

5-контактный датчик обедненной смеси

Лямбда-зонды (часть 3)

Февраль 2008. Проверка 5-контактного датчика обедненной смеси

Примечание. Датчик обедненной смеси (Тойота O2 **Sensor Lean Mixture**) описан в [этой статье](#). Практика его проверки - в [этой страничке](#)

Принцип работы и описание проверки датчиков состава топливно-воздушной смеси

Как уже отмечалось, **обычные датчики кислорода** имеют ограничения по применению, так как они могут использоваться только для поддержания состава топливно-воздушной смеси в диапазоне стехиометрического состава смеси (14,7:1). С развитием конструкций двигателей и повышением их мощности, жесточением требований к содержанию вредных веществ в отработавших газах возникла необходимость более точного определения состава топливно-воздушной смеси.

Для анализа состава смеси в диапазоне от 12:1 ("богатая" смесь) до 23:1 ("бедная") HONDA (и не только) в отличии от Тойота, использует датчик кислорода, называемый датчиком обедненной смеси (LAF-Sensor). Блок управления (ECM) использует сигналы этого датчика наряду с данными о частоте вращения коленчатого вала, положением коленчатого и распределительного валов, положении дроссельной заслонки, нагрузкой, температурой для поддержания устойчивости работы двигателя при обедненной смеси при 2500-3200 об/мин (в зависимости от положения дроссельной заслонки и нагрузки). Такие датчики использовались в Civic VX 1992-95 гг., Civic HX 1996-98 гг. и двигателях VTEC-E. Кроме этого, они применялись на некоторых европейских моделях VAG.

LAF датчик внешне очень похож на традиционный O2 (кислородный) датчик, за исключением того, что он подключен большим количеством проводов. Такие датчики выпускают известные фирмы Bosch, NGK, HJS и другие. LAF-датчик Honda устроен сложнее, чем обычный датчик. Даже притом, что используется тандем из двух практически стандартных датчиков кислорода, работает он совершенно иначе.

В атмосфере содержится приблизительно 21 % кислорода. В отработавших газах бензинового двигателя примерно 1-2 %. В обычном датчике, за счет разницы концентрации, ионы кислорода перемещаются в твердом электролите ZrO2 и создают разность потенциалов. Чем больше разница концентраций кислорода в атмосфере и отработавших газах, тем больше выходное напряжение. Это напряжение поступает в БУ, что позволяет регулировать состав смеси.

LAF датчик напоминает традиционный кислородный не только внешне, но и некоторыми внутренними особенностями. Как видно из рисунка 1 он фактически "собран" из двух обычных датчиков (1 и 2). Внешняя сторона чувствительного элемента датчика 1 находится в потоке отработавших газов, а его внутренняя сторона соприкасается не с атмосферой, а с диффузионной камерой.

Позже мы увидим, что ECM управляет концентрацией кислорода в ней. Датчик 2 установлен "позади" датчика 1 и его внешняя сторона создает герметичный отсек между этими двумя датчиками. Внутренняя часть датчика 2 находится в атмосфере. Контакт внешней стороны датчика 1 подключен к ECM и называется входом ячейки напряжения (cell voltage input). На этом выводе генерируется напряжение, которое пропорционально разнице в концентрации кислорода в отработавших газах и в диффузионной камере. Диффузионная камера не соприкасается с атмосферой, но компьютер управления двигателем может изменять в ней содержание кислорода.

Второй контакт (reference voltage) соединен с внутренней областью датчика 1 и к внешней стороне датчика 2. На контакт комп подает эталонное напряжение 2,7 В относительно минуса аккумулятора.

Третий контакт - от внешней стороны датчика 2 используется для того, чтобы управлять направлением "покачки" кислорода - в диффузионную камеру или из неё (pump cell control).

Управление LAF датчиком

Благодаря тому, что ECM управляет содержанием кислорода в диффузионной камере, LAF датчик измеряет топливно-воздушную смесь в широком диапазоне (на рис. 2 структурная схема датчика). При этом он проверяет выходное напряжение датчика 1, который аналогично традиционному кислородному датчику, вырабатывает напряжение, пропорциональное разнице концентрации кислорода у своих электродов. Управляя количеством кислорода в диффузионной камере, ECM пытается поддерживать на «выходном контакте датчика 1 напряжение 0,45 В.

В зависимости от направления протекания тока через датчик 2 (контакт управления ячейкой насоса), кислород перемещается ("накачивается") в диффузионную камеру или из неё. Так же, как многие другие электрические явления, перемещение ионов кислорода есть обратимый процесс. Например, протекание электрического тока создает магнитное поле, в свою очередь, изменение магнитного поля вызывает перемещение электронов (электрический ток). В кислородном датчике перемещение ионов кислорода между электродами создает разность потенциалов. Но при этом, если на электроды подается напряжение от внешнего источника, то это вызовет перемещение ионов кислорода.

Блок управления изменяет величину напряжения на датчике 2 и, тем самым, определяет направление перемещения ионов кислорода в диффузионной камере. Иными словами, элемент, который контактирует с отработавшими газами, является чувствительным элементом. Пространство между двумя циркониевыми элементами образует диффузионную камеру. Прилагая переменное напряжение к управляющему элементу, ECM изменяет количество кислорода в диффузионной камере. Так как она является опорной для чувствительного элемента, то это позволяет влиять на его выходное напряжение. При этом компьютер проверяет напряжение чувствительного элемента, которое зависит от изменения количества кислорода в отработавших газах. И прикладывает напряжение к элементу достаточное для поддержания выходного напряжения датчика равным 0,45 В.

По величине приложенного напряжения определяется реальный состав смеси. В отличие от стандартного датчика кислорода, напряжение такого датчика может быть как положительным, так и отрицательным. Положительное напряжение указывает на смесь, отрицательное напряжение - признак обогащенной смеси. Нормальный диапазон изменения напряжения составляет примерно 1.5 В.

Функционирование при богатых смесях ($\lambda < 1$)

Рассмотрим состояние системы при богатой смеси. Поскольку смесь обогащается, то происходит снижение содержания кислорода в отработавших газах и увеличивается поток ионов кислорода из диффузионной камеры (diffusion chamber) к системе выпуска. Это увеличивает выходное напряжение датчика 1 точно так же, как и любого другого кислородного датчика. БУ обнаруживает увеличение напряжения на входе ячейки напряжения (cell voltage input) и понижает напряжение на насосной ячейке (pump cell) датчика 2 относительно обычного опорного напряжения (reference voltage) (фактически напряжение становится отрицательным). Это заставляет датчик 2 качать кислород из диффузионной камеры (diffusion chamber) в атмосферу. Когда уровень кислорода в ней понизится, разница содержания кислорода между диффузионной камерой и отработавшими газами станет меньше, и напряжение на контакте ячейки напряжения уменьшится.

Функционирование при бедных смесях ($\lambda > 1$)

При обеднении смеси процесс происходит в обратном (противоположном) направлении. Поскольку содержание кислорода увеличивается, то перемещение ионов кислорода из диффузионной камеры к системе выпуска замедляется. При этом выходное напряжение датчика 1 уменьшается. БУ "ощущает" это изменение, увеличивает напряжение на насосной ячейке, и датчик 2 "качает" в диффузионную камеру (diffusion chamber) большее количество кислорода. Это увеличение количества кислорода в диффузионной камере заставляет большее количество ионов кислорода двигаться по направлению к системе выпуска, что увеличивает выходное напряжение датчика.

В результате ECM контролирует напряжение управления насосной ячейкой для поддержания на датчике 1 0,45 В. Это напряжение используется для определения состава отработавших газов в диапазоне от 12:1 до 22:1. Как будет изложено ниже (описание проверки), напряжение на насосной ячейке пропорционально воздушно-топливному коэффициенту (составу смеси).

Для систем с обратной связью по напряжению LAF-датчика введен новый параметр - «управляющий состав смеси» (commanded AF ratio). Его суть состоит в том, что БУ определяет оптимальное соотношение между количеством воздуха и топлива в зависимости от режима работы двигателя. После определения оптимального состава смеси для текущего состояния двигателя БУ сохраняет его значение в памяти и в дальнейшем поддерживает необходимое напряжение на контакте насосной ячейки в соответствующем диапазоне. На рис. 3 (Данные диагностического сканера) представлены значения параметров инжекторной системы и показания датчиков на различных режимах работы двигателя. Например, ECM определил, что автомобиль может двигаться при более бедной смеси. После обеднения её состава уменьшением времени впрыска (pulse width, PW) проверяется напряжение на насосной ячейке. Как только достигнут необходимый результат, будет зафиксировано значение длительности открытого состояния форсунок. Иными словами, управления определяет оптимальный состав смеси и использует LAF датчик для его поддержания в этом диапазоне.

На рисунке 4 (Назначение контактов разъема) назначение LAF-датчика с помощью 8-контактного разъема его контактов. 1. «+» нагревателя (HT оранжевый) 2. "-" нагревателя (GND, желтый) 3. «-» ECM 4. Калибровочный резистор (Label) 5. Свободный 6. Ячейка напряжения (VS+, красный) 7. Насосная ячейка (IP+, красный) 8. Опорное напряжение (IP-, VS+, красный).

Примечание о подключении LAF датчика: в жгуте проводки автомобиля используется семь проводов и подключение с помощью контактного разъема. Но сам датчик подключен к разъему только пятью проводами. К двум контактам разъема присоединены калибровочные резисторы (calibrating resistor), сопротивление которого обычно 4 кОм. Возможно подключение с помощью 10-контактного разъема (фото справа). В этом случае сопротивление "крайнего" резистора примерно 0,65-0,7 кОм, второго - 55 - 60 кОм. Сопротивление нагревателя составляет примерно 2 - 13 Ом.

Проверка LAF датчиков

Главным образом проверка рассматриваемых датчиков состоит из проверок напряжения в трех точках: -«опорное» напряжение (должно быть 2,7 В), -напряжение «насосной» ячейки. Это напряжение эквивалент напряжения кислородного датчика и изменяется в соответствии с изменением состава топливно-воздушной смеси. Однако это напряжение обратно по отношению к обычному датчику: малое (низкое) напряжение - признак богатой смеси и высокое - при бедной. Все эти проверки (рис. 5) выполняются при прогретом до рабочей температуры двигателе и после прогрева датчика при 2000 об/мин в течение 2 минут. Опорное Напряжение (Reference Voltage) Провод, который является общим для обоих датчиков - провод опорного напряжения. Не путайте этот провод с "минусом" корпуса автомобиля (chassis ground), так как на нем есть напряжение.

Проверка опорного напряжения проводится с помощью цифрового вольтметра (DVOM) при подключении положительного входа к контакту «Reference Wire» (контакт No. 8), отрицательного - к общему проводу (контакт No. 6). Значение - 2,7 В. Напряжения на ячейке насоса (Pump Cell Voltage) Напряжение на ячейке насоса наиболее информативное напряжение при диагностике, так как оно отражает состав отработавших газов. Это напряжение не постоянно и должно проверяться с помощью обычного, а еще лучше, цифрового запоминающего осциллографа (digital storage oscilloscope, DSO). Все приведенные процедуры проверки сделаны с использованием DSO в масштабе 500 мВ/дел и 200 мсек/дел при подключении следующим образом: положительный вход (сигнальный) к Pump Cell Control (контакт 7), отрицательный - к Reference Voltage (контакт 8). Значение при обогащении примерно 1,0 В, при обеднении примерно 0,4 В.

Тест "на обогащение" Rich Response Test

Впрыскивайте распылителем топливо во впускной коллектор (или снимите и заглушите вакуумный шланг управления клапаном регулировки давления в топливной системе). Это позволит временно обогатить топливно-воздушную смесь. Напряжение на контакте "pump cell" должно изменить полярность (на отрицательную) и стать равным примерно -1,0 В. На рис. 6 (Результаты проверки с помощью осциллографа.) показаны результаты проверки на Civic VX 1992 года выпуска при заведомо исправном LAF-датчике. Значение напряжения на pump cell на этом автомобиле было приблизительно -1,3 В.

Тест "на обеднение" Lean Response Test Временно обедните смесь. Это произойдет после прекращения подачи дополнительного топлива (или после того, как будет восстановлено вакуумное соединение). Я предсчитаю отсоединить разъем форсунки. Это быстро создаст значительное обеднение смеси в нужное для Вас время. При обедненном состоянии напряжение должно увеличиться примерно до 0,4 ÷ 0,6 В. На рис. 7 (Результаты проверки "на обеднение") показаны результаты такой проверки на том же автомобиле. Значение этого параметра составляет примерно +0,4 В. Эта проверка была проведена при отключении форсунки. Полный диапазон изменения при переходе от положительного к отрицательному напряжению должен превысить 1 В. На тестируемом автомобиле он составлял 1,7 В, что является признаком исправного датчика.

Время отклика (постоянная времени)

Кратковременно обогатите топливную смесь, резко открывая и отпуская дроссельную заслонку. Напряжение pump cell должно немедленно уменьшиться. Время перехода в состояние обогащенной смеси должно быть не более 100 мсек. Если длительность переключения больше, то датчик неисправен и его желательно заменить. На рис. 8 (Результаты проверки на кратковременное обогащение) показаны результаты проверки после как была дважды открыта дроссельная заслонка. После первого открытия произошло временное обеднение (сразу после первоначального обогащенного состояния), и второе открытие проверило способность датчиков реагировать (откликнуться) на изменение состава смеси от обедненной к богатому. Вполне исправный датчик.

Следует заметить, что LAF датчикам присущи те же проблемы, что и обычным кислородным датчикам (см. статьи этой тематики). Наиболее вероятными причинами их неисправностей это обрыв нагревательного элемента и загрязнение датчика из-за применения некачественного топлива. Следует при этом иметь в виду, что цена LAF датчика для Civic HX 1996-1998 гг. иногда составляет более чем 400 \$US. Поэтому чтобы не попасть впросак, следует быть максимально уверенным в необходимости его замены. Надеюсь, что этот материал будет полезен для этого.

Способы диагностики широкополосных датчиков состава смеси другой конструкции - см. в материалах [этой странички](#)

В этих рисунках показаны различные варианты реализации таких датчиков других автопроизводителей.

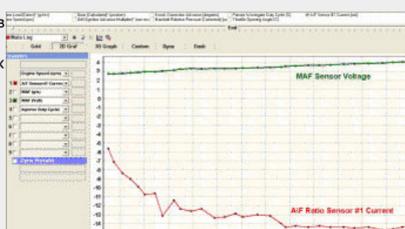
Некоторые PC-based диагностические сканеры позволяют просмотр измененный ток чувствительного элемента широкополосных датчиков состава смеси.

В этих статьях рассмотрены Wide Range Air/Fuel Ratio Sensor Toyota::

[Широко-диапазонные датчики состава смеси, теория](#)

[Широко-диапазонные датчики состава смеси, проверка и диагностика](#)

[Diagnostic specific Wide Range Oxygen Sensor aka Air / Fuel Ratio Sensor Toyota \(by Scan Tools and DVOM\)](#)



V.P.Leshchenko, photo by

Проверка параметров катализаторов при их неисправностях с кодами DTC P0420, P0430 описана в [этой заметке](#) и [статье](#).

2008-2012 al tech page

TopList

378
182
i.ua