

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ БЕНЗИНОВОГО ДВИГАТЕЛЯ И ЕГО СИСТЕМ МЕТОДОМ БЕЗРАЗБОРНОЙ ДИАГНОСТИКИ

**КОСТРИЦКИЙ В. В.**

***(Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой;  
г. Новополоцк, Республика Беларусь)***

Оценка технического состояния бензинового двигателя и его систем, согласно методикам автопроизводителей, базируется на применении всего лишь одного типа средств диагностирования – это диагностические сканеры.

Особое внимание, при диагностировании при помощи сканера, следует прежде всего уделять коду неисправности. Можно сказать, что код неисправности – это новый вид диагностического параметра.

Согласно предписаниям заводов изготовителей каждая неисправность должна сопровождаться соответствующим набором кодов неисправностей и указывает на то, что диагностические параметры выходят за допустимый диапазон. В этих случаях поиск неисправностей выполняется по предписанным алгоритм диагностирования [1].

Однако при присутствии признаков неисправностей коды неисправностей могут и отсутствовать или иметь такое сочетание, которое не указывается в документации заводов изготовителей. Особенно это касается автомобилей, которые эксплуатируются в постгарантийный период. В этих случаях поиск неисправности носит случайный характер, который сопровождается достаточно высокой трудоёмкостью и стоимостью диагностических работ и зависит от опыта и подготовки автодиагноста [2].

Поэтому метод диагностирования для такой диагностической ситуации является весьма актуальным.

При разработке метода решались 3 задачи.

Задача 1. Разработка классификации кодов неисправностей.

Присутствующие коды неисправностей могут иметь разный статус и разную категорию. С точки зрения статуса они могут находиться в сохраненном и текущем состоянии. По категории коды неисправности можно разделить на два порядка. Коды неисправностей первого и второго порядка.

Коды неисправностей первого порядка непосредственно указывают на неисправность электрической цепи. При процессе поиска неисправности именно с устранения этих ошибок и следует начинать диагностические работы. Все остальные ошибки могут быть следствием неисправностей электрической цепи.

Коды неисправностей второго порядка являются сопутствующими кодами неисправностей, которые указывают на несоответствие значений параметров какому-либо режиму работы двигателя.

Задача 2. Определение диагностических параметров, которые в полной мере характеризуют работу бензинового двигателя и его систем.

Любую электронную систему управления (ЭСУ) можно определить как совокупность функциональных систем. Функциональная система – это система, с обратной связью, которая выполняет одну функцию по средствам привода и объекта. Совокупность привода и объекта является исполнительным механизмом системы. Функция такой системы выражается параметром обратной связи, который является функциональным параметром (рисунок 1).

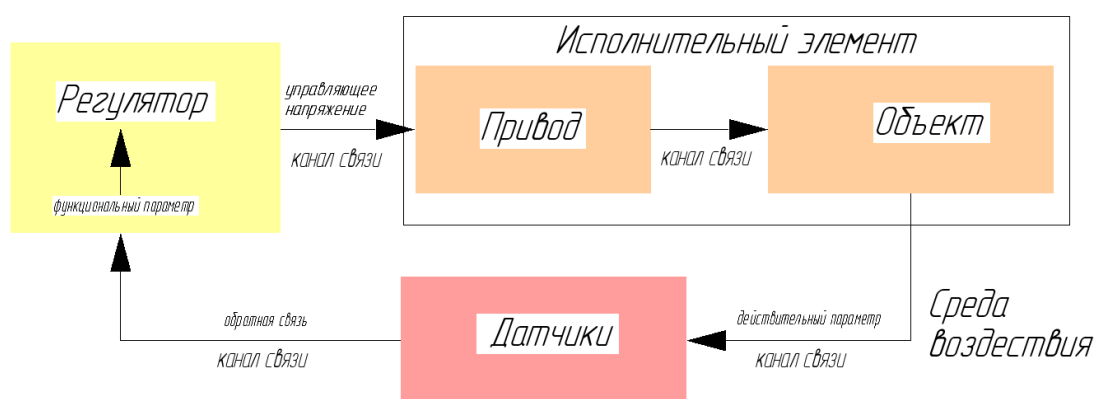


Рисунок 1. – Общая структура функциональной системы

Все функциональные системы ЭСУ бензинового двигателя можно объединить в два контура в зависимости от задачи: топливовоздушный контур и контур системы зажигания.

К общим функциональным системам топливовоздушного контура бензинового двигателя относятся: система подачи топлива, которая характеризуется таким функциональным параметром как давление в топливной рампе  $p_T$ , МПа; система подачи воздуха (положение дроссельной заслонки  $d_{дрос}$ , %); система контроля количества воздуха (масса подаваемого воздуха  $m_{вз}$ , кг); система изменения фаз газораспределения (изменение фаз газораспределения  $\eta_{фг}$ , %).

Параметром топливовоздушного контура является длительность впрыска топливной форсунки  $t_{вп}$ , мс. Рассчитанное, значение длительности впрыска является базовым ( $t_{вп}$ ) и далее корректируется путём обратной связи с датчиком концентрации кислорода.

Контур системы зажигания состоит из двух функциональных подсистем: система формирования высокого напряжения (время накопления энергии  $t_n$ , мс); система подачи искры (напряжение пробоя  $U_{пр}$ , кВ).

Для системы зажигания параметром контура является время горения искры  $t_{гор}$ , мс.

Значение длительности впрыска и времени горения искры зависят от условий работы двигателя и напряжения бортовой цепи. Условия работы двигателя характеризуются частотой вращения коленчатого вала  $n_{дв}$ , температурой двигателя  $t_{ож}^{\circ}$  (температурой охлаждающей жидкости), атмосферным давлением  $p_{атм}$  и углом опережения зажигания  $\delta_{оз}$ .

Все эти зависимости можно представить в виде системы:

$$\begin{cases} t_{вп} = f(m_{воз}, d_{дрос}, p_t, p_{вп}, n_{фг}, n_{дв}, t_{ож}^{\circ}, p_{атм}, \delta_{оз}, U_{бс}) \\ t_{гор} = f(U_{пр}, t_h) \\ t_{впф} = t_{вп} + t_{stft} + t_{ltft}, \end{cases}$$

где  $t_{stft}$  – краткосрочная коррекция длительности впрыска топлива;

$t_{ltft}$  – долгосрочная коррекция длительности впрыска топлива.

Значения функциональных параметров полученной системы в полной мере характеризуют работу двигателя и его систем. Любое изменение технического состояния элементов ЭСУ и двигателя приводит к изменению значений текущих параметров этих зависимостей.

**Задача 3.** Введение понятия неопределённого состояния двигателя и его систем.

В зависимости от категории кодов неисправности и их сочетания электронная система управления двигателем может находиться в 4-х состояниях:

1. Присутствуют только коды неисправности первого порядка.
2. Присутствуют коды неисправности первого и второго порядка.
3. Присутствуют только коды неисправности второго порядка.
4. Коды неисправности отсутствуют.

Для состояния (1) и (2) функциональные параметры будут связаны прежде всего с кодами неисправности. В этом случае диагностирование выполняется по стандартным методикам заводов-изготовителей.

Состояния (3) и (4) как правило не имеют рекомендованных методик диагностирования заводами изготовителями. Именно эти состояния системы можно охарактеризовать как неопределенное состояние.

**Алгоритм диагностирования согласно разработанному методу.** Метод основывается на 2 принципах: применять на каждом этапе диагностики такие операции, которые имеют наименьшую трудоемкость, и складывать так алгоритм диагностики, чтобы операции, которые не требуют работ по разборке двигателя и его систем выполнялись в начале.

Алгоритм метода:

1. Подключение и работа с диагностическим сканером.

1.1. Выявление наличие либо отсутствия кодов неисправностей.

1.2. Если есть коды неисправностей – определение их категории для установления состояния системы.

1.3. Определение значений функциональных параметров.

1.4. Определение значений топливных коррекций.

2. Согласно полученным данным определить возможные неисправности.

3. Разбить предполагаемые неисправности на 4 группы руководствуясь следующим правилом:

– в группу № 1 входят те неисправности, для выявления которых достаточно использовать функции диагностического сканера;

– в группу № 2 входят те неисправности, для выявления которых помимо сканера потребуется осциллограф (мотортестер). При чем осциллограф (мотортестер) может применять как совместно с диагностическим сканером, так и отдельно.

– в группу № 3 входят те неисправности, для выявления которых помимо диагностического сканера и осциллографа (мотортестера) требуется дополнительные средства диагностирования.

Эти 3 группы неисправностей характеризуются тем, что их поиск проходит без демонтажа элементов двигателя и его систем с автомобиля.

– в группу № 4 входят те неисправности, для выявления которых потребуется стендовое диагностирование, которое предполагает демонтаж элементов двигателя и его систем с автомобиля.

4. Поиск неисправностей в группе № 1. Если неисправность не выявлена перейти к группе неисправностей группе № 2.

5. Поиск неисправностей в группе № 2. Если неисправность не выявлена перейти к группе неисправностей группе № 3.

6. Поиск неисправностей в группе № 3. Если неисправность не выявлена перейти к группе неисправностей группе № 4.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Техническая эксплуатация. Диагностирование и ремонт двигателей внутреннего сгорания / А.В. Александров, С.В. Алексахин, И.А. Долгов, В.А. Тармин, М.Г. Шатров. – М.: РИОР, 2020. – 448 с.
2. Искусство корректности. – Режим доступа: [https://www.zr.ru/content/articles/14251iskusstvo\\_korrektnosti/ysclid=l7vu1322qe232262557](https://www.zr.ru/content/articles/14251iskusstvo_korrektnosti/ysclid=l7vu1322qe232262557) (дата обращения: 02.04.2025).