АЭТЕРНА

НАУЧНО-ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР

МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Сборник статей
Международной научно - практической конференции
1 ноября 2017 г.

Волгоград
НИЦ АЭТЕРНА
2017

УДК 001.1
ББК 60

М 744
МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ: сборник статей Международной научно-практической конференции (1 ноября 2017 г., г. Волгоград). - Уфа: АЭТЕРНА, 2017. – 149 с.

ISBN 978-5-00109-301-5

Настоящий сборник составлен по итогам Международной научно-практической конференции «МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ», состоявшейся 1 ноября 2017 г. в г. Волгоград . В сборнике статей рассматриваются современные вопросы науки, образования и практики применения результатов научных исследований

Сборник предназначен для широкого круга читателей, интересующихся научными исследованиями и разработками, научных и педагогических работников, преподавателей, докторантов, аспирантов, магистрантов и студентов с целью использования в научной работе и учебной деятельности.

Все статьи проходят рецензирование (экспертную оценку). **Точка зрения редакции не всегда совпадает с точкой зрения авторов публикуемых статей.** Статьи представлены в авторской редакции. Ответственность за точность цитат, имен, названий и иных сведений, а так же за соблюдение законов об интеллектуальной собственности несут авторы публикуемых материалов.

При перепечатке материалов сборника статей Международной научно-практической конференции ссылка на сборник статей обязательна.

Сборник статей постатейно размещён в научной электронной библиотеке elibrary.ru и зарегистрирован в наукометрической базе РИНЦ (Российский индекс научного цитирования) по договору № 242-02/2014K от 7 февраля 2014 г.

УДК 001.1
ББК 60

ISBN 978-5-00109-301-5

© ООО «АЭТЕРНА», 2017
© Коллектив авторов, 2017

широкое семейство, в том числе и тяжелого МСКВ - 13, позволит улучшить транспортную логистику и, особенно, в труднодоступных регионах Арктики и Сибири.

Список использованной литературы

1. Адрес в сети Интернет: https: // 50skyshades.com / news / manufacturer / piasecki - touts - winged - compound - helicopters - for - future - vertical - lift

2. Дуров Д.С. Вертолет - самолет - амфибия. Патент RU 2310583 C2. МПК B64C 37 / 00 (2006.01) B64C 35 / 00 (2006.01). Опубл.: 20.11.2007. Бюл. №32.

3. Дуров Д.С. Многовинтовой скоростной комбинированный винтокрыл. Патент RU 2618832 C1. МПК B64C 27 / 22 (2006.01) B64C 37 / 00 (2006.01). Опубл.: 11.05.2017. Бюл. № 14.

4. Wayne Johnson, Hyeonsoo Yeo, and C.W. Acree, Jr. Performance of Advanced Heavy - Lift, High - Speed Rotorcraft Configurations. 01.10.2007. – 28 p. Адрес в сети Интернет: http: // www.dtic.mil / docs / citations / ADA519252.

5. Дуров Д.С. Многоцелевой гидроконвертовинтоплан. Патент RU 2351506 C2. МПК B64C 37 / 00 (2006.01) B64C 35 / 00 (2006.01) B64C 29 / 00 (2006.01). Опубл.: 10.04.2009. Бюл. №10.

6. Адрес в сети Интернет: http: // avia.pro / blog / ka - 22

© Д.С. Дуров, 2017

УДК 620.179.1

А.Р. Загретдинов
канд. техн. наук, доцент КГЭУ,
г. Казань, РФ
Р.Р. Хайритдинов
магистрант КГЭУ,
г. Казань, РФ
А.Р. Загретдинова
магистрант КГЭУ,
г. Казань, РФ

КОНТРОЛЬ РАБОТЫ ТОПЛИВНОГО ДОЗАТОРА ДВС С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ГИЛЬБЕРТА - ХУАНГА

Аннотация

В статье представлены результаты применения преобразования Гильберта - Хуанга к виброакустическим сигналам двигателя внутреннего сгорания. Предложена методика контроля работы топливного дозатора.

Ключевые слова:

Преобразование Гильберта - Хуанга, эмпирическая модовая декомпозиция, мгновенная частота, неразрушающий контроль, двигатель внутреннего сгорания, виброакустический сигнал.

Серия экспериментов проводилась в испытательной лаборатории на моторном стенде (восьмицилиндровом двухтактном двигателе). Измерения виброакустических сигналов проводились для периодов, когда двигатель работает в нормальном режиме и когда один из цилиндров не исправен (отключена подача питания на топливный дозатор). Структурная схема измерительной системы [1] представлена на рис. 1.

Рисунок 1. Структурная схема измерительной системы,
где ЛВ – лазерный виброметр LV - 2, АЦП – аналого - цифровой преобразователь
NI USB - 6251 с 16 - битным разрешением, ПК – персональный компьютер

Лазерный виброметр устанавливался на расстоянии 2 метров от моторного стенда и его луч наводился на головку цилиндра, отключение которого предполагалось в процессе экспериментов. Работа моторного стенда проводилась с частотой оборотов коленвала 2200 об / мин. Регистрация виброакустических сигналов осуществлялась с частотой дискретизации 40000 Гц.

Для обработки виброакустических сигналов применялся метод Гильберта - Хуанга, включающий в себя процедуру модовой декомпозиции по ансамблю [1,2].

В результате обработки сигналов установлено, что 9 - ая эмпирическая мода (Intrinsic mode functions, IMF) содержит в себе основные гармонические составляющие сигнала. Графики изменения мгновенных частот 9 - ой IMF представлены на рис. 2 и рис. 3.

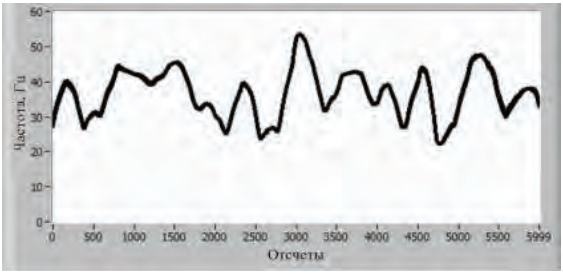

Рисунок 2. Мгновенные частоты 9 - ой IMF исправно работающего двигателя

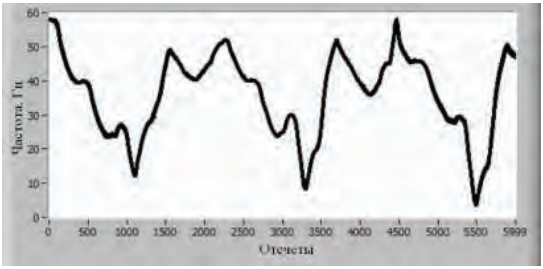

Рисунок 3. Мгновенные частоты 9 - ой IMF двигателя
с отключенным топливным дозатором одного из цилиндров

Из рис. 2 и рис. 3 видно, что гармонические составляющие 9 - ой IMF сосредоточены относительно отметки 36,7 Гц. Эта частота соответствует заданной во время экспериментов частоте оборотов коленчатого вала (2200 об / мин). При отключении топливного дозатора одного из цилиндров появляется асимметрия распределения мгновенных частот относительно их среднего значения. Для оценки степени их симметрии можно использовать центральный момент третьего порядка:

$$\sigma_w^3 = \frac{1}{n}\sum_{i=0}^{n-1}(w_i - \overline{w})^3,$$

где n – число элементов последовательности частот w, $\overline{w}$ – среднее значение.

Для классификации объекта контроля на «годен» или «брак» предложен подход, характерный для процедуры отбраковки аномалий [3,4]. Для этого совокупность вычисленных значений центрального момента третьего порядка интерпретируется как множество измеренных значений (p_1, p_2,..., p_m) некоторого абстрактного параметра и применяется следующий алгоритм:

1) вычисляется оценка положения $\overline{p}$;
2) вычисляется оценка разброса S как среднее абсолютное отклонение;
3) для заданного уровня значимости α строится доверительный интервал:

$$\overline{p} \pm St(1-\frac{\alpha}{2}, m-2),$$

где $t(\alpha,m)$ – α - квантиль распределения Стьюдента с m степенями свободы.

На рис. 4 представлены результаты сравнения значений центральных моментов (для 9 - ой IMF) с границами доверительного интервала, сформированными в соответствии с уровнем значимости 0,05. Длина выборки для определения σ_w^3 принята 6 тыс. отсчетов.

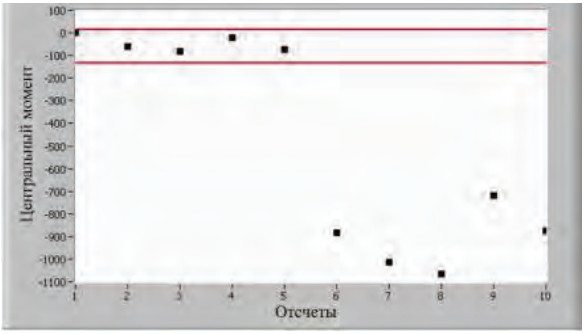

Рисунок 4. Сравнения значений центральных моментов третьего порядка с границами доверительного интервала (красные линии)

Первые пять значений σ_w^3 на рис. 4 соответствуют сигналам исправно работающего двигателя, а значения с номерами 6 - 10 – сигналам двигателя с отключенным топливным дозатором одного из цилиндров.

Центральные моменты, расположенные близко к нулю, характеризуют исправные состояние двигателя и говорят о симметрии распределения мгновенных частот

относительно их среднего значения. При отключении топливного дозатора одного из цилиндров появляется существенная асимметрия, при которой значения σ_w^3 выходят за границы доверительного интервала.

Литература

1. Загретдинов А.Р., Ваньков Ю.В., Ившин И.В., Низамиев М.Ф. Применение преобразования Гильберта - Хуанга для контроля работы топливного дозатора двигателя внутреннего сгорания // Инженерный вестник Дона, 2015, №3 URL: ivdon.ru / ru / magazine / archive / n4y2016 / 3787

2. Norden E. Huang, Samuel S.P. Shen. The Hilbert - Huang transform and its applications // World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd. 2005. 325 p.

3. Ваньков Ю.В., Ившин И.В., Загретдинов А.Р., Низамиев М.Ф. Программно - алгоритмическое обеспечение экспресс - контроля корпуса турбокомпрессора двигателя КАМАЗ // Вестник Казанского технологического университета. 2015.№ 5.С 141 - 143.

4. Загретдинов А.Р., Кондратьев А.Е., Ваньков Ю.В. Разработка прибора и методики ударно - акустического контроля многослойных композиционных конструкций // Казань: Известия высших учебных заведений. Проблемыэнергетики. 2013, №9 - 10, с. 97 - 104.

© А.Р. Загретдинов, Р.Р. Хайритдинов, А.Р. Загретдинова, 2017

УДК 628.8:67

Кочетов О. С., д.т.н., профессор,
Сошенко М.В. к.т.н., доцент,
Лебедева М.В. к.ф - м.н., доцент,
Российский государственный социальный университет (РГСУ),
e - mail: o _ kochetov@mail.ru

СКРУББЕР ВЕНТУРИ

Аннотация

Приведен расчет скруббера Вентури, который относится к аппаратам очистки газов от пыли и химических вредностей, содержащихся в воздухе рабочей зоны. Рассчитаны оптимальные параметры и соотношения размеров труб Вентури круглого сечения с вихревой форсункой.

Ключевые слова

Скруббер Вентури, очистка газов, форсунка системы орошения.

Скруббер Вентури относится к технике очистки газов от пыли и химических вредностей; и эти аппараты получили широкое распространение в черной металлургии, преимущественно для процессов тонкой очистки газа [1,с.19].

Скруббер Вентури (фиг.1,2) включает в себя трубу Вентури, состоящую из конфузора 1, горловины 2, диффузора 3. В конфузоре 1 размещено оросительное устройство 4, состоящее из трубопровода для подачи воды, состоящего из двух