

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Иванов В.П., Уваров Г.А.

Полоцкий государственный университет,
Новополоцк, Республика Беларусь

Введение. Органолептическое диагностирование агрегатов, использующее тактильные и слуховые возможности человека, дает субъективные и недостоверные результаты. Получают развитие инструментальные способы диагностирования, в которых ведущее место занимает виброакустический способ. Трудности определения технического состояния автомобильных двигателей с его помощью заключаются в корректной интерпретации полученных результатов. В силу конструктивного многообразия двигателей их обобщенная виброакустическая модель малопродуктивна. По мере исчерпания ресурса двигателя его виброакустический образ изменяется в широких пределах. Разброс значений измеряемых параметров даже в группе исправных двигателей, как правило, превышает изменения, характерные для зарождающихся дефектов [1].

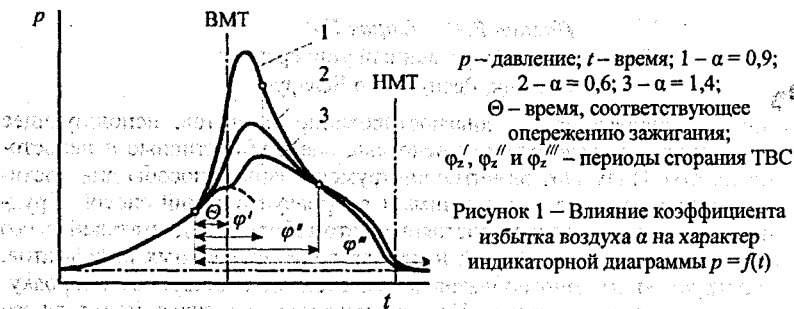
Цель работы – повышение информативности и чувствительности инструментального диагностирования автомобильных бензиновых двигателей путем разработки диагностической экспертной системы (ДЭС).

Содержание. Большинство систем управления бензиновыми двигателями с программами самодиагностирования выявляют как неисправности электрических цепей, так и считывают множество текущих параметров. Причины возможного отклонения рабочих параметров от номинальных значений многообразны. Часть из них, в том числе комплексные неисправности, не может быть достоверно определена системами самодиагностирования. Точное установление неисправности или их сочетаний, достигается в результате дополнительно-го диагностирования путем последовательной выборочной проверки наиболее вероятных предположений.

На кафедре технологии конструкционных материалов Полоцкого государственного университета создана ДЭС, апробированная на предприятиях автосервиса Новополоцка, включающая аппаратную и программную части. Аппаратная часть состоит из портативного компьютера со сканером диагностических кодов, датчиков виброускорения, электромагнитной индукции и тока. Программная часть включает в себя: оболочку сканера кодов, двухканальный USB-осциллограф, спектро-анализатор, средство анализа и оценки диагностической информации, базы данных о конструкциях двигателей. Кроме традиционных задач диагностирования, система оценивает работоспособность вспомогательных систем, выявляет пропуски воспламенения и нарушение смесеобразования.

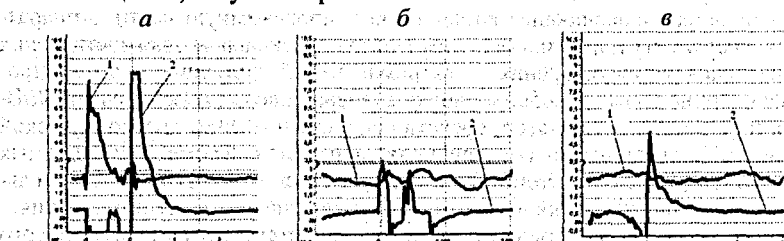
Исследовалась возможность диагностирования системы питания бензинового двигателя по параметрам плазменной дуги, возникающей между контактами свечи зажигания в совокупности с параметрами виброакустического сигнала, сопровождающего процесс воспламенения и сгорания топливно-воздушной смеси. Напряжение искрового пробоя, напряжение и длительность горения дуги при исправной системе зажигания зависят от состава топливной смеси и степени сжатия [2]. При воспламенении и сгорании смеси в цилиндре импульс дав-

ления газов возбуждает колебания стенок корпусной детали. Энергия колебаний зависит от энергии воспламенения и скорости горения смеси, которая, в свою очередь зависит, от коэффициента избытка воздуха, угла опережения зажигания (рис. 1) и качества процессов газообмена.



Датчик электромагнитной индукции позволяет наблюдать параметры искрового пробы на контактах свечи зажигания, датчик виброколебаний — определять относительную энергию воспламенения и сгорания ТВС, флуктуацию параметров горения, определять пропуски воспламенения, самовоспламенение и детонацию (осциллограф при этом синхронизируется по сигналу от датчика электромагнитной индукции) (рис. 2). Датчик тока индукционного типа позволяет определить относительную компрессию в цилиндрах по силе тока, потребляемого стартером.

Методы диагностирования высоковольтной части системы зажигания, виброакустического диагностирования и определения компрессий в цилиндрах по силе тока, потребляемого стартером, взаимно дополняют друг друга, используя изображения на осциллографе, поэтому их сочетание позволяет повысить эффективность каждого из них. Сканер диагностических кодов позволяет устанавливать неисправности, связанные с электронной составляющей системы управления бензиновым двигателем, а также считывать текущие рабочие параметры. Сложность анализа получаемых при диагностировании данных состоит в том, что при одном и том же проявлении признака неисправности, причины, вызывающие ее, могут быть различными.



a — амплитуда электромагнитного импульса искрового пробы (1) большая, виброакустический отклик (2) сильный (ТВС перебогатенная); b — амплитуда электромагнитного импульса искрового пробы малая с сильной флуктуацией, виброакустический отклик слабый (неисправна свеча зажигания); v — амплитуда электромагнитного импульса искрового разряда малая, виброакустический отклик сильный (ТВС переобедненная)

Рисунок 2 — Характер диагностических сигналов

Использование ДЭС позволяет оптимизировать процесс диагностирования. Порядок выполнения операций при диагностировании определяется диагностической программой, состоящей из математических и логически связанных алгоритмов. Особенностью диагностирования автомобильных двигателей (как сложной системы) по параметрам виброакустических колебаний является многозначность информации, содержащейся в сигнале. Представление информации на основе постулатов теории нечетких множеств облегчает ее использование [3].

Предлагаемая ДЭС, имитируя рассуждения об объекте, алгоритмах и результатах диагностирования, делает их быстрыми и безошибочными. Неопределенность и неполнота диагностических данных отображается в виде числовых значений и диаграмм, используя систему предикатов

$$a_n + b_n + c_n = 1, \quad (1)$$

где a_n – показатель неполноты информации о состоянии n -го элемента (0,1–0,8); b_n и c_n – показатели неисправности и исправности n -го элемента (0,1–0,9), соответственно.

Степень определенности неисправности p_n n -го элемента

$$p_n = (1 + b_n - c_n) / 2. \quad (2)$$

Определенность неисправности P_x диагностируемой системы E_x

$$P_x = 1 - \prod p_n Q_x^N N^N, \quad (3)$$

где N – общее число диагностируемых элементов системы E_x ; Q_x – размерный коэффициент.

При этом

$$E_x \equiv \sum p_n Q_x = 1. \quad (4)$$

Из (4) следует, что

$$Q_x = 1 / \sum p_n. \quad (5)$$

Предикат (3) справедлив для системы, состоящей как из исправных, так и неисправных элементов. Предлагаемая методика отличается от существующих в других областях техники с учетом конструктивных особенностей автомобильных двигателей и используемых для диагностирования инструментальных средств.

Заключение. Для целей повышения эффективности определения технического состояния автомобильных двигателей представляется целесообразным диагностическую информацию задавать сведениями об объекте (явлении), признаками и значениями. При анализе данных следует использовать экспертные алгоритмы, а диагностические заключения представлять в виде числовых значений и диаграмм, отражающих степень полноты и точности исходных данных.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Баркова, Н.А. Современное состояние виброакустической диагностики машин / Н.А. Баркова. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.vibrotek.ru>.
2. Шароглазов, Б.А. Двигатели внутреннего сгорания: теория, моделирование и расчёт процессов: учебник по курсу «Теория рабочих процессов и моделирование процессов в двигателях внутреннего сгорания» / Б.А. Шароглазов, М.Ф. Фарафонов, В.В. Клементьев. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2004. – 344 с.
3. Zadeh, L.A. Outline of a new approach to the analysis of complex systems and decision processes. IEEE Trans. Systems, Man and Cybernetics. – 1973. – S. 3, 28–44.