



Широкополосные кислородные датчики Toyota
(Diagnostic Wide Range Air/Fuel Sensor)

Как вы помните, в первой части описания широкодиапазонных датчиков¹ состава смеси были рассмотрены физические основы их функционирования. В новой редакции главы [ЭТОЙ КНИГИ](#) рассматриваются различные способы² их проверки. Необходимость проверки сабжа возникает при считывании кодов неисправностей, которые непосредственно указывают на его поломку, при системных неисправностях (например, при значительном отклонении параметров топливной коррекции) и при неисправности некоторых других узлов инжекторной системы.

Коды самодиагностики датчиков состава топливно-воздушной смеси

Напомню, что производители постоянно совершенствуют свою продукцию и поэтому не все перечисленные коды актуальны для автомобилей всех выпускаемых моделей.

Таблица 1. Перечень некоторых кодов неисправностей датчиков состава смеси Toyota.

P0125	Insufficient Coolant Temperature for Closed Loop Fuel Control
P1032	A/F sensor heater circuit high (Bank 1 Sensor 1)
P1031	A/F sensor heater circuit low (Bank 1 Sensor 1)
P1130	A/F Sensor Circuit Range/Performance Malfunction (Bank 1 Sensor 1)
P1131	A/F sensor Circuit low (Bank 1 Sensor 1) Old DTC P1130
P1132	A/F sensor Circuit high (Bank 1 Sensor 1) Old DTC P1130
P1133	A/F Sensor Circuit Response Malfunction (Bank 1 Sensor 1)
P1134	A/F sensor Circuit no activity detected (Bank 1 Sensor 1) Old DTC P0125
P1135	A/F Sensor Heater Circuit Malfunction (Bank 1 Sensor 1)
P1136	A/F Sensor Circuit Malfunction (Bank 1 Sensor 2)
P1139	A/F Sensor Circuit Slow Response (Bank 1 Sensor 2)
P1141	A/F Sensor Heater Circuit Malfunction (Bank 1 Sensor 2)
P1150	A/F Sensor Circuit Range/Performance Malfunction (Bank 2 Sensor 1)
P1151	A/F sensor Circuit low (Bank 2 Sensor 1) (Coolant Heat Storage Tank) Old DTC P1150
P1152	A/F sensor Circuit high (Bank 2 Sensor 1) Old DTC P1150
P1153	A/F Sensor Circuit Response Malfunction (Bank 2 Sensor 1)
P1154	A/F sensor Circuit no activity detected (Bank 2 Sensor 1) Old DTC P0125
P1155	A/F Sensor Heater Circuit Malfunction (Bank 2 Sensor 1)
P1156	A/F Sensor Circuit Malfunction (Bank 2 Sensor 2)
P1159	A/F Sensor Circuit Slow Response (Bank 2 Sensor 2)
P1161	A/F Sensor Heater Circuit Malfunction (Bank 2 Sensor 2)
P2237	Oxygen Sensor Pumping Current Circuit / Open (for A/F sensor) (Bank 1 Sensor 1)
P2238	Oxygen Sensor Pumping current Circuit Low (for A/F Ratio Sensor B1S1) – LC '06
P2239	Oxygen Sensor Pumping current Circuit High (for A/F Ratio Sensor B1S1)
P2241	Oxygen Sensor Pumping current Circuit Low (for A/F Ratio Sensor B2S1)
P2242	Oxygen Sensor Pumping current Circuit High (for A/F Ratio Sensor B2S1)
P2251	Oxygen Sensor Reference Ground Circuit / Open (for A/F sensor) (Bank 1 Sensor 1)
P2252	Oxygen Sensor Reference Ground Circuit Low (for A/F Ratio Sensor B1S1)
P2253	Oxygen Sensor Reference Ground Circuit High (for A/F Ratio Sensor B1S1)
P2255	Oxygen Sensor Reference Ground Circuit Low (for A/F Ratio Sensor B2S1)
P2256	Oxygen Sensor Reference Ground Circuit High (for A/F Ratio Sensor B2S1)
P2A00	A/F Sensor Circuit Slow Response (Bank 1 Sensor 1) LC '06
P2A03	A/F Sensor Circuit Slow Response (Bank 2 Sensor 1) LC '06
P3195	A/F Sensor Circuit Range / Performance Lean side (Bank 1 Sensor 1)
P3196	A/F Sensor Circuit Range / Performance Rich side (Bank 1 Sensor 1)
P3231	A/F sensor plus-minus Circuit correlation (Bank 1 Sensor 1)
P3232	A/F sensor plus-minus Circuit correlation Low (Bank 1 Sensor 1)
P3233	A/F sensor plus-minus Circuit correlation High (Bank 1 Sensor 1)
P3243	A/F sensor plus circuit (Bank 1 Sensor 1)
P3245	A/F sensor plus circuit low voltage (Bank 1 Sensor 1)
P3246	A/F sensor plus circuit high voltage (Bank 1 Sensor 1)
P3251	A/F sensor minus circuit (Bank 1 Sensor 1)
P3252	A/F sensor minus circuit low voltage (Bank 1 Sensor 1)
P3253	A/F sensor minus circuit high voltage (Bank 1 Sensor 1)

¹ Аналогичный датчик используется Subaru, например, Impreza '00

² Частично использованы данные, любезно предоставленные John Thornton из Pro-Tec Auto Repair

Список кодов возглавляет код неисправности, описание (перевод) содержания которого, «внешне» не имеет никакого отношения к этим датчикам.

Код P0125 - недостаточная температура для реализации управления составом смеси с обратной связью. И хотя формально он указывает на «недостаточную температуру двигателя для вхождения системы в режим замкнутой обратной связи», этот код непосредственно связан с состоянием датчика состава смеси. Код устанавливается, если при прогревом двигателя напряжение датчика состава смеси не изменяется, по крайней мере, полторы минуты при следующих условиях:

- частота вращения двигателя 1500 об/мин и более
- скорость автомобиля 40 - 100 км/час
- дроссельная заслонка не полностью закрыта (IDL: ON)
- спустя 140 секунд после запуска двигателя

Коды **P1130/1150** - неисправность электрических цепей и/или неправильное функционирование датчика состава топливно-воздушной смеси (B1S1/B1S2). Эти коды возникают, если напряжение на датчике остается постоянным в течение некоторого времени. При этом ECM проверяет исправность электрических цепей подключения, быстродействие и исправность нагревателя. Проверка осуществляется непрерывно, а не "один раз за поездку". Результаты этой проверки не фиксируются в некоторых режимах диагностического оборудования Mode #5. В режиме **Mode #6** можно просмотреть результаты проверки.

Условия фиксирования (кода) неисправности:

- выходное напряжение датчика более 3,8 В или менее 2,8 В при XX прогретого двигателя
- выходное напряжение датчика не изменяется (3,3 В) после запуска прогретого двигателя
- обрыв или замыкание электрических цепей датчика

Следует помнить, что напряжение на датчике изменяет БУ и, если напряжение на датчике остается постоянным, то это может быть вызвано обрывом сигнального провода.

P1133/1153 - недостаточное быстродействие датчика (B1S1/B1S2).

ECM проверяет (тестирует) быстродействие датчика, то есть время отклика на изменение состава смеси. ECM проверяет временные характеристики датчика и сравнивает с записанными в памяти. При несоответствии показателей в память заносится соответствующий код. ECM проверяет это состояние при полностью прогретом двигателе, частоте его вращения двигателя более 1400 об/мин и при скорости автомобиля более 60 км/час

P1135/1155 - неисправность нагревателя датчика (B1S1/B1S2). Почти самая простая неисправность, так как в большинстве случаев достаточно проверки тестером сопротивления подогревателя датчиков и напряжения их питания. ECM проверяет состояние нагревателей всех датчиков кислорода и протекающий через них ток. Если обнаруживается слишком большой (более 8 А) или малый ток (менее 0,25 А), то в память записывается соответствующий код. При этом дополнительно может быть записан и код P0125. Напомню, что ECM управляет (модулирует) скважностью импульсов подогрева (фото). При нескольких датчиках напряжение питания на подогреватели подается через реле. При таком коде обязательна проверка сопротивления нагревателя датчика и напряжения питания на обоих контактах.

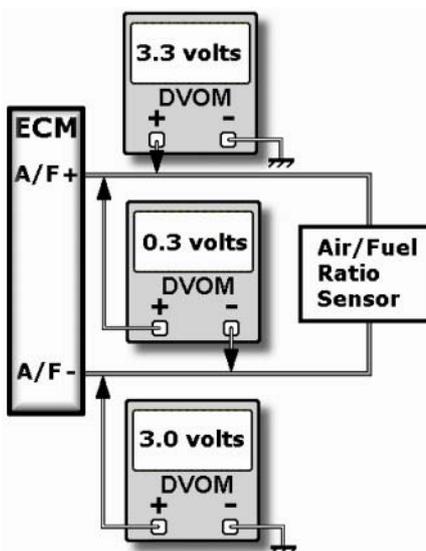


Проверка параметров

Первичная проверка датчика состава смеси заключается в измерении напряжения на его сигнальных проводах при включенном зажигании, но при не заведенном двигателе (рисунок). Естественно, в этой ситуации напряжение на электродах чувствительного элемента не изменяется. Проверка малоинформативная, но необходимая.

Примечание: перед проведением ниже описанных тестов обязательно убедитесь в том, что у Вас есть возможность считать коды самодиагностики и очистить память кодов. БУ не может не заметить отключение сигнальных проводов этого датчика.

Считаю необходимым оговорить сразу, что далеко не все из далее предложенных проверок изящны. Но что делать, если цены на OEM-сканеры данных достаточно высоки. Но поскольку такие датчики тоже стоят немало, то достоверность диагноза о необходимости его замены должна быть 100% и поэтому могут понадобиться дополнительные проверки. Кроме этого, напомню, что все описанные тесты должны проводиться при исправном и подключенном нагревательном элементе. Перед проведением проверок обязательно убедитесь в том, что ваш сканер в состоянии соединиться с БУ диагностируемого автомобиля.



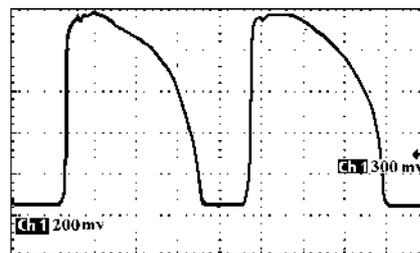
Датчики состава смеси (AFR Sensors) ч.2

Справа показана выходная характеристика датчика при отключении его сигнальных проводов от ECM, то есть при размыкании цепи протекания электрического тока через чувствительный элемент. Обедняющая и обогащая смесь и проверка при этом его выходное напряжение, можно провести проверку исправности датчика. В этой ситуации его выходное напряжение аналогично напряжению обычного кислородного датчика. Эта проверка может быть проведена с помощью стрелочного вольтметра с достаточно большим входным сопротивлением, цифрового вольтметра с малым временем преобразования или, что еще лучше, с помощью осциллографа (рисунок слева). Повторюсь, суть этой проверки заключается в том, что от датчика отсоединяются оба сигнальных провода и к ним подключается измерительный прибор. При этом обязательно должно быть обеспечено подключение нагревателя датчика.



Прим. Возникающий при такой проверке, например, код P2238 является «служебным» и удаляется использованием функции «Clear Codes».

После полного прогрева датчика (для ускорения этого можно «поддержать» двигатель на повышенных оборотах) кратковременно снимается и глушится вакуумный шланг управления регулятором давления в топливной системе (если таковой находится под капотом, а не в баке). Это приводит к повышению давления в топливной системе и, как следствие, увеличивается количество топлива, то есть

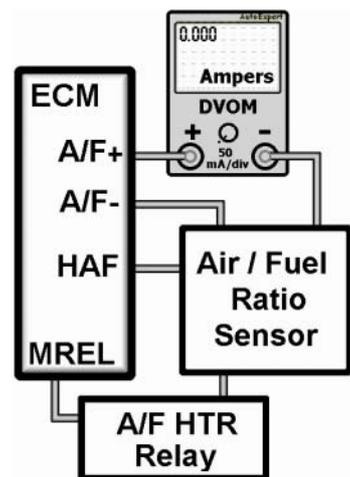


обогащается топливно-воздушная смесь. Распыление топлива в воздуховод (после воздушного фильтра) является другим способом её обогащения. На рисунке справа показан результат такой проверки при XX прогретого двигателя. Топливная смесь была обогащена дважды в течение 5 секунд. Пока смесь достаточно богатая, его выходное напряжение увеличивается до одного вольта.

В этом режиме (при отключении смещения за счет разъединения сигнальных проводов датчика) широкополосный датчик практически ничем не отличается от обычного кислородного датчика и генерирует напряжение, величина которого зависит от состава смеси.

Похожая проверка состоит в том, что при XX прогретого двигателя периодически отключалась и подключалась форсунка одного из цилиндров. Это приводило к кратковременному обеднению смеси, на что датчик реагировал уменьшением выходного напряжения.

Следующий тест позволяет провести количественную оценку параметров этого датчика. Для его проведения необходимо восстановить подключение датчика к БУ, но в разрыв сигнального провода "3.3B" (контакт "A/F+", обычно синий провод) подключить относительно быстродействующий цифровой амперметр.



Ток датчика при обедненной смеси



Ток датчика при обогащенной смеси

Измерительный прибор устанавливается в режим проверки постоянного тока с пределом измерения 20... 50 миллиампер и с его помощью фиксируется ток датчика. На этих фотографиях заметно изменение направления протекания тока.

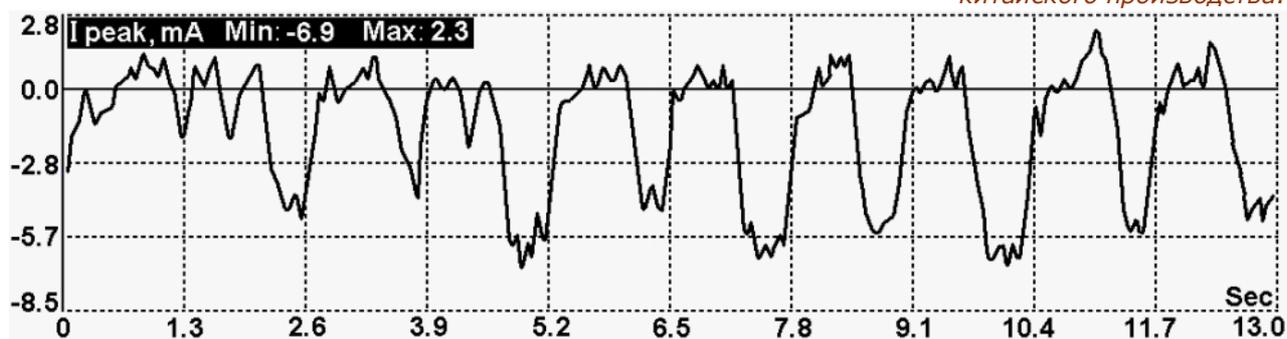
Следующие пять графиков John получил с помощью Fluke 867. Это почти оригинальное средство сканирования.

Вертикальная шкала - ток датчика (в миллиамперах), по горизонтальной оси - время (в секундах). На графиках отображено изменение тока датчика во времени при разных режимах двигателя. В некотором смысле это альтернатива дилерскому сканеру данных при диагностике рассматриваемых в этой главе датчиков.

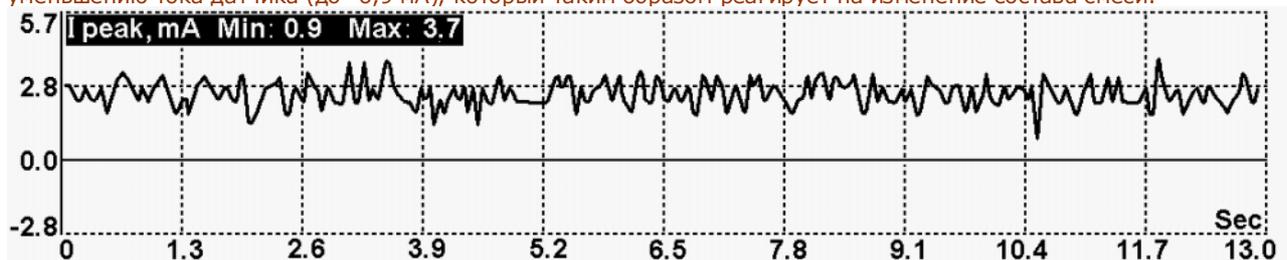


Датчики состава смеси (AFR Sensors) ч.2

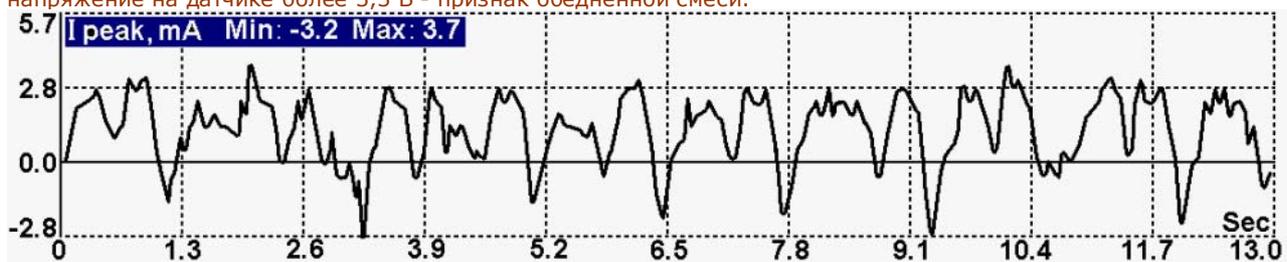
Примечание: в принципе аналогичные результаты могут быть получены и при измерении тока датчика обычным достаточно быстродействующим цифровым амперметром. Но только не китайского производства.



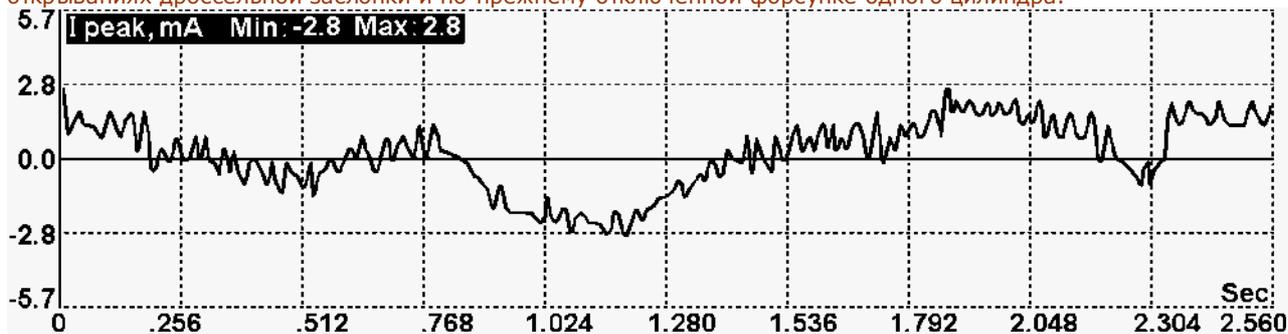
Кратковременные резкие открывания дроссельной заслонки приводят к временному обогащению смеси и уменьшению тока датчика (до -6,9 мА), который таким образом реагирует на изменение состава смеси.



Отключение одной форсунки, как и ожидалось, приводит к обеднению смеси. При этом средний ток датчика составляет примерно 2,8 мА. При этом и напряжение на датчике увеличилось до 3,5 В. Напомню, что напряжение на датчике более 3,3 В - признак обедненной смеси.



На этом графике представлена реакция датчика (изменение его тока) при кратковременных и резких открываниях дроссельной заслонки и по-прежнему отключенной форсунке одного цилиндра.



Этот график отображает изменение выходного тока после того, как форсунка была снова подключена. Заметны колебания тока, которые есть результат попыток БУ восстановить контроль над составом смеси и восстановить нормальный режим.



Этот график показывает изменение тока датчика при ускорении и при замедлении автомобиля.

Можно заметить, что описанные проверки достаточно трудоемки. Действительно, применение достаточно продвинутых диагностических сканеров может намного облегчить его проверку и повысить её эффективность и достоверность. Поэтому «на безрыбье и ...» при отсутствии «тяжелых» сканеров эти способы могут использоваться как альтернативные в т.ч. и для повышения достоверности поставленного диагноза.

Датчики состава смеси (AFR Sensors) ч.2

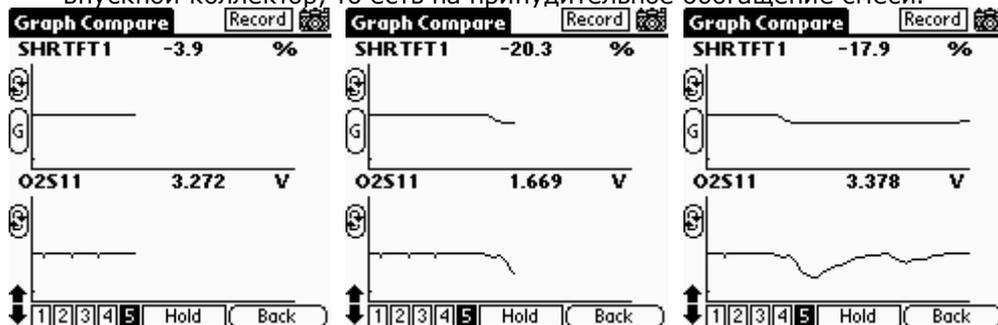
При этом следует признать, что типичная для техников пост-советского пространства, технология проверок с помощью осциллографа напряжения датчика при стандартном его подключении – мало информативна и практически бесполезна. Осциллограф или вольтметр реально применимы только для проверки напряжения датчика при отключении его сигнального провода от БУ. «Другие



времена рождает другие песни», поэтому наиболее качественный и эффективный способ – это применение диагностических сканеров, программное обеспечение которых правильно интерпретирует значения соответствующих регистров ECU и выводит на экран корректный данные. «Технология умножения на счетах», может быть, интересна, но стоит ли ею заниматься в наше время?

На фото слева показано как реализуется проверка и подключение к датчику нескольких измерительных приборов. 1 - разъем проводки, к которому штатно подключается разъем датчика (2). При проверке они разъединяются и между ними подключается специально изготовленный переходник (3). Подробно это приспособление описано в другой статье. Его использование позволяет избежать применения иголок при подключении, то есть устранить риск повреждения изоляции проводов. Кроме этого, использование переходника повышает надежность подключения и, главное, с его помощью можно осуществить размыкание проводов без насилия (разрушения) над ними. И конечно, значительно повысить надежность соединения.

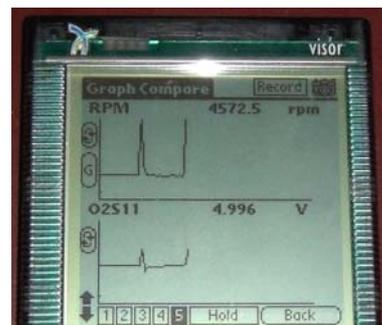
Рассмотрим несколько примеров. На этих рисунках показаны последовательные Screen Shots реакции исправной инжекторной системы Toyota Camry 2005MY на распыление бензина во впускной коллектор, то есть на принудительное обогащение смеси.



Нормальное состояние системы

Результат обогащения смеси.

Система во время восстановления



Изменение "O2S11 Voltage" при резком открывании дроссельной

На втором Screen Shot сканера заметно уменьшение параметра "O2S11 (Voltage)". На правом фото – его реакция на резкое ускорение.

Оговорю, что в «исходном состоянии» автомобиль полностью исправен и напомним, что в нем используются широкополосный датчик второго поколения «планарного типа» и еще два последовательно установленных кислородных датчика (B1S2 и B1S3). Что кстати подтверждается и этим скриншотом.

Заводское руководство по ремонту (Service Repair Manuals) рекомендует использовать для проверки датчика состава топливной смеси OEM-сканер. С его помощью проверка достаточно проста и эффективна.

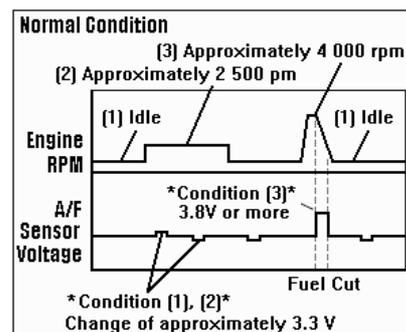
Ее суть состоит в том, что в меню «ACTIVE TEST» топливно-воздушная смесь с помощью сканера принудительно обедняется и обогащается и при этом проверяется реакция датчика. При обогащении смеси на «+25 %» напряжение на датчике должно уменьшится не менее чем до 3.0 вольт. При обеднении «-12.5 %» - повысится до 3.35 В и более.

Другая проверка заключается в проверке параметра датчика (Value "Voltage of A/F Sensor") при различных режимах прогрева двигателя.

1. Двигатель работает при ХХ не менее 30 секунд.
2. Двигатель разгоняется и удерживается примерно на 2,500 об/мин.
3. Кратковременно увеличивается скорость вращения до 4,000 об/мин и после этого полностью отпускается педаль газа. На рисунке справа показан результат при полностью исправном датчике. Участки 1 и 2 соответствуют изменению напряжения от стандартного (3.3 вольта) в диапазоне примерно 3.1 ÷ 3.5 вольт. Участок 3 соответствует режиму принудительного ХХ, когда при отпущенной педали газа и еще достаточно большой скорости вращения двигателя, ECU кратковременно прекращает подачу топлива. Естественно в этом режиме смесь обедняется, и напряжение на датчике увеличивается примерно до 3.8 вольта.

Oxygen Monitor Data	
Bank 1 Sensor 1	
Bank 1 Sensor 2	
Bank 1 Sensor 3	
Bank 1 Sensor 4	
Bank 2 Sensor 1	
Bank 2 Sensor 2	
Bank 2 Sensor 3	
Bank 2 Sensor 4	

Tap over sensor for more info



Таким образом, этот все еще экзотический датчик можно диагностировать и проверять несколькими способами.

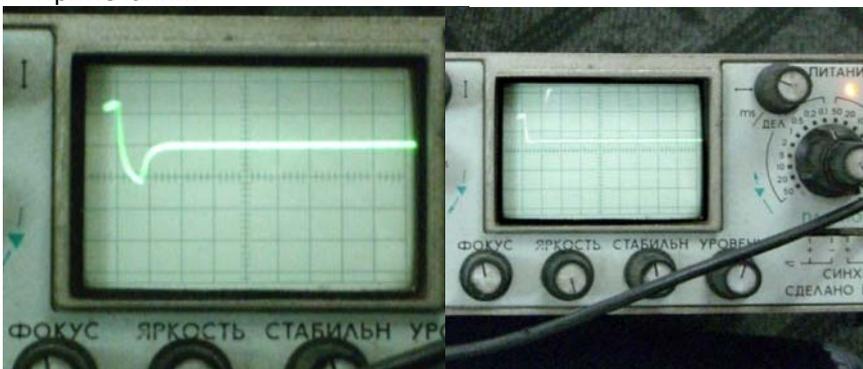
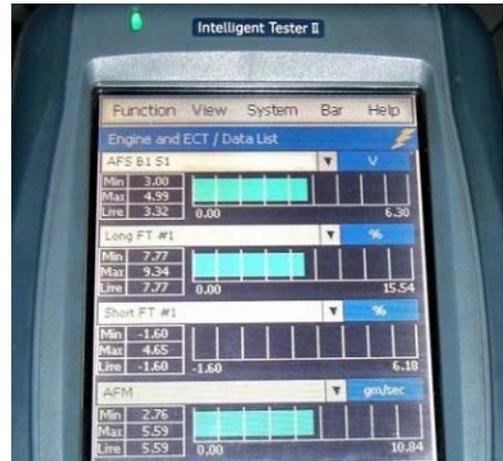
Первый способ реализуется при разъединении сигнальных проводов датчика от БУ и подключении к ним осциллографа. При этом нагреватель обязательно должен быть подключен. Методика проверки такая же, как и для обычного кислородного датчика.

Второй способ заключается в измерении тока датчика при различных режимах двигателя с помощью амперметра, который подключается последовательно в разрыв одного сигнального провода.

Третий с помощью обычных (Generic) сканеров, которые считывают из памяти БУ поток данных и отображают на экране параметры этих датчиков. К сожалению, пока еще не все сканеры абсолютно достоверно отображают некоторые его параметры.

Четвертый способ – с помощью активных тестов OEM-сканера.

Примечания.

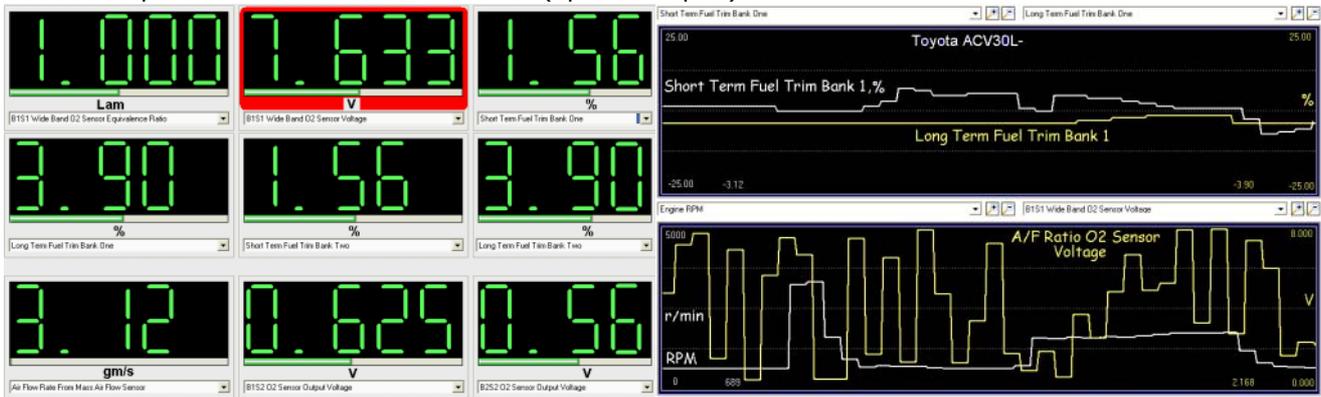


Холостой ход двигателя

Принудительный холостой ход

1. Интересна форма напряжения между сигнальными проводами при проверке ее осциллографом. Слева осциллограмма этого сигнала (при 0.1 ms/div, 0.1V/div). Период повторения этих импульсов примерно 35 ms. На следующем фото – это же напряжение при достаточно большой скорости вращения двигателя, но отпущенной педали газа.

2. Некоторые «неслабые» сканеры как-то странно интерпретируют параметры этих датчиков. Непонятно, почему при полностью исправной инжекторной системе³, сканер (AE) так показывает это «напряжение» и в таком диапазоне (правый скрин).



Не исключено, что это «вопрос терминологии». К его обсуждению, может быть, вернемся позднее.

April 2007
Copyright 2007 © V. P. Leshchenko

Другие статьи о практике диагностики и ремонта в этой страничке:
"Story of the Month" (by al tech page in <http://alflash.com.ua/story.htm>)

³ Toyota заявляет для PID "AFS B1S1": Minimum: 0 V; Maximum: 7.999 V; at Idle: 2.8 to 3.8 V