

## Газоанализатор для диагностики бензиновых двигателей



Контроль токсичности выхлопных газов автомобиля одна из основных функций газоанализатора, но не единственная. Газоанализатор также можно использовать для диагностики бензиновых двигателей, позволяя определить, как идет процесс горения топливовоздушной смеси.

Эффективность работы двигателя в первую очередь определяется полнотой сгорания топлива. Она зависит от многих факторов:

- от оптимального соотношения воздуха и топлива (за это отвечают системы измерения расхода воздуха и дозирования топлива);
- от их тщательного перемешивания (на это влияет состояние форсунок, впускных каналов и камер сгорания);
- от эффективности предварительного сжатия заряда смеси, которое зависит от состояния ЦПГ (цилиндр поршневая группа) и ГРМ (газо распределительный механизм);
- от эффективности воспламенения, что подразумевает исправность всех элементов системы зажигания и оптимальный УОЗ (угол опережения зажигания).

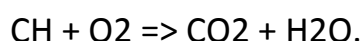
Любое отклонение от нормы или несогласованность в работе систем двигателя приводит к снижению его эффективности и, как следствие, к изменению концентрации продуктов сгорания. Нарушения регулировок, отклонение параметров, все это отражается на составе выхлопных газов.

Атмосферный воздух имеет приблизительно следующий состав:

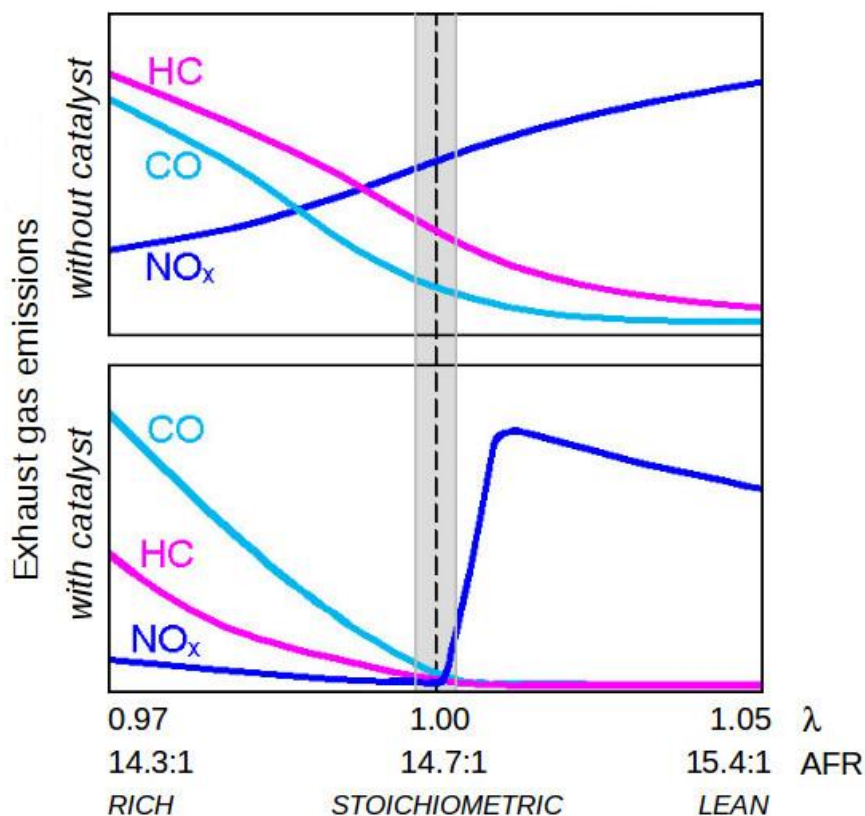
|                                   |        |
|-----------------------------------|--------|
| Азот                              | 78%    |
| Кислород                          | 20,95% |
| Аргон                             | 0,93%  |
| Углекислый газ (CO <sub>2</sub> ) | 0,03%  |

Остальные газы, в основном инертные, присутствуют в малых количествах. Цифры, очень близкие к приведенным, можно увидеть на табло газоанализатора, если включить его на свежем воздухе.

При сгорании горючей смеси в двигателе происходит реакция окисления углеводородов топлива по следующей схеме:



Состав смеси оценивается коэффициентом избытка воздуха "лямбда". Он представляет собой отношение реального количества воздуха, поступившего в цилиндры, к тому количеству, которое необходимо для полного сгорания поступившего в цилиндры топлива. Смеси, в которых количество воздуха совпадает с теоретически необходимым, называются стехиометрическими. Это соотношение бензина и воздуха по массе примерно 1:14,7, лямбда в этом случае равна 1. Если количество воздуха больше необходимого, то смесь принято называть бедной, и лямбда находится в диапазоне 1.0...1.3. Более бедная смесь перестает воспламеняться. Если же воздуха меньше необходимого, то смесь называют богатой. Такая смесь характеризуется значением лямбда 0.8...1.0.



Под действием высокой температуры в цилиндре двигателя азот и кислород вступают в реакцию, в результате которой образуются оксиды азота, в основном NO. Кроме того, в отработавших газах (ОГ) всегда содержатся углеводороды, обозначаемые СН. Они представляют собой исходные или распавшиеся молекулы топлива, которые не принимали участия в сгорании. Часть СН выбрасывается в результате того, что на тактах впуска и сжатия горючей смеси пары топлива поглощаются масляной пленкой на стенках цилиндров. На такте выпуска происходит их выделение из пленки. Кроме этого, в ОГ обязательно присутствует продукт неполного сгорания топлива оксид углерода CO (угарный газ) и не вступивший в реакцию кислород. Поэтому состав отработавших газов исправного инжекторного двигателя, не оборудованного катализатором, при смеси, близкой к стехиометрической, выглядит так:

| RPM | Lambda | CO % | CH ppm | O <sub>2</sub> % | CO <sub>2</sub> % |
|-----|--------|------|--------|------------------|-------------------|
| 850 | 1.029  | 0.60 | 190    | 1.06             | 14.3              |

Если взглянуть на схему реакции, то становится вполне очевидным, что оптимальное сгорание горючей смеси характеризуется максимальным выделением углекислого газа CO<sub>2</sub>. Чем качественнее сгорает топливо в двигателе, тем больше CO<sub>2</sub> в составе ОГ, и это один из критериев, которыми можно воспользоваться при проверке и регулировке систем топливоподачи.

### **Бедная смесь.**

Этот режим характеризуется низким содержанием CO, пониженным CO<sub>2</sub>, повышенным кислорода и CH. Расчетный параметр лямбда окажется больше единицы. С первыми тремя параметрами все ясно, низкие значения CO и CO<sub>2</sub> и повышенная концентрация кислорода образуются из-за нехватки топлива и (или) избытка воздуха. Возникает вопрос почему имеет место повышенная концентрация CH? Все просто бедные смеси хуже горят. Причины бедной смеси применительно к инжекторным двигателям подсос воздуха во впускной тракт, низкое давление топлива, неверные показания датчика массового расхода воздуха (ДМРВ), неверная регулировка топливopодачи. Искать конкретную причину необходимо уже с помощью других приборов (мотортестера, осциллографа, топливного манометра, тестера утечек). Бедную смесь нельзя путать подсосом воздуха в выпускной тракт. Во этом случае имеет место неестественно высокие значения O<sub>2</sub> и лямбда:

| RPM | Lambda | CO % | CH ppm | O <sub>2</sub> % | CO <sub>2</sub> % |
|-----|--------|------|--------|------------------|-------------------|
| 850 | 1.078  | 0.60 | 185    | 2.06             | 13.8              |

Достаточно низкое содержание CH говорит о том, что топливо сгорает хорошо, и CO вроде бы в норме, но очень много кислорода, и, соответственно, высокое значение лямбда. Снимок сделан на автомобиле, у которого преднамеренно был ослаблен хомут глушителя.

### **Богатая смесь.**

В этом случае газоанализатор покажет высокое содержание CO, повышенное CH, пониженное CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, и лямбда меньше единицы. Причин много, неверные показания ДМРВ, повышенное давление топлива, неверный сигнал датчика температуры. Говоря о повышенном содержании CH, следует понимать величину до 300..500 ppm, такое значение обычно сопровождает богатую смесь. Если же оно значительно выше, причем признаки богатой смеси могут и отсутствовать, то это уже проявление другого дефекта.

### **Высокое содержание CH.**

Нормальное значение этого параметра 50..200 ppm. Если CH равен 300..400 и более, это повод искать причину, по которой бензин попросту не сгорает, имеют место пропуски воспламенения. Не пропуски искры, а именно воспламенения. Причин этих пропусков много. Изношенные или неисправные свечи, высоковольтные провода, дефектный модуль или катушка зажигания, не отрегулированные клапаны, пониженная компрессия, неисправная (забитая) форсунка. Это может проявляться как в одном, так и в нескольких цилиндрах.

Здесь приведен пример параметров выхлопа двигателя, имеющего дефектные свечи.

| RPM | Lambda | CO % | CH ppm | O <sub>2</sub> % | CO <sub>2</sub> % |
|-----|--------|------|--------|------------------|-------------------|
| 840 | 1.098  | 0.35 | 385    | 2.06             | 12.8              |

Все остальные системы заведомо в полном порядке. Повышенное содержание в ОГ паров топлива говорит о том, что последнее попросту не сгорает. CO снижено, и его значение позволяет сделать вывод, что причина не в богатой смеси. Высокое содержание кислорода вместе с высоким CH позволяет сделать предположение о пропусках. Закономерен вопрос, откуда кислород? Из тех же цилиндров, которые при пропусках воспламенения выплевывают атмосферный воздух, смешанный с бензином. CO<sub>2</sub> снижено, что тоже говорит о ненормальном сгорании. Ну а лямбда, прибор рассчитывает ее, исходя в том числе, и из содержания кислорода.

### **Двигатели, оборудованные катализатором.**

Для исправного двигателя, оборудованного датчиком кислорода и катализатором, результат газоанализа будет примерно следующий:

| RPM | Lambda | CO % | CH ppm | O <sub>2</sub> % | CO <sub>2</sub> % |
|-----|--------|------|--------|------------------|-------------------|
| 850 | 1.008  | 0.05 | 0.20   | 0.26             | 15.7              |

Катализатор полноценно дожигает ОГ. CO внизу предела измерения, совсем мало CH. Зато значение CO<sub>2</sub> близко к максимальному, и очень мало кислорода, ибо весь ушел на превращение CO и CH в безвредные CO<sub>2</sub> и H<sub>2</sub>O. Ну и лямбда почти в идеале. При проведении таких замеров важно, чтобы двигатель был полностью прогрет, а система управления работала в режиме замкнутой петли обратной связи по датчику кислорода.

Ниже приведен состав ОГ двигателя с полностью неработающей форсункой. Большое содержание кислорода и отсюда завышенная лямбда. Естественно, при работе на такой смеси некоторое время система управления пытается корректировать смесь, но безрезультатно. Прописывается ошибка по датчику кислорода, система управления переходит в аварийный режим работы с разомкнутой петлей по ДК.

| RPM | Lambda | CO % | CH ppm | O <sub>2</sub> % | CO <sub>2</sub> % |
|-----|--------|------|--------|------------------|-------------------|
| 830 | 1.738  | 0.09 | 265    | 8.56             | 8.18              |

Рассмотренные примеры охватывают далеко не полный перечень возможных ситуаций. Иногда двигатель имеет мно неисправностей, и выявить дефект с первого взгляда на результаты газоанализатора не просто. Но в любом случае газоанализатор имеет сильную вспомогательную функцию при диагностике неисправностей автомобиля.