**Электронные блоки управления двигателем (ECU)**

Признаки неисправности ECU

Отсутствие сигналов управления форсунками, зажиганием, бензонасосом, клапаном или механизмом холостого хода, другими исполнительными механизмами.

Отсутствие реакции на Лямбда - регулирование, датчик температуры, датчик положения дроссельной заслонки и т. д.

Отсутствие связи с диагностическим прибором.

Физические повреждения (сгоревшие радиоэлементы, проводники) .

Диагност который квалифицированно определит неисправен ли блок и по какой функции находится, например, в дружественном нам автосервисе

Причины возникновения неисправности ECU

1. Неквалифицированное вмешательство в электрику автомобиля при установке сигнализаций и проведения ремонта.

2. "Прикуривание" от машины с работающим двигателем.

3. "Переполярность" при подключении аккумуляторной батареи.

4. Снятие клеммы аккумуляторной батареи на работающем двигателе.

5. Включение стартера с отсоединенной силовой шиной;

6. Попадание электрода при проведении сварочных работ на датчики или проводку автомобиля.

7. Попадание воды в ECU.

8. Обрыв или замыкание проводки.

9. Неисправность высоковольтной части системы зажигания: катушки, провода, распределитель

Характер повреждений ECU - почти всегда позволяет дать рекомендации по проверке тех или иных систем двигателя. Это существенный момент, т.к. если ECU вышел из строя вследствие возникшей проблемы в электропроводке или исполнительном механизме, простая замена ECU может ничего не дать, кроме двух, трех и т.д. сгоревших блоков.

Излагаемые ниже способы нахождения неисправностей направлены прежде всего на то, чтобы искать неисправность по принципу «презумпции невиновности ECU». Другими словами, если нет прямых доказательств выхода ECU из строя , то следует предпринять поиск причины неисправности а/м в предположении исправности ECU. A прямых доказательств существует всего два: либо ECU имеет видимые повреждения, либо проблема уходит при замене ECU на заведомо исправный ( ну, либо переносится на заведомо исправную а/м вместе с блоком).

Однако, поскольку смысл такого поиска – в движении от простого к сложному, т.е. в конце концов опять-таки к ECU, то и поиск должен осуществляться не произвольно, а ( вслед за общими соображениями здравого смысла ) путем последовательных проверок функций системы управления двигателем. Эти функции в свою очередь четко разделяются на функции, обеспечивающие работу ECU, и на функции, исполняемые ECU.

Понятно, что вначале должны проверяться функции обеспечения, затем – функции исполнения. Каждые из этих видов могут быть представлены списком в порядке убывания значимости для работы системы управления вцелом.

Диагностика успешна только тогда, когда указывает на важнейшую из утраченных функций, а не на произвольный набор таковых. Это существенный момент, т.к. потеря одной функции обеспечения может приводить к невозможности работы нескольких функций исполнения. Последние не будут работать, но отнюдь не будут утрачены, их отказ произойдет просто в результате причинно-следственных связей. Именно поэтому такие неисправности принято называть наведенными.

При непоследовательном поиске наведенные неисправности маскируют истинную причину проблемы ( весьма характерно для диагностики сканером ). Понятно, что попытки бороться с наведенными неисправностями «в лоб» ни к чему не приводят, повторное сканирование ECU дает прежний результат. Ну а ECU «есть предмет темный и научному исследованию не подлежит», да и заменить его для пробы, как правило, нечем – вот схематичные наброски процесса ошибочной забраковки ECU.

Итак, универсальный алгоритм поиска неисправности электрики двигателя таков:

1. визуальный осмотр, проверка простейших соображений здравого смысла;

2. сканирование ECU, чтение кодов неисправностей ( по возможности )

3. осмотр ECU или проверка путем замены ( по возможности )

4. проверка функций обеспечения работы ECU;

5. проверка функций исполнения ECU

С чего начать?

Важная роль принадлежит подробному опросу владельца о том, какие внешние проявления неисправности он наблюдал, как возникла или развивалась проблема, какие действия в этой связи уже были предприняты. Следует уделить внимание вопросам про сигнализацию ( противоугонную систему ), т.к электрика дополнительных устройств заведомо менее надежна из-за упрощенных приемов их установки ( например, пайка при подсоединении дополнительной проводки, как правило, не применяется ).

Кроме того, необходимо точно установить, какая именно а/м перед Вами. Устранение сколько-нибудь серьезной неисправности в электрике предполагает использование электрической схемы. Электросхемы сведены в специальные компьютерные базы и ныне весьма доступны (ссылка), надо лишь правильно выбрать нужную. Обычно, если задать самую общую информацию по а/м ( отметим, что базы по электросхемам не оперируют VIN-номерами ), поисковик базы найдет несколько разновидностей модели а/м, и потребуется дополнительная информация, которую может сообщить владелец. Например, название двигателя всегда записано в техпаспорте а/м – буквы перед номером двигателя.

Осмотр и соображения здравого смысла.

Визуальный осмотр играет роль простейшего средства. Заметим, что это совсем не означает простоту проблемы, причина которой, возможно, будет найдена таким способом.

В процессе предварительного осмотра должно проверяться:

1. наличие топлива в бензобаке;

2. отсутствие затычки в выхлопной трубе;

3. затянуты ли клеммы аккумуляторной батареи (АКБ) и их состояние;

4. отсутствие видимого повреждения электропроводки;

5. хорошо ли вставлены ( должны быть защелкнуты ) разъемы проводки двигателя;

6. предыдущие чужие действия по преодолению проблемы;

7. подлинность ключа зажигания – для а/м со штатным иммобилайзером.

Чтение кодов неисправностей.

Сканирование ECU или активация самодиагностики а/м позволят быстро определить несложные проблемы, например, из числа обнаружения неисправных датчиков. Особенностью здесь является то, что для ECU часто все равно: неисправен сам датчик, или в обрыве его проводка.

Исполнительные механизмы ( например, реле, управляемые ECU ) проверяются сканером в режиме принудительного включения нагрузок. Здесь опять-таки важно отличать дефект в нагрузке от дефекта в ее проводке.

По-настоящему должна настораживать ситуация, когда наблюдается сканирование множественных кодов. При этом весьма велика вероятность того, что часть из них относится к наведенным неисправностям.

Указания на неисправность ECU ( например, когда нет связи или не читается титул ) означают скорее всего, что ECU обесточен.

Если Вы не располагаете сканером, большую часть из того, что он проверяет, можно сделать вручную ( см. разделы «Проверка функций…» ). Конечно это будет медленнее, но при последовательном поиске и объем работы будет меньше, чем делает сканер.

Осмотр и проверка ecu.

В тех случаях, когда доступ к ECU прост, а сам ECU может быть легко вскрыт, следует осмотреть ECU. Вот что может наблюдаться в неисправном ECU:

1. обрывы, отслоение токоведущих дорожек, часто с характерными подпалинами;

2. вспученные или треснувшие электронные компоненты;

3. прогары печатной платы вплоть до сквозных;

4. вода;

5. окислы белого, сине-зеленого или коричневого цвета;

Как уже было сказано, достоверно проверить ECU можно путем замены на заведомо исправный. Очень хорошо, если сервис располагает проверочным ECU. Однако следует считаться с риском вывести его из строя, ведь часто первопричина сгоревшего ECU – неисправность внешних цепей. Поэтому необходимость иметь проверочные ECU неочевидна, а сам прием следует применять с большой осмотрительностью. На практике гораздо продуктивнее в начальной фазе поиска считать ECU исправным уже только потому, что его осмотр не убеждает в обратном. Впрочем и осмотром ECU поначалу можно пренебречь.

Иногда бывает достаточно осмотреть место установки. Не так уж редко оно оказывается залито водой, что губительно для ECU негерметичного исполнения. Заметим, что разъемы ECU также бывают как герметичного так и простого исполнения. Разъем должен быть сухим ( допустимо применять в качестве водоотталкивающего средства, например, WD-40 ).

Проверка функций обеспечения.

К функциям обеспечения работы ECU относятся:

1. электропитание ECU как электронного устройства;

2. ответ транспондера иммобилайзера – если имеется штатный иммобилайзер;

3. запуск и синхронизация ECU от датчиков положения коленвала и/или распредвала;

4. информация с прочих датчиков.

Проверьте отсутствие сгоревших предохранителей.

Проверьте напряжение АКБ в режиме работы стартера ( допускается, как правило, не менее 9в ).

Проверьте сопротивления между минусовой клеммой АКБ и массой кузова; и массой двигателя.

Затруднения в проверке питания обычно происходят тогда, когда ее пытаются провести, не имея схемы включения ECU в проводку. За редким исключением на разъеме жгута ECU (последний на время проведения проверки следует снять ) присутствует несколько напряжений +12в при включенном зажигании. Чаще это – соединение с АКБ ( «30» ) и с замком зажигания ( «15» ). «Дополнительное» питание может поступать с главного реле ( MAIN RELAY ) .

В том случае, если главное реле должно включаться самим ECU, следует подать потенциал массы на контакт разъема жгута ECU, соответствующий обмотке реле, и наблюдать появление дополнительного питания.

Должны быть целыми провода соединения ECU с массой, которых тоже, как правило, несколько. Неудобно устанавливать их целостность прозвонкой тестером, т. к. такая проверка не отслеживает сопротивлений порядка десятков ом (на индикатор тестера при прозвонке редко кто смотрит ), лучше пользоваться контрольной лампой.

Если а/м оснащена штатным иммобилайзером, после включения зажигания должен произойти обмен кодовыми посылками между ECU и транспондером иммобилайзера. Об успешности этого обмена судят по индикатору на приборной панели ( должен погаснуть, не путать с лампой ”check engine” ). Если индикатор иммобилайзера отсутствует, обмен следует наблюдать на К-линии ECU ( или диагностического разъема ) осциллографом. Наиболее распространенные проблемы здесь – плохой контакт в месте подсоединения кольцевой антенны иммобилайзера ( располагается вокруг скважины замка зажигания ) и изготовление владельцем ключа -- механического дубликата, не содержащего идентификационной метки.

Управление впрыском и зажиганием требует запуска ECU как генератора импульсов управления; и синхронизации генерации с механикой двигателя. Поэтому роль датчиков вращения ( будем применять этот термин для краткости ) первостепенна. Если ECU не получает импульсов необходимых амплитудно-фазовых параметров, работать как генератор он не будет. Сведения об этих параметрах содержатся в базах данных ( см.)

Амплитуда импульсов может быть измерена осциллографом, правильность фаз проверяется по меткам установки ремня (цепи) газораспределительного механизма ( ГРМ ). Датчики вращения индуктивного типа проверяются путем замера их сопротивления ( обычно 0.2…0.9 Ком -- см. базы данных ). Датчики Холла удобно проверять светодиодным пробником.

Прочие датчики выполняют вторичную роль по сравнению с датчиками вращения, поэтому здесь скажем лишь, что в первом приближении проверить их исправность можно путем отслеживания изменения напряжения на сигнальном проводе вслед за изменением того параметра, который измеряет датчик. Если измеряемая величина меняется, а напряжение на выходе датчика – нет, он неисправен. Многие датчики проверяются путем замера их электрического сопротивления и сравнения с образцовым значением ( см. базы ).

Проверка функций исполнения.

К функциям исполнения ECU относятся:

1. управление главным реле;

2. управление реле бензонасоса;

3. управление зажиганием;

4. управление форсунками;

5. управление побудителем холостого хода ( IDLE ACTUATOR – иногда это просто клапан );

6. управление дополнительными реле;

7. лямбда-регулирование;

8. управление дополнительными устройствами;

Управление главным реле, если проведена проверка его работы как обеспечивающей функции, может быть установлено путем замера напряжения на том контакте разъема ECU, на который подает напряжение это реле ( т.е. по следствию ). Указанное напряжение должно появиться после включения зажигания. Конечно, такая проверка предполагает целостность проводки. Другой способ проверки – маломощной контрольной лампой ( не более 1 вт ), включаемой между +12в и управляющим контактом ECU. Обратите внимание: лампа должна гореть полным накалом после включения зажигания.

Проверка управления реле бензонасоса должна учитывать логику работы бензонасоса. На некоторых а/м обмотка этого реле запитывается с контакта главного реле.

На практике часто проверяют весь канал ECU-реле-бензонасос по характерному жужжащему звуку предварительной подкачки топлива в течение 1…3 сECUнд после включения зажигания. Однако такая подкачка есть не на всех а/м, что объясняется подходом разработчика: считается, что отсутствие подкачки благотворно влияет на механику двигателя в связи с опережающим началом работы масляного насоса. В таком случае можно пользоваться контрольной лампой ( мощностью до 1 вт ), как это было описано в проверке управления главным реле ( с поправкой на логику работы бензонасоса ). Этот прием более правильный, т.к., например, если наблюдается первоначальная подкачка, то совсем не обязательно бензонасос будет работать при попытке запустить двигатель.

Дело в том, что в ECU может содержаться «на одном проводе» до трех функций управления реле бензонасоса. Кроме подкачки, может быть функция включения бензонасоса по сигналу включения стартера («50»), а также – по сигналу датчиков вращения. Соответственно каждая из трех функций зависит от своего обеспечения, что собственно и заставляет их различать.

Заметим, что разрыв цепи управления реле бензонасоса – распространенный способ блокировки в противоугонных целях, используется в целом ряде охранных систем.

В некоторых моделях а/м в целях безопасности применяется автоматический размыкатель проводки бензонасоса ( размещается в багажнике ), срабатывающий на удар.

Для восстановления работы бензонасоса требуется взводить размыкатель вручную.

Управление зажиганием обычно проверяют по следствию -- наличию искры. Делать это можно с помощью заведомо исправной свечи зажигания, подсоединив ее к высоковольтному проводу, снятому со свечи двигателя ( проверочную свечу удобно разместить в монтажном «ухе» двигателя ). Во избежание повреждений катушки, коммутатора или контроллера нельзя проверять искру с высоковольтного провода на массу без подсоединенной свечи!

В случае отсутствия искры следует проверить наличие напряжения питания на катушке зажигания («15» провод на схеме электропроводки) и управляющих импульсов, приходящих на «1» контакт катушки от ECU или коммутатора. Проверять наличие импульсов на катушке следует с помощью контрольной лампы, а на ECU, работающим с коммутатором, – с помощью индикатора импульсов ( не путать со светодиодным пробником ) или осциллографом при вращении двигателя стартером. Заметим, что неисправный коммутатор может блокировать работу ECU, поэтому проверка может проводиться и при отключенном коммутаторе – с использованием индикатора импульсов ( осциллограф в этом случае часто неприменим ).

Работу форсунок начинают проверять с измерения напряжения на их общем проводе питания при включенном зажигании - оно должно быть близко к напряжению на аккумуляторной батарее. Иногда это напряжение поставляет реле бензонасоса, в этом случае логика его появления повторяет логику работы бензонасоса данной а/м. Целостность обмотки форсунки может быть проверена тестером ( базы данных приводят сведения о номинальных сопротивлениях ).

Проверить наличие импульсов управления можно с помощью светодиодного пробника, более правильно – 12в-ой лампочкой небольшой мощности, подсоединившись вместо ( или в параллель ) любой из форсунок. При включении стартера должны наблюдаться вспышки пробника. Однако, в случае отсутствия напряжения на общем проводе питания форсунок, такая проверка не покажет импульсов, даже если они есть. Тогда следует переключиться с этого провода на «+» АКБ – пробник покажет импульсы, если они есть ( предполагаем, что провод управления цел ).

Следует иметь ввиду, что встречаются неисправности ( ECU ), когда в результате наличия постоянного минуса ( вместо периодических импульсов управления ) форсунки остаются все время открытыми, и при работающем бензонасосе наливают столько бензина, что, при долговременных попытках завестись, можно повредить механику двигателя. Проверьте, не увеличивается ли уровень масла ( вследствие того, что бензин через разрез поршневых колец стекает в картер двигателя).

При проверке импульсов управления на катушках и форсунках важно отслеживать ситуацию, когда импульсы присутствуют, но в пределах их длительности не происходит коммутации нагрузки с массой напрямую. Встречаются случаи ( неисправности ECU ), когда коммутация происходит через появившееся сопротивление. Об этом будет свидетельствовать сравнительно пониженная яркость вспышек контрольной лампы или ненулевой потенциал импульса управления ( проверяется осциллографом ). Отсутствие управления хотя бы одной форсункой или катушкой, а равно ненулевой потенциал импульсов управления приведут к неровной работе двигателя, его будет трясти.

Работу пусковой форсунки проверяют совершенно аналогично. Состояние холодного двигателя можно сымитировать, разомкнув разъем датчика температуры охлаждающей жидкости ( далее для краткости – температуры двигателя ). ECU с таким открытым входом примет температуру равной примерно –40 град. по Цельсию.

Управление побудителем холостого хода, если это просто клапан, можно проверить услышав его характерное жужжание при включенном зажигании. Рука, положенная на клапан, будет чувствовать вибрацию. Если этого не происходит, следует проверить сопротивление его обмотки (обмоток, если он трехпроводный). Как правило сопротивление обмотки составляет от 4 до 40 Ом ( см. базы данных ). Часто встречающаяся неисправность клапана холостого хода - его загрязнение и в результате полное или частичное заклинивание подвижной части. Можно проверить с помощью специального прибора ( широтно-импульсного генератора ), позволяющего плавно изменять величину тока и, таким образом, на снятом клапане наблюдать визуально плавность его открытия и закрытия. Если клапан заклинивает, то его необходимо промыть специальным очистителем, а в полевых условиях можно ацетоном или растворителем. Заметим, что неработающий клапан холостого хода – причина затрудненного пуска холодного двигателя.

Заслуживает упоминания случай, когда по всем электрическим проверкам клапан х.х. выглядел исправным, но неудовлетворительный х.х. был вызван именно им. По нашему мнению это можно объяснить чувствительностью некоторых систем управления к ослаблению возвратной спиральной пружины клапана вследствие старения металла пружины.

Все прочие побудители холостого хода проверяются осциллографом по образцовым эпюрам из баз данных. При проведении измерений разъем побудителя должен быть подсоединен, т.к. иначе на соответствующих ненагруженных выходах ECU генерация может отсутствовать. Наблюдают осциллограммы, изменяя частоту оборотов коленвала. Отметим, что позиционеры дроссельной заслонки, выполненные как шаговый двигатель ( со штоком ) и играющие роль побудителя холостого хода ( например, в моновпрыске ) обладают свойством приходить в негодность после длительных периодов бездействия. Не покупайте их на разборках!

Ряд систем управления двигателем особенно чувствительны к программированию х.х. Здесь имеются ввиду такие системы, которые, не будучи запрограммированы по х.х., препятствуют пуску двигателя. Например, может наблюдаться сравнительно легкий пуск двигателя, но без подгазовки тут же произойдет его остановка ( не путать с блокировкой штатным иммобилайзером ). Или будет затруднен холодный пуск двигателя, и не будет нормального х.х. Первая ситуация характерна для самопрограммирующихся систем с заданными начальными установками. Достаточно поддерживать обороты двигателя акселератором в течение 7…10 минут, и х.х. появится. После следующего полного отключения ECU, например, при замене АКБ, его программирование потребуется вновь. Вторая ситуация характерна для ECU, требующих установки начальных параметров сервисным прибором. Указанные установки сохраняются при последующих полных отключениях ECU, но сбиваются, если на работающем двигателе отсоединить разъем побудителя х.х.

На этом перечень основных проверок электрики двигателя собственно и заканчивается.