

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ ПОЛИГАРМОНИЧЕСКОЙ ВИБРАЦИИ С ПОМОЩЬЮ ЭФФЕКТА УТЕЧКИ СПЕКТРА

А.С. Багмет, Е.А. Зрюмов, П.А. Зрюмов

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова
г. Барнаул

Статья посвящена описанию процесса разработки программного обеспечения, позволяющего с помощью высокоскоростной видеокамеры производить контроль параметров полигармонической вибрации. В основе разработанного программного обеспечения лежит эффект утечки спектра.

Ключевые слова: полигармоническая вибрация, метод контроля, утечка спектра, программное обеспечение, высокоскоростная видеокамера.

Технологическое развитие и автоматизация сложных производственных процессов, влечет к появлению новых техногенных опасностей, одной из которых является вибрационное воздействие. Вибрационное воздействие, превышающее допустимые нормы, не только ускоряет износ деталей и механизмов, но и пагубно влияет на организм человека [1]. Необходимость использования промышленного оборудования, приборов и других динамических объектов обязывает работодателей производить вибрационный контроль установок для обеспечения безопасности и снижения получаемого вреда работников [2]. Контроль параметров вибрации без непосредственного вмешательства в производственный процесс можно осуществить различными средствами и методами, но наиболее доступными являются методы основанные на использовании высокоскоростных видеокамер [7, 8]. Высокоскоростные видеокамеры в сочетании с адаптированным программным обеспечением [6] позволяют производить относительно точные измерения параметров вибрации на удаленном расстоянии от объекта, а при использовании утечки спектра данные методы позволяют производить и высокочувствительные измерения параметров вибрации [4, 9].

Поэтому целью данной работы является разработка алгоритма и программного обеспечения для контроля параметров полигармонической вибрации с помощью эффекта утечки спектра [3].

Для реализации непрерывного контроля параметров полигармонических вибраций, разработано программное обеспечение, спо-

собное в автоматическом режиме захватывать изображение с высокоскоростной видеокамеры, которое затем подвергнется предварительной обработке, что позволит получить спектральные характеристики сигнала, необходимые для контроля параметров вибрации.

Для разработки программного обеспечения был выбран язык программирования C#. Ключевыми факторами при выборе языка служили легкость написания программного кода, совместимость версий и множество библиотек, а так же широкие возможности .Net [5].

В свою очередь средой разработки была выбрана Microsoft Visual C# 2008 Express Edition, так как она является полностью бесплатной и простой в изучении.

Прежде чем приступить к разработке программного обеспечения для контроля параметров полигармонической вибрации на основе эффекта утечки спектра, был составлен алгоритм, который отражен в блок-схемах на рисунках 1 и 2.

Программное обеспечение состоит из двух блоков: «Настройка системы» и «Контроль параметров полигармонической вибрации».

В первом блоке «Настройка системы» производится первичная калибровка системы, в ее процессе определяются и фиксируются параметры полигармонической вибрации, спектральный состав которой будем контролировать. Устанавливается количество гармоник для контроля, для каждой из них находятся их частоты, а так же максимальные утечки спектра [9]. Все найденные значения сохраняются с целью их дальнейшего

использования при контроле параметров полигармонической вибрации.

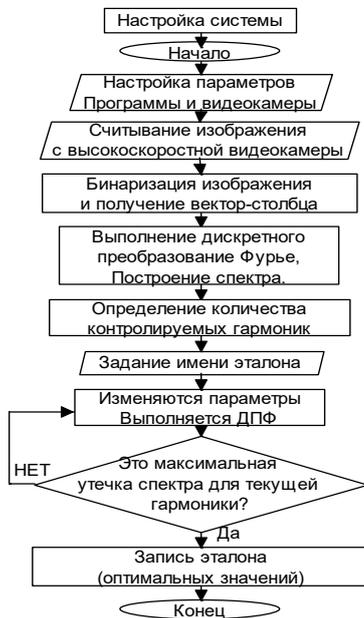


Рисунок 1 – Алгоритм разрабатываемого программного обеспечения, блок «Настройка системы»



Рисунок 2 – Алгоритм разрабатываемого программного обеспечения, блок «Контроль параметров полигармонической вибрации»

Во втором блоке «Контроль параметров полигармонической вибрации» производится сравнение параметров спектрального состава

ва сигнала по каждой из гармоник в их области частот. Сигнал, непрерывно получаемый с высокоскоростной видеокамеры, считывается программным обеспечением, через определенные промежутки времени, после чего происходит бинаризация изображения, определяются границы тест-объекта и выполняется дискретное преобразование Фурье, для получения его спектрального состава. Затем для каждой гармоники в этом сигнале подставляются значения параметров полученных при «настройке системы» и происходит сравнение полученной утечки спектра в контролируемом сигнале. Если хотя бы одно значение контролируемых гармоник выходит за рамки допустимой погрешности, устанавливаемой при настройке системы, то программа об этом извещает пользователя и контроль параметров останавливается.

Главное окно программы необходимо для визуализации изображения тест-объекта, получаемого с высокоскоростной видеокамеры.

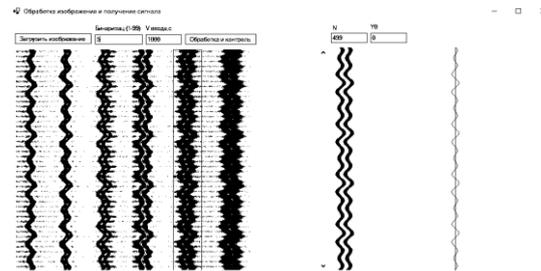


Рисунок 3 – Главное окно программы

Во втором окне «Контроль полигармонической вибрации», вызываемым кнопкой «Обработка и контроль», отображаются спектральные характеристики сигнала в графическом представлении, так же предусмотрена калибровка системы и последующий контроль параметров полигармонической вибрации.

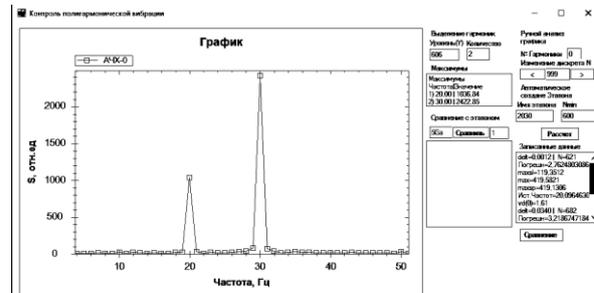


Рисунок 4 – Окно «Контроль параметров полигармонической вибрации»

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ ПОЛИГАРМОНИЧЕСКОЙ ВИБРАЦИИ С ПОМОЩЬЮ ЭФФЕКТА УТЕЧКИ СПЕКТРА

Пример работы системы. С высокоскоростной видеокамеры считывается динамическое изображение тест-объекта, совершающего колебания, спектральный состав которых содержит частоты 20 и 30 Гц. Производится «настройка системы», а именно находятся максимальные утечки спектра для каждой гармоники при определенном значении параметра N, рисунки 5 и 6.

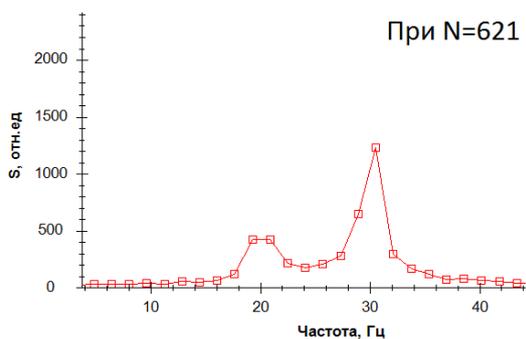


Рисунок 5 – Максимальная утечка спектра для гармоники, расположенной на частоте 20 Гц

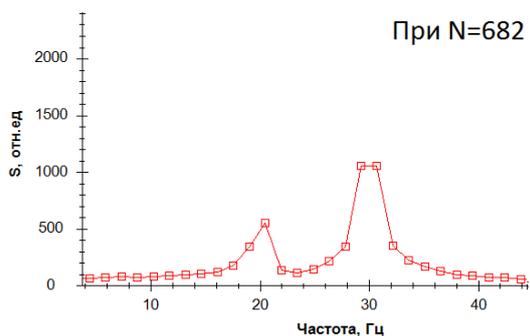


Рисунок 6 – Максимальная утечка спектра для гармоники расположенной на частоте 30 Гц

Настройка системы завершена, данные сохранены. Изменим спектральный состав контролируемого сигнала: 20 и 31 Гц. Подставим значения N полученные ранее при нахождении максимальной утечки спектра для каждой из гармоник соответственно.

Как можно увидеть на рисунках 7 и 8 при изменении спектрального состава сигнала в любой из гармоник, эти изменения затрагивают другие гармоники, следовательно, достигается высокая чувствительность данного метода контроля параметров полигармонической вибрации [9].

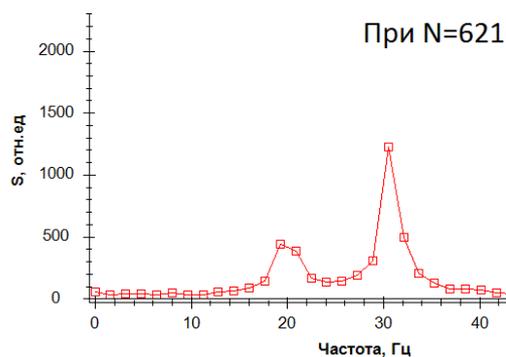


Рисунок 7 – Утечка спектра для гармоники расположенной на частоте 20 Гц

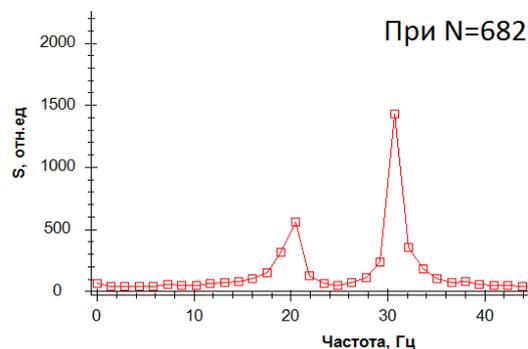


Рисунок 8 – Утечка спектра для гармоники расположенной на частоте 30 Гц

Выводы

В результате проделанной работы разработан алгоритм и программное обеспечение, способное осуществлять контроль параметров полигармонических вибраций на основе эффекта утечки спектра. В дальнейшем планируется доработать программное обеспечение для обеспечения непрерывного контроля параметров полигармонической вибрации на основе эффекта утечки спектра с помощью специализированной высокоскоростной видеокамеры VS-Id-751.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования [Электронный ресурс]: ГОСТ 12.1.012-2004. – Введ. 2008-07-01. — Режим доступа: Система Кодекс-клиент.
2. Контроль состояния и диагностика машин. Вибрационный контроль состояния машин. Часть 1. Общие методы [Электронный ресурс]: ГОСТ Р ИСО 13373-1-2009 Введ. 2011-01-01. Режим доступа: Система Кодекс-клиент.
3. Пронин, С.П. Теоретические основы оптических методов измерения и контроля параметров гармонической вибрации: монография / С.П. Пронин, Е.А. Зрюмов, П.А. Зрюмов // М-во образования и науки российской федерации, ФГБОУ ВПО "Алтайский гос. технический ун-т им. И. И. Ползунова".

Барнаул. - 2011. – 73 с.

4. Пат. 2395792 Российская Федерация, МПК G 01 H 9/00. Способ измерения параметров вибрации объекта [Текст] / С. П. Пронин, Е. А. Зрюмов, А. В. Юденков; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО «Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова». – № 2009125845/28 ; заявл. 06.07.09 ; опубл. 27.07.10, Бюл. № 21.

5. Пошаговые руководства по С# [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/1dbsh6t3.aspx> /. – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 20.10.2016).

6. Зрюмов, Е.А. Оптико-электронная стробоскопическая система измерения частоты гармонической вибрации, основанная на применении генетического алгоритма / Е.А. Зрюмов, П.А. Зрюмов, С.П. Пронин // Измерительная техника. – 2012. – № 4. – С. 35-38.

7. Пронин, С.П. Исследование изменения контраста в изображении вибрирующих парных штрихов

с помощью ПЗС-фотоприемника / С.П. Пронин, Е.А. Зрюмов, П.А. Зрюмов // Известия Алтайского государственного университета. – 2012. – № 1-2 (73). - С.115-119.

8. Пронин, С.П. Оптический метод измерения размаха и частоты гармонических вибраций с использованием многоэлементного фотоприемника / С.П. Пронин, Е.А. Зрюмов, П.А. Зрюмов // Датчики и системы. – 2012. – № 1. – С. 29-33.

9. Зрюмов, Е.А. Оптический метод контроля частоты гармонической вибрации, основанный на применении утечки спектра дискретного преобразования Фурье / Е.А. Зрюмов, П.А. Зрюмов, С.П. Пронин // Ползуновский вестник. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ. – 2011. – № 3-1. – С. 58-63.

Зрюмов Евгений Александрович - к.т.н., доцент, тел.: (3852) 29-09-13, e-mail: e.zrjumov@mail.ru; **Зрюмов Павел Александрович** к.т.н., доцент; **Багмет Алексей Сергеевич** – магистрант.