



The mode of functioning of laser profilometer of the irregular shape items which is urged to replace widely spread at present moment contact measuring devices is described in the article. The main data on the device construction, software support and technical characteristics of the sample being approbated at one of the machine-building works are given.

А. А. КЕТКОВИЧ, Б. А. ЧИЧИГИН, ООО «ТЕХЭКОНТ», г. Москва

УДК 531.7

ЛАЗЕРНЫЙ ПРОФИЛОМЕТР ИЗДЕЛИЙ СЛОЖНОЙ ФОРМЫ

В авиационном машиностроении остро стоит задача контроля геометрии лопаток турбин и турбокомпрессоров, которые являются одними из наиболее напряженных и ответственных деталей авиационного двигателя, их качество и надежность напрямую влияют на безопасность полета. Профиль пера лопатки имеет сложную геометрическую форму, а ее контроль представляет собой непростую задачу.

До недавнего времени в производстве для этого применяли контактные методы контроля, основанные на механическом контакте измерительного штифта с контролируемой поверхностью. Среди них наиболее распространены оптико-механические приборы серии ПОМКЛ. Применение таких контактных средств зачастую не обеспечивает необходимой точности и оперативности измерений. Современный уровень развития производства предъявляет новые требования к средствам измерений, они должны быть автоматическими, измерительная информация должна передаваться и обрабатываться в цифровом виде.

Таким образом, наиболее перспективны приборы, реализующие цифровые бесконтактные методы измерений. Среди бесконтактных методов наибольшее распространение получили триангуляционные методы и метод светового сечения. Наиболее перспективными являются методы контроля, основанные на использовании лазерного излучения, обладающего монохроматичностью, когерентностью и малой расходимостью.

Приборы, основанные на методе триангуляции, конструктивно сложны, громоздки и дорогостоящи, вместе с тем они показывают наилучшую точность и широко применяются в производстве. Специфика метода не позволяет осуществлять в большинстве установок одновременное двустороннее измерение профиля объекта контроля.

Метод светового сечения лишен этого недостатка за счет того, что на контролируемый объект направляются тонкие пучки света большой интенсивности с взаимортогональных направлений, при этом на обеих сторонах объекта формируются светящиеся полосы, очерчивающие контур сечения, который затем может проецироваться на экран или светочувствительный элемент камеры. Метод позволяет получить приемлемую точность при относительно простой реализации. Именно этот принцип был выбран основополагающим для реализации в приборе. Упрощенная структурная изометрическая схема прибора приведена на рис. 1.

Технические характеристики прибора:

Габариты контролируемых изделий, мм	50x100x180
Погрешность измерений, мм	0,01
Формат ПЗС матрицы, пиксель	До 4000x4000
Длина волны лазера, нм	635
Мощность лазера, мВт	10, II класс безопасности

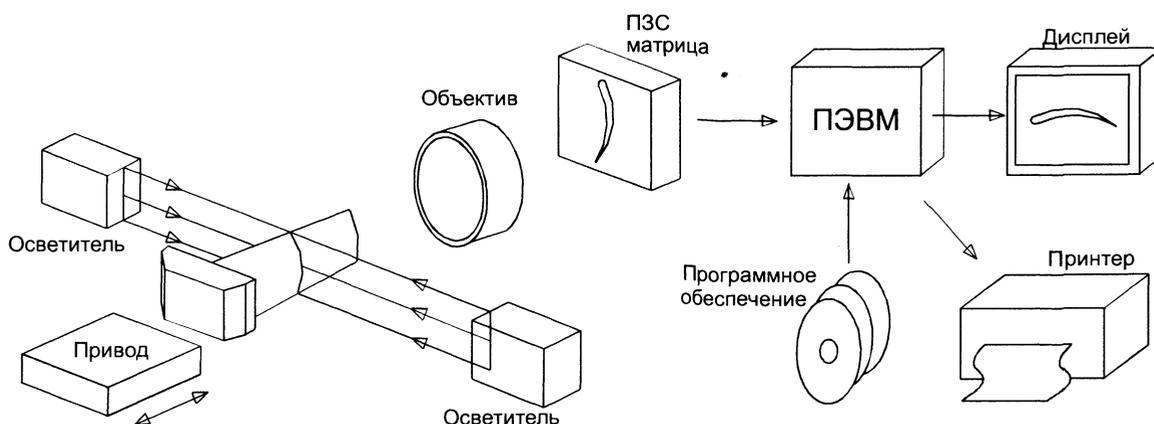


Рис. 1. Схема прибора

В разработанной установке лазерные осветители формируют узкие полосы с обеих сторон лопатки, которые замыкаясь очерчивают контур сечения. Для контроля различных сечений лопатка перемещается приводом. В осветителе лазерная полоса формируется с помощью оптической развертки лазерного луча полупроводникового лазера.

Отражаясь от поверхности лопатки, лазерный контур фокусируется объективом на светочувствительный элемент камеры. Для повышения соотношения сигнал/шум применяется спектральный интерференционный фильтр. Изображение, сформированное цифровой камерой, передается в компьютер через высокоскоростной последовательный интерфейс.

Для обработки изображения было разработано программное обеспечение. После загрузки изображения профиля активизируются процедуры предварительной обработки изображения, а именно фильтрация и бинаризация. Сначала к полученному изображению применяется операция фильтрации. Ее целью является подавление шумов посредством свертки матрицы, отражающей распределение яркости по изображению со сглаживающей маской низкочастотного фильтра.

Далее полученная матрица яркостей сравнивается с порогом бинаризации. Все точки с яркостью, меньшей порога, не принимаются к рассмотрению. Таким образом, получается максимально контрастный белый контур на черном фоне.

При анализе контура геометрические параметры сечения, подлежащие контролю (высота, толщина, угол закрутки, толщина на определенном уровне от входной и выходной кромки), находятся путем умножения вычисленных из геометрии параметров полученного контура на масштабный коэффициент, который получен измерением объекта известного размера, например, толщины концевой меры Иогансона или оптической меры.

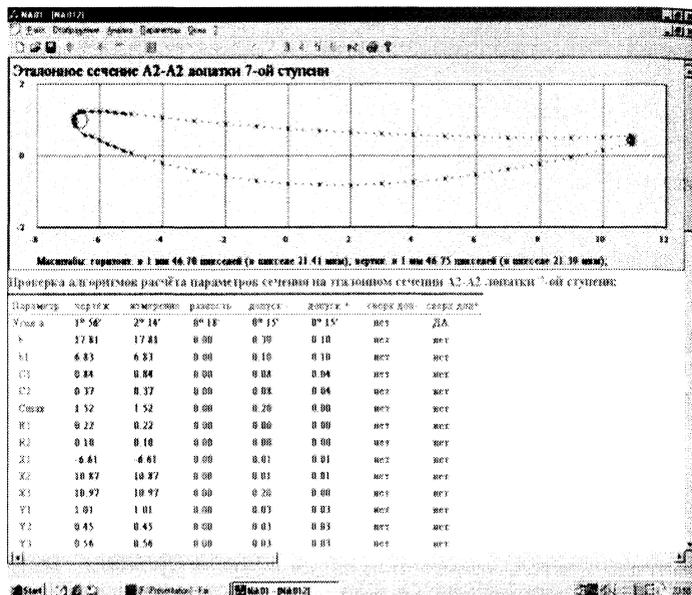


Рис.2. Вид рабочего экрана программы

Полученные результаты измерения выводятся на экран (рис. 2) или по желанию оператора распечатываются на принтере.

На точность измерений оказывают влияние несовпадения лазерных полос осветителей, погрешность измерения перемещений, погрешность сведения, погрешность неопределенности масштабного коэффициента, погрешность дискретизации, квантования, программного обеспечения, рабочей меры.

Для выполнения точной юстировки и калибровки было разработано специальное метрологическое обеспечение, позволяющее точно совместить лазерные плоскости обоих осветителей, облегчающие операцию калибровки и дающие возможность точно установить нуль отчетного устройства перемещения.

В настоящее время прибор апробируется на одном из машиностроительных заводов Московской области. Одновременно проводятся работы по расширению номенклатуры контролируемых изделий.