

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ПРИБОРНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДЕФЕКТОСКОПИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

Кутин Н.А.
доц. Павлов И.В.

Санкт-Петербургский государственный горный университет
Кафедра приборостроения факультета «Приборостроение, информационные и электронные системы»

Аннотация

В статье приводятся теоретические предпосылки и результаты работы по разработке прибора визуализирующего дефектоскопическую информацию. Приводится пример использования прибора с пирометрическим дистанционным датчиком.

Ключевые слова

Визуализация информации, физико-механические характеристики, пирометрия, дефектоскопия, диагностика, контроль качества, программное обеспечение, высокоточная координатная привязка.

Abstract

This article describes the theoretical assumptions and results of the work to develop the device renders the defektoskopičeskuû information. Provides an example of how to use the device with pirometričeskim remote-sensor.

Keywords

Information visualization, physical-mechanical characteristics, Pyrogrammetry, flaw detection, diagnosis, quality control, ensuring that high-precision coordinate.

Как известно все процессы, происходящие в природной среде, сопровождаются различными энергетическими проявлениями. Следствием этого является то, что любые объекты обладающие температурой выше абсолютного нуля являются источниками электромагнитного излучения, по которым можно их обнаружить или наблюдать различные процессы с ними происходящие (например – полимеризация, неравномерная пропитка смолами, распределение влаж-

ности, теплотери и т.д.). Данное излучение характеризуется различными волновыми характеристиками, в частности длиной волны. Очень горячие предметы, такие как, например, объекты, имеющие в своем устройстве какие либо нагревательные элементы с температурой превышающей 550°C , излучают волны с длиной волны, которая доступна человеческому глазу. Более холодные излучают в инфракрасном диапазоне, который человеческим органам осязания недоступен. Для регистрации таких видов излучения были созданы тепловизоры.

Существует несколько основных принципов работы тепловизоров: это тепловизоры основанные на применении ПЗС матрицы сходной в своей основе, с матрицей, устанавливаемой в фото, – видео регистрирующие устройства типа бытовых камер, а также устройства, основанные на матрицах, созданных с использованием микроболометров. Преимущество тепловизоров первого типа это высокое разрешение, быстродействие и чувствительность, но существенным недостатком данных приборов является то, что для их работы часто необходимо охлаждать матрицу до криогенных температур, для того что бы их собственной излучение не влияло на получаемую информацию. Вследствие сложности получаемой системы с множеством компонентов она имеет очень высокую стоимость, что ограничивает ее применение специалистами научно-исследовательских лабораторий и работниками сходных профессий.

Второй тип тепловизоров использует неохлаждаемые матрицы каждая ячейка (пиксель) которой представляет собой терморезистор, нагреваемый тепловым излучением. Измерив, сопротивление каждого резистора можно составить общую тепловую картину. Такие приборы более массовые, компактны и дешевы, но при этом обладают меньшим пространственным разрешением и четкостью. При этом самой дорогой деталью тепловизора является объектив необходимый для того что бы сфокусировать излучение на матрице. Объектив из обычного стекла не подходит для этих целей, поскольку практически полностью не пропускает ИК излучение среднего и дальнего диапазона. Поэтому линзы для этих приборов производят из металлического германия. Так же для

нормальной работы оборудования на линзы наносят просветление, являющееся тонкой пленкой алмазного покрытия.

В связи с высокой стоимостью приборов тепловизионного класса на кафедре «Приборы контроля и системы экологической безопасности СЗТУ» был разработан прибор под названием «Мультископ». Прибор представляет из себя измерительно – визуализирующий приборный комплекс, позволяющий создавать видимую картину объекта контроля поверх которой накладывается тепловая картина образованная сканирующим пирометром. Сканирование, на данный момент, проводится в ручном режиме в двух координатной системе. Позиционирование осуществляется при помощи двух датчиков углового положения.

Области применения. Оценка износа зданий и сооружений, строительство – (визуализация мест с отслоившейся штукатуркой, с промокшей штукатуркой, теплоизоляцией, визуализация мест с повышенными потерями тепла (трещины, «мостики холода», плохие швы, бетон с плохими теплоизоляционными свойствами и т.д.). Машиностроение, приборостроение, военная промышленность, МЧС – снятие температурного рельефа разнообразных тепловыделяющих конструкций, определение мест перегрева объектов от доменных печей до корпусов микросхем и печатных плат. Медицина и биология – обнаружение и локализация воспалений, закупоренных сосудов, мест омертвления тканей при отморожениях, гангренах и т.д. Визуализация тепловых полей технических и биологических объектов.

Описание и области применения комплекса. Приборный комплекс, описываемый в настоящей статье, является универсальным и может визуализировать информацию с приборов контроля, отличающихся по принципу действия и по виду выходной информации. Обеспечивается произвольная траектория движения датчика по объекту контроля и неограниченное время наблюдения на экране монитора распределения контролируемого физического параметра, выраженного цветовой окраской наблюдаемого объекта. Прибор состоит из телевизионной камеры, ноутбука, пирометра и специализированного программного обеспечения. Принцип действия прибора заключается в следующем: по

поверхности изделия перемещают датчик прибора контроля, на котором установлена сигнальная метка (она может быть выполнена либо в виде точечного источника света (лампа накаливания, светодиод и т.д.), либо в виде пятна люминесцентной краски). Телевизионный сигнал изображения исследуемого объекта и метки поступает с телевизионной камеры на компьютер и визуализируется на его экране в чёрно-белом изображении. Сигнал с внешнего прибора, также поступает на вход компьютера, где производится его цветоделение, в зависимости от уровня и запись в виде цветного квадратика, на изображение контролируемого изделия, в место постановки датчика, обозначенного маячком. В описываемом варианте прибора применён бесконтактный пирометр, поэтому информация записывается в место, обозначенное лазерным целеуказателем прибора

Методика работы с прибором следующая:

1. С помощью видеокамеры и её трансфокатора по изображению на мониторе оператор выбирает участок конструкции для контроля.
2. Оператор сканирует по произвольной траектории лазерным целеуказателем поверхность контролируемого участка.
3. По окончании сканирования изображение на мониторе окрашено, то есть соответствующими цветами обозначено распределение физико-механических свойств контролируемых материалов; если в процессе сканирования имели место пропущенные участки поверхности, то они остались, не окрашены и необходимо их пройти датчиком.

В состав приборного комплекса входят следующие устройства (рис. 1):

- ручной пирометр типа «OPTRIS LS»,
- мегапиксельная цифровая телекамера типа VEC-535,
- объектив с переменным фокусным расстоянием,
- портативная ЭВМ (note-book) типа «ASUS».

Дополнительно в состав макета может входить:

- двухкоординатный поворотный узел с датчиками углов поворота пирометра,

- фотографический штатив с узлом крепления телекамеры и пирометра,
- блок автономного питания (аккумуляторы),
- транспортный контейнер (чемодан типа «дипломат»).

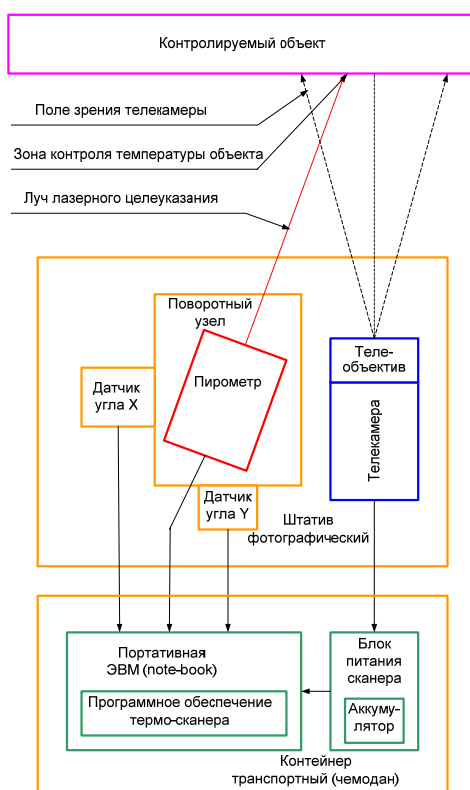


Рис. 1. Блок-схема приборного комплекса

В состав макета входит следующее программное обеспечение:

- стандартное ПО регистрации данных пирометра (ПО OPTRIS),
- стандартное ПО регистрации изображения телекамеры (ПО EVSCAP),
- специализированное ПО регистрации координат лазерной метки пирометра на изображении объекта (ПО EDGE),
- специализированное ПО отображения данных температуры в координатах изображения объекта измерений (ПО ПИР-07).

Основные функции приборного комплекса:

- регистрация изображения объекта в зоне измерений,
- прием и запись данных температуры от пирометра,
- автоматическое измерение координат лазерной метки пирометра на изображении объекта в процессе ручного сканирования,

- отображение данных пирометра на изображении объекта с цветовым кодированием температуры в точках измерений,

- цифровая индикация температуры при наведении курсора на точки измерений, отмеченные цветом на изображении объекта.

Как известно конструкционные материалы, в частности принятые для исследования неметаллические материалы могут либо пропускать, либо препятствовать прохождению различных видов излучений. Вследствие этих физических особенностей в качестве дальнейшего развития темы дистанционных дефектоскопов, на базе «Мультископа» было решено создать прибор для определения дефектов в различных неметаллических материалах методом регистрации отраженного или сквозного теплового излучения. В рамках опытных работ по данной теме был поставлен эксперимент, в котором предполагалось изучить возможности дистанционной регистрации теплового излучения проходящего через непрозрачный объект, не излучающий в видимом диапазоне.

Объектом контроля выступал образец, выполненный из многослойной фанеры толщиной приблизительно 5 миллиметров. Напротив образца на расстоянии примерно 4 метров был установлен прибор «Мультископ». Позади образца на расстоянии примерно 30 сантиметров был установлен нагреватель, в основе конструкции которого лежит мощный источник, излучающий в видимом и ближнем ИК-диапазоне, с системой фокусировки.

В результате проведенного эксперимента были получены данные о том, что при помощи такой системы излучателей и приемников, возможно, получить тепловую картину объектов которые являются непреодолимыми для видимого излучения.

Данный результат позволяет сделать вывод о том, что в дальнейшем при усовершенствовании аппаратной и программной базы появится возможность не только обнаруживать, но и локализовать места внутренних дефектов (полостей, раковин, пузырей) по изменениям тепловой картины, в связи с тем, что такие дефекты должны вносить аномальные возмущения в общую картину объекта контроля.

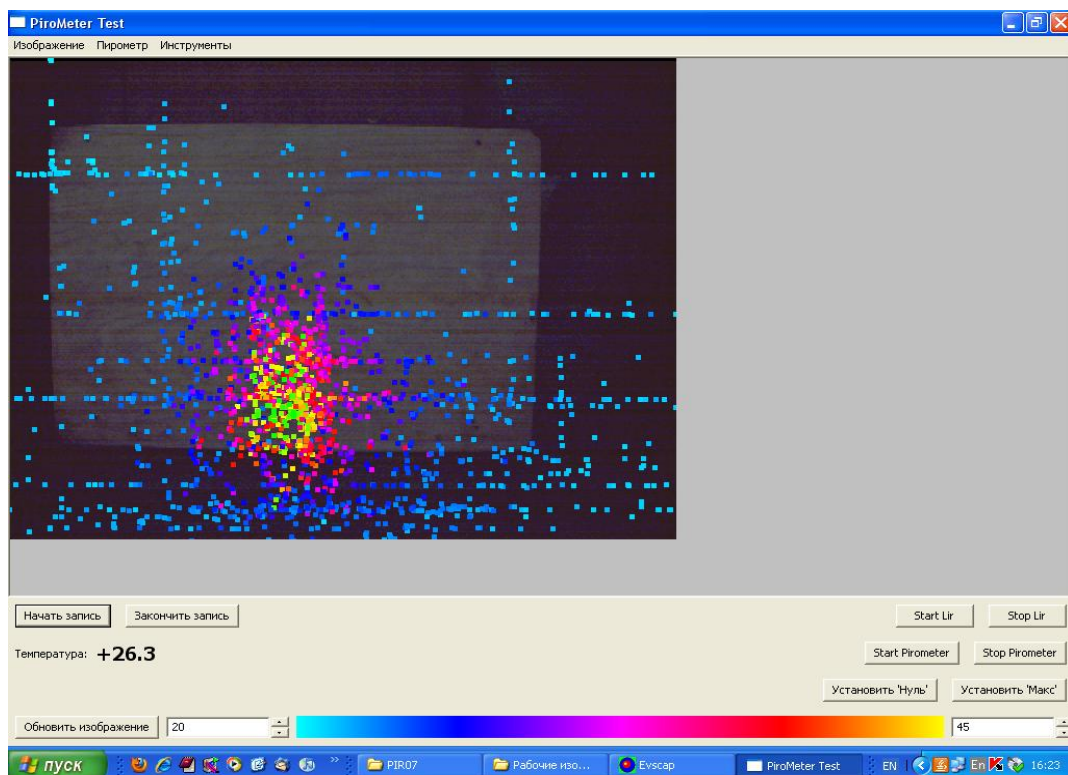


Рис. 2. Результат измерений

Данная система будет стоить существенно дешевле тепловизионных аналогов, а в некоторых случаях, будет эффективнее в своих узкоспециализированных задачах.

В результате выполнения работы получены следующие основные результаты:

1. Специализированные алгоритмы компьютерной обработки больших массивов информации.
2. Способ визуализации больших массивов информации.
3. Способ высокоточной координатной привязки информации с пирометра, измеряющего температуру контролируемого объекта к изображению объекта контроля.
4. Универсальный приборный комплекс, позволяющий визуализировать информацию с приборов контроля любого типа, содержащий телекамеру с трансфокатором, пирометр и компьютер со специализированным программным обеспечением.

Рецензент доц. Колесниченко С.В.