

СИСТЕМА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЙ И КОНТРОЛЯ ТУРБИННЫХ ЛОПАТОК

*Климанов М.М.
УВЦ ЭМИТ*

В результате исследования физических основ взаимодействия светового излучения с диффузно-отражающими поверхностями была построена триангуляционная система для осуществления бесконтактных измерений и контроля турбинных лопаток. Спроектирована экспериментальная установка на базе компьютеризированного микроскопа УИМ-21 и проведены ее испытания, которые показали ее надежную работу в процессе эксплуатации. Разработан комплекс программного математического обеспечения, обеспечивающий интеллектуальное решение задач измерения и контроля турбинных лопаток.

Триангуляционные измерительные системы строятся на основе одного или нескольких датчиков, которые являются базовыми конструктивными элементами. Триангуляционные датчики преимущественно выпускаются в корпусе, где размещаются основные компоненты датчика, но для научных и исследовательских целей могут собираться из отдельных компонентов.

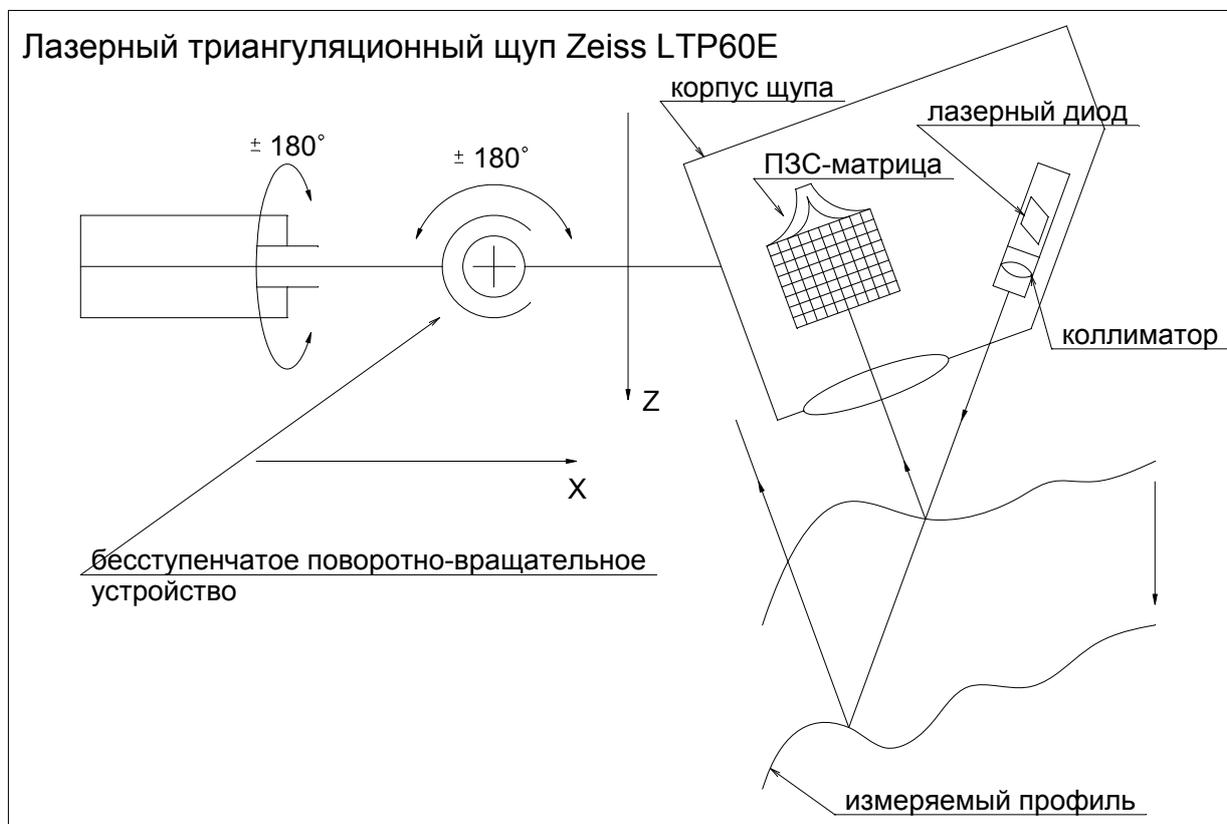


Рис. 1. Принципиальная схема лазерного триангуляционного щупа

Основные конструктивные элементы триангуляционного датчика представлены на рис. 1, на котором изображен схематично триангуляционный лазерный щуп фирмы *Carl Zeiss*. Триангуляционный щуп конструктивно представляет собой триангуляционный датчик, но разработанный для использования в качестве бесконтактного сенсора координатно-измерительной машины. Он устанавливается на руках координатно-измерительных машин и используется совместно с двумя бесступенчатыми поворотными устройствами, осуществляющими поворот на $\pm 180^\circ$. Триангуляционный щуп размещается взамен традиционных контактных щупов и реализует бесконтактный метод, не повреждающий объекты измерения, что является, бесспорно, важным для хрупких и легкодеформируемых деталей. В состав триангуляционного датчика входят:

- источник когерентного или частично когерентного светового излучения (лазер или лазерный диод) с его оптической системой;
- фотоприемник (линейка или матрица фотоэлементов) с оптической системой, фокусирующей на нем отраженный луч;
- электронные и механические компоненты (корпус и крепления датчика, встроенные и подключаемые интерфейсы и другие).

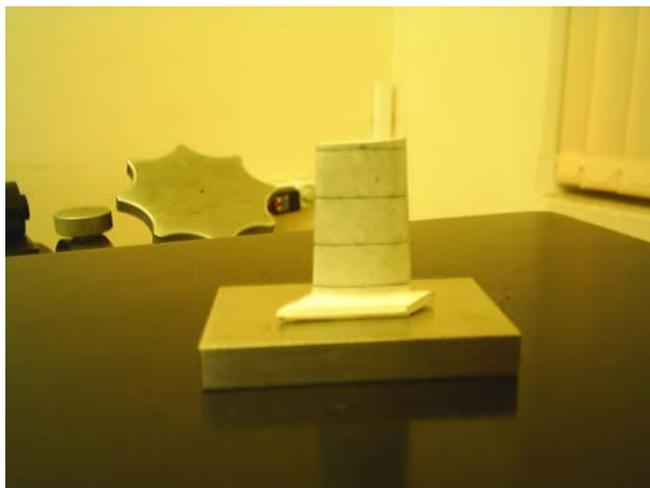


Рис. 2. Турбинная лопатка

Практическая реализация теоретических физических основ и принципов триангуляционного метода измерения привела к созданию триангуляционной системы на основе компьютеризированного микроскопа УИМ-21. В качестве объектов сканирования использовались турбинные лопатки (рис. 2) и другие детали, обладающие сложной формой поверхностей. Такая триангуляционная система предназначена для бесконтактных измерений координат точек объекта, и последующего построения и визуализации профилей и поверхностей. Универсальный измерительный компьютеризированный микроскоп оборудован двумя растровыми фотоэлектрическими линейными преобразователями с цифровой индикацией текущих координат объекта измерения и возможностью

ввода координатной информации через последовательный порт компьютера, а также ПЗС камерой подключенной через *USB* интерфейс для получения видеоизображения зоны измерения. Для проведения триангуляционных лазерных измерений микроскоп был дополнительно оборудован лазерным диодом с оптической системой фокусировки луча, блоком питания и сборным центрирующим кронштейном. Система позволяет сканировать в режиме реального времени измеряемый объект лазерным лучом по заданному алгоритму.

В программно-математическое обеспечение «Лазерный профиломер» реализует современные алгоритмы цифровой обработки изображений, базирующиеся на теоретических и методических разработках в области проектирования триангуляционных датчиков и систем [1,2]. Программное обеспечение разработано на языке программирования *Visual Basic* в среде *Microsoft Visual Studio 8.0 Enterprise Edition* с использованием компонентов, написанных на языке *C++* в среде *Borland C++ Builder 6.0 Enterprise Edition*.

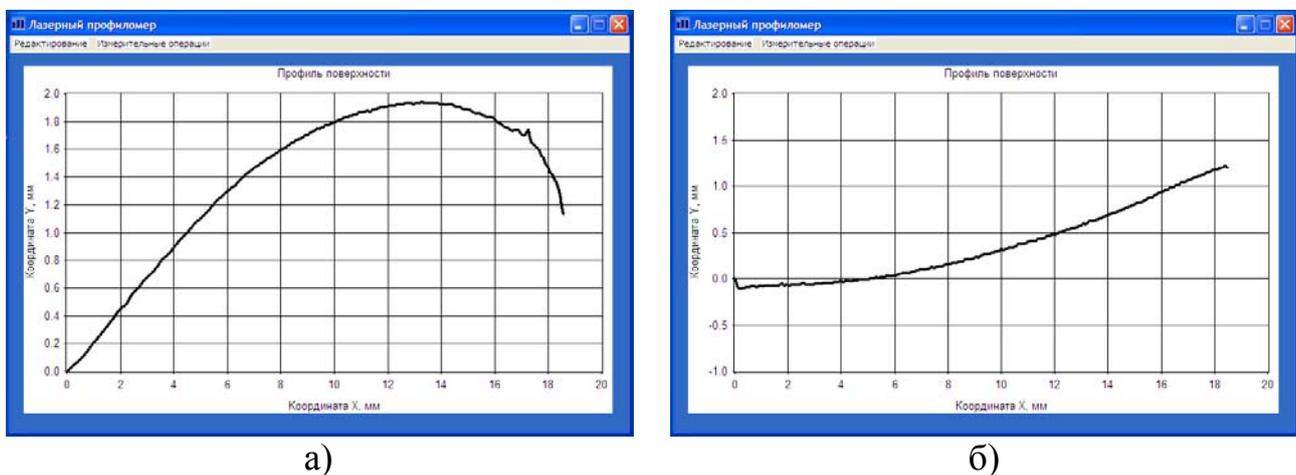


Рис. 3. Профили турбинной лопатки, построенные программным обеспечением: а – профиль спинки лопатки; б – профиль корыта лопатки

Программное обеспечение позволяет не только рассчитывать координаты точек профилей измеряемых или контролируемых объектов, но и осуществлять графическое отображение профилей и поверхностей измеряемого объекта. На рис. 3 представлены результаты сканирования триангуляционной системой контролируемых профилей турбинной лопатки, изображенной на рис.2.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. М.: издательский центр Техносфера, 2005.
2. Дьяконов В.П. Справочник по алгоритмам и программам на языке бейсик для персональных ЭВМ. М.: Наука, 1987.