

РЕГУЛИРОВКА ГАЗОБАЛОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

В настоящее время многие владельцы переводят свои автомобили с бензиновыми двигателями на газовое топливо. Причиной этому в первую очередь является резкое подорожание бензина. В основном переоборудуют автомобили уже прослужившие 5-15 лет, но есть и значительная часть новых автомобилей - в первую очередь "Газель". Отрицательные стороны переоборудования и эксплуатации автомобиля на газовом топливе уже неоднократно подробно рассматривались. В первую очередь, это необходимость изменения угла опережения зажигания в сторону "раньше" при переходе на газ.

Как правило, в мастерских, где выполняется такое переоборудование автомобиля, газобаллонное оборудование регулируют "на слух", так как газоанализатор для большинства подобных мастерских оказывается слишком дорогостоящим. Газоанализатор предназначен для измерения состава отработавших газов, и по его показаниям можно отрегулировать газобаллонное оборудование так, чтобы состав смеси (соотношение Воздух/Топливо) на всех режимах работы двигателя было оптимальным. Таким образом, можно достичь минимальной потери мощности двигателя при переходе с бензина на газ и при этом минимально возможно расхода газа.

Недорогой альтернативой дорогостоящим газоанализаторам является широкополосный лямбда-зонд, одновременно обладающий очень высоким быстродействием, в отличие от газоанализаторов, что позволяет проводить измерения не только на установленных режимах, но и на переходных режимах работы двигателя. Широкополосными лямбда-зондами уже некоторое время оснащаются многие инжекторные двигатели (как бензиновые, так и дизельные) вместо использовавшихся ранее двухуровневых

лямбда-зондов, так как обладает значительными преимуществами. Выходной сигнал двухуровневого лямбда-зонда имеет только два устойчивых состояния - низкий уровень выходного напряжения указывает на то, что состав смеси беднее идеального, высокий уровень напряжения указывает на то, что состав смеси богаче идеального. Внешне широкополосный лямбда-зонд производства BOSCH отличается от двухуровневых лямбда-зондов BOSCH количеством проводов, идущих от датчика к разъёму - 5 проводов у широкополосного лямбда-зонда против 1-го, 2-х, 3-х или 4-х проводов у двухуровневых зондов. Ещё одной особенностью является количество клемм на разъёме датчика - их 6 притом, что проводов, идущих от датчика к разъёму, всего 5. Это объясняется тем, что в разъём датчика при его изготовлении вмонтирован калибровочный резистор, благодаря чему разброс характеристик датчиков сводится к минимуму.

Широкополосный лямбда-зонд позволяет измерить численное значение соотношения Воздух/Топливо или численное значение коэффициента Лямбда.



Рассчитывается значение соотношения Воздух/Топливо или значения коэффициента Лямбда по измеренному уровню содержания кислорода в отработавших газах.

Широкополосный лямбда-зонд может работать только в паре с соответствующим контроллером по двум причинам. Измерительный элемент датчика требует точного поддержания его температуры на заданном уровне, так как датчик работает только при условии его разогрева до температуры выше 750 °C за счёт подогрева от встроенного электроподогревателя и от разогретых отработавших газов. Но при этом, во избежание поломки датчика, необходимо исключить его нагнетание



Тип топлива	Стехиометрические соотношения Воздух : Топливо
Неэтилированный бензин	14,7 : 1
Пропан (сжиженный газ)	15,5 : 1
Метан (сжатый газ)	17,2 : 1
Дизельное топливо	14,6 : 1
Метанол (метиловый спирт)	6,4 : 1
Этанол (этиловый спирт)	9,0 : 1

ревание выше температуры 900 °С путём точного регулирования мощности встроенного в датчик электроподогревателя. Кислородный насос, встроенный в датчик, управляется внешними электронными цепями, работающими на основании показаний измерительного элемента датчика.

Оптимальное соотношение Воздух/Топливо для бензиновых двигателей теоретически составляет 14,7 килограммов воздуха для сжигания каждого килограмма бензина, 15,5 килограммов воздуха для сжигания каждого килограмма пропана, 17,2 килограммов воздуха для сжигания каждого килограмма метана... При сгорании таких смесей, теоретически, весь кислород, содержащийся в воздухе, вступает в реакцию со всем топливом. В результате в отработавших газах не остаётся ни несгоревшего топ-

лива, ни свободного кислорода. Такое соотношение топлива и воздуха называют стехиометрическим. Стехиометрические соотношения Воздух/Топливо для различных видов топлива различны: Значение Лямбда - это отно-

шение фактического соотношения Воздух/Топливо к стехиометрическому.

Для бензинового двигателя, работающего на пропане, при соотношении Воздух/Топливо равном 15,5 : 1, значение Лямбда равно единице. Когда двигатель работает на "богатых" смесях, то значения Лямбда составляет меньше единицы, при этом в отработавших газах содержится несгоревшее топливо. Если двигатель работает на "бедных" смесях, то значение Лямбда больше единицы, при этом, в отработавших газах содержится свободный кислород.

Оптимальной считают топливовоздушную смесь со значением Лямбда = 0,95...1. Максимальная мощность двигателя может быть достигнута, когда двигатель работает на "обогащённой" топливовоздушной смеси при ориентировочных значениях Лямбда = 0,8...0,9. Максимальная экономичность бензинового двигателя может быть достигнута, когда двигатель работает на устано-

вившихся средних оборотах на "обеднённой" топливовоздуш-

ной смеси при значении Лямбда = 1,04...1,08.

Пред началом рассмотрения методики регулировки газобаллонного оборудования при использовании широкополосного лямбда-зонда, необходимо обратить внимание на некоторые особенности эксплуатации автомобиля на газовом топливе.

В состав наиболее распространённых недорогих комплектов газобаллонного оборудования входит редуктор, предназначенный для дозирования необходимого количества газа в зависимости от нагрузки на двигатель.

Одним из недостатков таких редукторов является быстрое старение его диафрагм, и как следствие, ухудшение эксплуатационных качеств редуктора с течением времени. По этой причине в ходе эксплуатации автомобиля, оборудованного газобаллонной установкой, время от времени возникает необходимость выполнения повторных регулировок.

Газовый редуктор, предназначенный для эксплуатации на сжиженном газе, конструктивно состоит из двух редукторов и некоторых других составных частей. Редуктор первой ступени (понижающий) предназначен для стабилизации давления газа на заданном уровне, поступающего на





вход редуктора второй ступени (дозировочный). Во многих редукторах значение давления на выходе понижающего редуктора в значительной мере зависит от давления газа на его входе, то есть в газовом баллоне - повышение давления на входе вызывает некоторое повышение давления

на выходе. Нестабильность выходного давления редуктора первой ступени заметно влияет на количество газа, подаваемого редуктором второй ступени на смеситель. Указанный недостаток проявляется следующим образом. В случае максимального заполнения газового баллона (высокое



давление в баллоне), состав топливовоздушной смеси несколько обогащается. Когда количество топлива в газовом баллоне составляет меньше половины полной заправки (низкое давление в баллоне), состав топливовоздушной смеси несколько обедняется. Таким образом для достижения оптимального состава топливовоздушной смеси при любом количестве топлива в газовом баллоне, регулировку газобаллон-



ного оборудования следует проводить при условии, что газовый баллон заполнен наполовину.

Обязательно следует учесть тот факт, что состояние фильтра очистки воздуха (его сопротивление воздушному потоку) оказывает значительное влияние на работу редуктора, так как в случае значительного загрязнения фильтра значение разрежения в передроссельном пространстве возрастает, что приводит к обогащению приготовляемой топливовоздушной смеси. По этой причине перед проведением регулировки обязательно следует проверить состояние воздушного фильтра и при необходимости заменить.

Октановое число сжиженного и сжатого газов значительно превышает октановое число бензина. По этой причине, при наличии технической возможности, рекомендуется при переключении на газовое топливо смещать угол опережения зажигания на несколько градусов в сторону "раньше".

Сжиженный газ, предназначенный для использования в качестве автомобильного топлива, представляет собой смесь двух газов - Пропана и Бутана. Соотношение Пропана и Бутана в сжиженном газе, реализуемом на некоторых заправочных станциях, может значительно отличаться от номинального, из-за чего даже правильно настроенное газобаллонное оборудование при эксплуатации на таком топливе уже не может обеспечить приготовления смеси с приемлемым соотношением Воздух/Топливо.

Следует так же учесть, что при пуске холодного двигателя топливо, поступающее в редуктор через ещё холодный испаритель, испаряется не в полном объёме, вследствие чего в редуктор частично поступает топливо в жидкой фазе. Это приводит к обогащению топливовоздушной смеси. Данный эффект благоприятно влияет на пуск холодного двигателя за счёт некоторого обогащения смеси. При необходимости, степень обогащения смеси можно изменить путём изменения мощности испарителя (замена или модификация испарителя, регулировка скорости потока охлаждающей жидкости через испаритель).

Таким образом, регулировку газобаллонного оборудования следует проводить только при условии полной исправности системы зажигания и механической части двигателя на прогревом до температуры 80 °С двигателе. Следует убедиться в том, что воздушный фильтр чистый, газовый баллон заполнен наполовину и заправка проводилась на заслуживающей доверия газовой заправке.

В ходе регулировки оборудования необходимо стремиться достичь приготовления такой топливовоздушной смеси, чтобы измеренный коэффициент Лямбда на всех режимах работы двигателя был максимально близким к единице. Для проведения измерений значения коэффициента Лямбда или значения соотношения Воздух/Топливо, необходимо установить широкополосный лямбда-зонд в поток отработавших газов посредством держателя и подключить его к контроллеру. Держатель широкополосного лямбда-зонда необходимо одной стороной установить в выхлопную трубу, при этом исключить вероятность подсоса воздуха. К другой его стороне плотно подсоединить патрубок подходящего диаметра длиной не менее двух метров для исключения подмешивания атмосферного кислорода к выхлопным газам в зоне установки широкополосного лямбда-зонда. "Крокодиль" питания контроллера широкополосного лямбда-зонда необходимо подключить к аккумуляторной батарее автомобиля.

Первым шагом является регулировка состава смеси на холостом ходу.

Путём вращения регулировочного "винта подачи газа на холостом ходу", расположенного на корпусе редуктора, необходимо так отрегулировать состав топливовоздушной смеси, чтобы коэффициент Лямбда, измеренный с помощью широкополосного лямбда-зонда, был равным единице или несколько меньше единицы.

Следующим шагом является регулировка состава топливовоздушной смеси на режиме частичной нагрузки. Путём плавного открытия дроссельной заслонки, медленно увеличиваем обороты двигателя до 3000 оборотов дви-

гателя в минуту. Если значение коэффициента Лямбда по достижении такой частоты вращения двигателя больше единицы, что указывает на обеднение смеси, то путём вращения "винта расхода газа под нагрузкой" против часовой стрелки (выкрутить) необходимо несколько обогатить смесь за счет увеличения проходного сечения вентилей.

Если значение коэффициента Лямбда меньше единицы, что указывает на обогащение смеси, то путём вращения "винта расхода газа под нагрузкой" по часовой стрелке (вкрутить) необходимо несколько обеднить смесь за счёт уменьшения проходного сечения.

По достижении значения коэффициента Лямбда равного единице при частоте вращения двигателя равной 3000 оборотов за минуту, необходимо повторно выполнить регулировку состава смеси на холостом ходу. Регулировки винтов необходимо повторить три-четыре раза, так как "винт подачи газа на холостом ходу" и "винт расхода газа под нагрузкой" оказывают значительное взаимное влияние. Для достижения максимальной точности настройки, рекомендуется измерить коэффициент Лямбда при движении автомобиля по трассе на скорости 90 км/ч на установившемся режиме и при необходимости откорректировать регулировки винтов. Для обеспечения безопасности при этом, за измеренным составом топливовоздушной смеси наблюдают сидя в пассажирском кресле автомобиля, водитель при этом должен обеспечить движение автомобиля на стабильной скорости и свести к минимуму изменения нагрузки на двигатель.

На практике из-за примитивности конструкции газового редуктора, во многих случаях удаётся обеспечить такой состав топливовоздушной смеси, когда значения коэффициента Лямбда на всех режимах работы двигателя укладываются в диапазон 0,9...1,1. При таком диапазоне разброса коэффициента Лямбда достигается высокая мощность двигателя при работе на газовом топливе, но расход газа оказывается несколько увеличенным. Достижение минимального рас-

хода газа возможно только в случае обеспечения диапазона разброса коэффициента Лямбда не более 0,95...1,05, чего достичь не всегда удаётся.

В случае установки более сложного газобаллонного оборудования на двигатель с инжекторной системой управления, подключение цифрового многоканального осциллографа к широкополосному лямбда-зонду и одновременно к датчикам и исполнительным механизмам штатной системы управления двигателем и электронным компонентам газобаллонного оборудования, позволяет отрегулировать систему приготовления газовой смеси с максимальной точностью. При достижении приготовления газовой смеси, измеренный коэффициент Лямбда которой равен единице на всех режимах работы двигателя, достигается максимальная мощность двигателя и одновременно максимальная топливная экономичность. При этом следует учесть, что в случае переоборудования системы питания двигателя на сжиженный газ, некоторое снижение максимальной мощности всё же будет отмечаться из-за меньшей калорийности смеси пропан-бутан в сравнении с бензином. В случае переоборудования системы питания двигателя на сжатый газ, снижение максимальной мощности более существенно из-за ещё более низкой калорийности метана. Дополнительно максимальная мощность двигателя снижается ещё и из-за ухудшения наполняемости цилиндров газовой смесью в сравнении со смесью бензина и воздуха, особенно в случае установки простейшего газобаллонного оборудования. Потеря мощности компенсируется в значительной мере путём установки более раннего угла опережения зажигания за счет высокого октанового числа газа как топлива.

Более подробно о методах применения широкополосного лямбда-зонда в диагностике систем приготовления топливовоздушной смеси можно узнать на сайте www.injectorservice.com.ua

Евгений Бекишев г. Винница