

Способ измерения амплитуды колебаний

Казанцев И.В., Лебедев А.Н., Абраменко Д.С.

Аннотация: В статье рассматривается возможность использования бесконтактного способа измерения амплитуды механических колебаний ультразвуковой частоты, основанного на измерении изменения яркости подсвечиваемого участка колеблющейся поверхности.

1. Введение

Всё большее распространение в различных областях промышленности получают ультразвуковые технологии. Применение ультразвуковых колебаний в технологических процессах позволяет ускорить протекание различных физико-химических процессов, обеспечить получение новых веществ, материалов и изделий.

Важнейшим параметром обеспечивающим эффективность протекающих процессов является амплитуда механических колебаний, вводимых в технологическую среду. Она обеспечивается ультразвуковой колебательной системой (УЗКС) и возможность осуществления тех или иных технологических процессов. Если амплитуда колебаний больше критического значения – колебательная система может разрушиться. Максимальная эффективность процессов ультразвуковой обработки, достигается для каждого процесса в определенном, сравнительно узком, диапазоне амплитуд колебаний. Следовательно, контроль и измерение амплитуды механических колебаний поверхности ультразвуковых колебательных систем необходим, как при измерении параметров УЗКС при реализации различных режимов работы, так и при настройке, проверке и ремонте ультразвуковых технологических аппаратов. Поэтому, измерение амплитуды колебаний излучающей поверхности ультразвуковой колебательной системы является актуальной метрологической задачей.

Существующие методы измерения амплитуды колебаний можно разделить на две группы: контактные и бесконтактные[1].

При контактных измерениях измерительный датчик механически контактирует с исследуемой поверхностью. В связи с малыми амплитудами контактный способ измерения вносит существенное влияние на измеряемую величину.

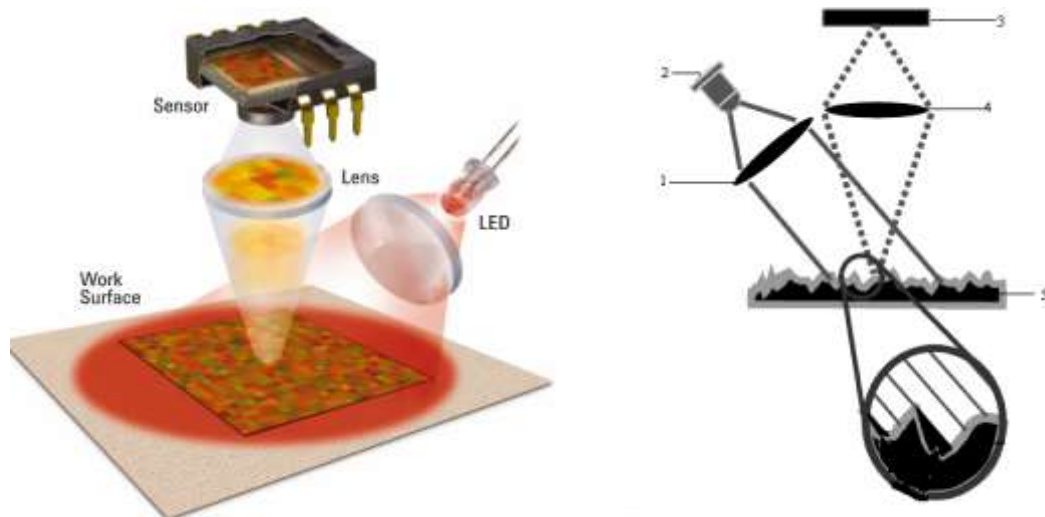
Наиболее удобными, из бесконтактных методов, для практического использования являются оптические методы. Основными недостатками оптических методов является необходимость участия в процессе измерения человека, большие габаритные размеры измерительной установки, сложность дальнейшей обработки полученной информации на ЭВМ.

Прогресс современных полупроводниковых электронных устройств позволяет решить задачу измерения амплитуды колебаний другим, ранее труднореализуемым, методом. Возможно измерение амплитуды колебаний с помощью контроля изменения яркости подсвечиваемого участка колеблющейся поверхности. Первый оптический сенсор реализующий данный метод был разработан в 2000 году корпорацией Hewlett-Packard. До настоящего времени метод для измерения колебаний малой амплитуды

(менее 100 мкм) и высокой частоты (более 18 кГц) не использовался. Реализация предлагаемого метода позволит устранить недостатки присущие оптическим методам измерений и создать простой прибор для практической реализации метода.

II ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МЕТОДА

Суть метода состоит в том, что с помощью светодиода или лазера, и системы фокусирующих линз, подсвечивается участок поверхности. Отраженный от поверхности свет, собирается другой линзой и попадает на приемник оптического сигнала — процессора обработки изображений (рисунок 1 а, б). Приемник делает снимки поверхности с частотой до 7 кГц. Причем микросхема (оптический сенсор) не только делает снимки, но сама же их и обрабатывает, так как состоит из двух частей: системы получения изображения и интегрированного DSP процессора обработки снимков. На основании анализа череды последовательных снимков (представляющих собой квадратную матрицу из пикселей разной яркости) (рисунок 2 а,б), интегрированный DSP процессор высчитывает результирующие показатели, свидетельствующие о направлении перемещения поверхности вдоль осей X и Y, и передает результаты своей работы другим устройствам.

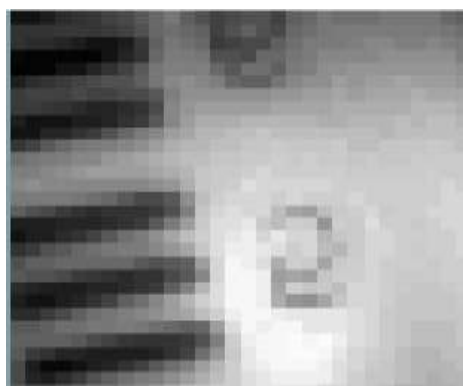


а)

б)

1 – линза, 2 – оптический излучатель, 3 – процессор обработки снимков, 4 – линза, 5 –
измеряемая поверхность.

Рисунок 1 – Схема работы измерителя перемещения



а)



б)

Рисунок 2 – Фотографии поверхности в различные моменты времени, на основании которых DSP-процессор рассчитывает перемещение

Информация о перемещении, поступающая с оптического сенсора, передается для дальнейшей обработки на ЭВМ [3].

Наиболее совершенным, на данный момент, оптическим сенсором реализующий данный метод измерения, является микросхема ADNS-6010 (таблица 1)[4].

Таблица 1 – Характеристики микросхемы ADNS – 6010.

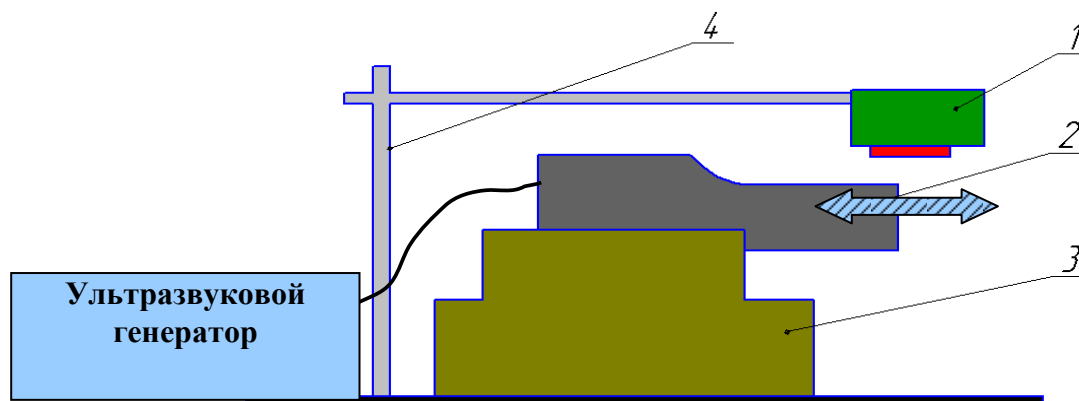
Ускорение перемещения измеряемой поверхности, g	20
Скорость перемещения поверхности, м/с	1,1
Разрешающая способность, dpi	2000
Тип подсветки	лазерная
Частота съемки поверхности, кадр/сек	2000-7080

Разрешающая способность способна обеспечить чувствительность от 12,7 мкм.

3 Практическая реализация метода

Для исследования возможности использования микросхемы для измерения амплитуды был разработан экспериментальный измерительный стенд. Общая конструктивная схема представлена на рисунке 3.

Проведенные экспериментальные исследование подтвердили применимость метода для измерения амплитуды колебаний ультразвуковой частоты. Измерения проводились с аппаратом ультразвуковой сварки «Гиминей-ультра» модель АУС – 0,2/22 – М.



1 – приемник оптического излучения; 2 – ультразвуковая колебательная система;
3 – устройство крепления УЗКС, 4 – штатив.

Рисунок 3 - Схема измерительного стенда

Начиная с мощности 110 ВА, потребляемой аппаратом, оптическим сенсором регистрировались колебания поверхности УЗКС. Проведенные измерения стробоскопическим методом [4] при мощности 110 ВА показали наличие колебаний на торце УЗКС размахом 40 мкм.

В ходе экспериментов было установлено, что оптический сенсор способен фиксировать колебания не только торцевой поверхности УЗКС, но и поверхностей расположенных параллельно плоскости сенсора. Таким образом использование предлагаемого способа измерения позволит получать распределение амплитуды колебаний вдоль всей поверхности УЗКС.

Одним из установленных достоинств предлагаемого метода является возможность использования его для измерения амплитуды колебаний протяженных излучателей [6], измерение амплитуды которых возможно только контактными способами.

Для практического использования и промышленного применения необходимо проведение дополнительных исследований по изучению влияния расстояния от оптического сенсора до колеблющейся поверхности, определение оптимальной конструкции стенда и размещения сенсора.

4 Заключение

Проведенные эксперименты показали перспективность предложенного метода для измерения амплитуды колебаний УЗКС технологических аппаратов. Очевидна необходимость дальнейшего совершенствования как методик проведения измерений, так и элементной базы реализующей метод.

Предлагаемый метод обладает рядом достоинств:

1. не требуется специальная подготовка поверхности;
2. за счет использования готовых, стандартных электронных компонентов легко реализуется передача данных на ЭВМ, для последующей обработки;
3. низкие затраты на реализацию, за счет использования широко распространенной элементной базы;
4. возможность измерения колебаний вдоль всей поверхности УЗКС, а не только торцевой поверхности УЗКС;

5. благодаря малым габаритам оптического сенсора, появилась возможность проведения измерений в труднодоступных, для измерителей основанных на стробоскопическом методе, местах.

Выявлены так же следующие недостатки, присущие как самому методу, так и аппаратуре его реализующей:

1. необходимость предварительной калибровки датчика;
2. низкая чувствительность, объясняющаяся низкой разрешающей способностью оптического сенсора.

Дальнейшее увеличение чувствительности возможно за счет использования более совершенных оптических сенсоров.

Литература

1. Макаров Л.О. Акустические измерения в процессах ультразвуковой технологии, - М., Машиностроение, 1983.
2. Genadiy V. Leonov, Vladimir N. Khmelev, Igor I. Savin, Denis S. Abramenko [Automation of the Amplitude Measurement Process of Ultrasonic Oscillatory Systems Irradiating Surface](#) //International Workshops and Tutorials on Electron Devices and Materials EDM'2005: Workshop Proceedings. - Novosibirsk, NSTU, 2005. pp. 64-67
3. Teo Chiang Mei, Understanding Optical Mice, Avago Technologies, 2006
4. ADNB-6011-EV and ADNB-6012-EV, High Performance Laser Mouse Bundles. Data Sheet, Avago Technologies, 2006.
5. Патент РФ №2292530, 2006. [Способ измерения амплитуды колебаний](#) / Леонов Г.В., Хмелев В.Н., Савин И.И., Абраменко Д.С.
6. J.A.Gallego-Juarez New technologies in high-power ultrasonic industrial applications //Ultrasonic symposium. - New York, IEEE, 1994. с. 1343-1352