

УДК 62-987

ПРИМЕНЕНИЕ ОСЦИЛЛОГРАММ ДЛЯ АНАЛИЗА РАБОТЫ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

APPLICATION OF OSCILLOGRAMS FOR THE ANALYSIS OF THE INTERNAL COMBUSTION ENGINE OPERATION

А. Ю. Попов, магистрант,

Высшая школа энергетики, нефти и газа Северного Арктического
Федерального Университета имени М. В. Ломоносова.

г. Архангельск, Россия.

A. Popov, Master's student,

Higher School of Energy, Oil and Gas, Northern Arctic Federal Univer-
sity named after M. V. Lomonosov, Arkhangelsk, Russia.

Цель данной работы – анализ нетрадиционных, но простых методов обнаружения электрических и механических неисправностей двигателя внутреннего сгорания на основе осциллограмм. А также изучение альтернативного подхода к диагностике двигателя с использованием сигналов давления от датчика давления в цилиндре.

The purpose of this work is to analyze unconventional but simple methods for detecting electrical and mechanical failures of an internal combustion engine based on oscillograms. As well as exploring an alternative approach to engine diagnostics using pressure signals from the cylinder pressure sensor.

Ключевые слова: осциллограмма, давление, цилиндр, преобразование, напряжение, сигнал, мотор-тестер.

Keywords: oscillogram, pressure, cylinder, conversion, voltage, signal, motor-tester.

ВВЕДЕНИЕ

Для диагностирования двигателя на основе сигнала давления, полученного из цилиндра (цилиндров) работающего двигателя, необходимо безопасно отключить зажигание для выбранного цилиндра. Один из методов заключается в подключении катушки или штекерного провода к тестеру искры. Чтобы избежать каких-либо проблем с воспламенением топлива, с горячей поверхностью ци-

линдра необходимо отключить подачу топлива в испытываемом цилиндре. Для отображения формы сигнала используют модуль, который преобразует давление в напряжение. Затем выходное напряжение может быть отображено в виде трассировки на экране компьютера.

Последовательность подключения. Датчик мотор-тестера заменяет свечу зажигания в испытываемом цилиндре. Испытание не должно длиться более трех минут из-за нагрева датчика от работающего двигателя. Если свеча зажигания утоплена, потребуется использовать удлинитель – глубокий колодезный адаптер.

Используемые датчики давления должны иметь низкую инерцию, потому что они быстро реагируют на изменения давления. Они также должны быть точными, сохранять точность при нагревании, а также быстро восстанавливаться после перегрузки давлением [4].

СЧИТЫВАНИЕ И ДИАГНОСТИКА ФОРМЫ СИГНАЛА ДАВЛЕНИЯ

После настройки преобразователя и осциллографа, а также запуска двигателя будет получена форма сигнала (рисунок 1) [1]. Давление на участке 1 и 2 не должны сильно отличаться.

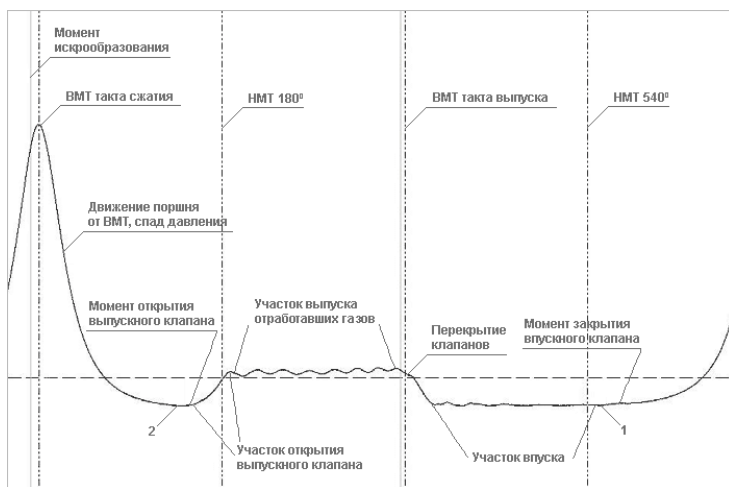


Рисунок 1 – Эталонная форма сигнала давления

Может потребоваться некоторое время, чтобы освоиться с использованием этих сигналов для анализа двигателей. Конкретное программное обеспечение, содержит положения для выполнения автоматического анализа, что может быть очень полезно, особенно для тех, кто только начинает знакомиться с этим видом диагностики.

Еще одно преимущество, программа автоматически обнаруживает отклонения от положения характерных точек на графике, а также искажение формы. Благодаря такой автоматической возможности возрастает вероятность обнаружения механического дефекта в двигателе, а время, затрачиваемое на исследование формы сигнала, значительно сокращается.

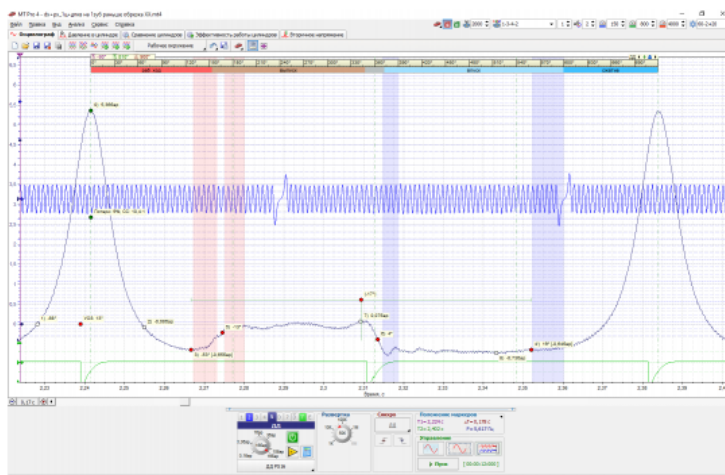


Рисунок 2 – Осциллограмма с неисправного двигателя

Метод диагностики давления цилиндров при помощи осциллограмм позволяет решить следующие задачи:

1. Распознать фактический угол опережения зажигания по отношению верхней мертвой точке к импульсу высокого напряжения.
2. Установить состояние механических элементов по разнице давления до и после такта сжатия.
3. По углу открытия выпускного клапана определить правильность установки распредвала.

4. По положению перекрытия клапанов и моменту закрытия впускного клапана определить правильность установки впускного распредвала.

5. По форме осциллограмм можно определить износ направляющей втулки выпускного клапана.

6. Опираясь на показания давления в момент выпуска определить проходимость выпускной системы.

Наличие и значение разряжения во впускной системе.

Присутствие провисания ремня ГРМ по разнице перекрытия клапанов на разных кадрах [3].

В таблице 1 приведены параметры и значения осциллограмм, считанные с исправных двигателей, оборудованные различными газораспределительными механизмами.

Таблица 1 – Результаты испытаний, полученные с исправных двигателей

Параметры	Числовые значения для различных двигателей			
	SOCH	DOCH	VVT i	Double Vanos / Valvematic
Момент искрообразования	0–15°	0–15°	0–15°	0–15°
Давление в ВМТ, бар	4,5–7	4,5–7	4,5–7	4,5–7
Угол открытия выпускного клапана*	140–145°	140–145°	140–145°	Зависит от настроек завода изготовителя
Давление в выпускном коллекторе, бар	0,1–0,2	0,1–0,2	0,1–0,2	0,1–0,2
Угол открытия впускного клапана	360–365°	360–365°	370–380°	Зависит от настроек завода изготовителя
Разряжение во впускном коллекторе, бар	Около 0,6	Около 0,6	Около 0,6	Около 0,6
Потери газов	Должны быть одинаковыми на такте впуска и выпуска			

*угол 160°, может быть на двигателях Nissan и Opel

Программное обеспечение автоматически анализирует форму сигнала давления в цилиндре и генерирует распечатку или отчет с рядом дополнительных параметров и характеристик двигателя и связанного с ним блока управления. Рассчитанные значения являются пневматическими и геометрическими характеристиками ци-

линдра, список найденных отклонений отображается в виде текстовых сообщений. Для повышения скорости и точности исследования газораспределения форма сигнала давления в цилиндре преобразуется в диаграмму количества газа в цилиндре и отображается по различным сценариям.

Приводится также подробная схема циклического заполнения цилиндра во время такта впуска, характеризующая свойства всего впускного коллектора двигателя. Кроме того, приводится диаграмма, показывающая потребление энергии для очистки выхлопных газов из цилиндра. Используя эти диаграммы и сигнал времени воспламенения, строится и может быть отображена диаграмма времени воспламенения.

Естественно, скрипт не может заменить эксперта-диагноста, он может только преобразовать сигналы давления в цилиндре в более читаемую форму, но он позволяет уменьшить время, которое диагност тратит на анализ, а также ограничить пропущенные или неявные (скрытые отклонения) [2].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подводя итоги, можно сказать, что благодаря данным графикам значительно сокращается время обнаружения дефекта ДВС. Также зная параметры исправного двигателя и умея анализировать осциллограммы, механик-диагност сможет выявить неисправность не разбирая агрегата. Следовательно, мотор-тестер является перспективным диагностическим инструментом позволяющий добиться лояльности клиента и в разы увеличить производительность станции технического обслуживания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Школа Алексея Пахомова (Ижевск). Датчик низких давлений в диагностике бензиновых двигателей [Электронный ресурс]. – Электрон. Текстовые дан. – режим доступа: <https://abs-magazine.ru/article/shkola-alekseja-pahomova-izhevsk-datchik-nizkih-davlenij-v%C2%A0diagnostike-benzinovyh-dvigatelej> свободный (дата обращения: 23.04.2021).
2. Анализ осциллограммы давления в цилиндре [Электронный ресурс]. – Электрон. Текстовые дан. – режим доступа: <https://pakhomov->

school.ru/articles/teoreticheskie-voprosy-dagnostiki/ analiz-ostsillogrammy-davleniya-v-tsilindre/ свободный (дата обращения: 22.04.2021).

3. Диагностика ЦПП двигателя с помощью осциллографа [Электронный ресурс]. – Электрон. Текстовые дан. – Режим доступа: <http://auto-master.su/content/diagnostika-tspg-dvigatelya-s-pomoshchyu-ostsillografa> свободный (дата обращения: 22.04.2021).

4. Диагностика мотор-тестером [Электронный ресурс]. – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <https://profiplus.kz/diagnostika-motor-testerom/> свободный (дата обращения: 01.04.2021).

Представлено 24.04.2021

УДК 621.43

ПЕРСПЕКТИВЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

PROSPECTS FOR MODELING VARIABILITY OF THE TECHNICAL SYSTEM FUNCTIONING

О. П. Сакно, канд. техн. наук, доц., **Д. Л. Мойся**, канд. техн. наук,
Т. Н. Колесникова, канд. техн. наук, доц., **А. В. Антропов**,
ГВУЗ «Приднепровская государственная академия строительства
и архитектуры», г. Днепр, Украина

O. Sakno, Ph.D. in Engineering, Associate Professor, D. Moisia,
Ph.D. in Engineering, T. Kolesnikova, Ph.D. in Engineering,
Associate Professor, O. Antropov,

Prydniprovs'ka State Academy of Civil Engineering and Architecture,
Dnipro, Ukraine

В статье дан анализ использования метода анализа функционального резонанса, рассмотрены четыре принципа моделирования с использованием данного метода, так как он позволяет моделировать сложные организационно-технические системы.

The article analyzes the use of a functional resonance analysis method, considers four principles of modeling by the method. Since the functional