подогрева и выходного сигнала датчика (соответственно, уменьшается и количество подаваемого в цилиндры топлива).



- **Осциллограмма напряжения выходного сигнала неисправного датчика массового расхода воздуха при резкой перегазовке. Вследствие снижения скорости реакции, способность датчика регистрировать быстрые изменения величины и направления потока воздуха ухудшается. Как следствие, после резкого открытия дроссельной заслонки, напряжение выходного сигнала такого датчика уже "не успевает" достичь значения 4,0V.**