

ТЕПЛОВИЗИОННЫЕ ОБСЛЕДОВАНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ТЕПЛОЗАЩИТЫ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

Федюк Р.С., Мочалов А.В., Ильинский Ю.Ю.,
научный руководитель докт. филос. наук, канд. техн. наук Баранов В.А.
Дальневосточный федеральный университет

В последнее время широкое распространение получил тепловизионный контроль качества строительных сооружений, позволяющий:

- обнаруживать скрытые дефекты строительства;
- выявить нарушения теплозащиты ограждающих конструкций, возникшие вследствие ошибок проектирования, нарушения технологии изготовления строительных материалов, ошибок и нарушений технологии при строительстве зданий.

Тепловизионный контроль осуществляется тепловизионными камерами (тепловизорами, инфракрасными камерами). Тепловизионный контроль является бесконтактным методом обследования. Объекты контроля имеют собственные тепловые излучения, и с помощью тепловизора оператор получает так называемые тепловые изображения объектов, отражающие распределение температур нагрева их поверхностей.

Анализ получаемых термограмм позволяет определять дефекты, допущенные при строительстве.

Тепловизионное обследование применяется не только для контроля качества строительных сооружений, но и для поиска утечек тепла теплотрасс и диагностики электрооборудования.

Современные тепловизионные системы позволяют быстро и точно выявить дефектные участки и определить их границы. Количественную оценку обнаруженных дефектов производят в лабораторных условиях с использованием стандартного математического аппарата и соответствующих программных средств. Обнаружение скрытых дефектов основано на использовании принципа сравнения текущей зоны контроля с эталонной (бездефектной) зоной. Эталонную зону указывают из технологических соображений или определяют в ходе тепловизионного осмотра, например, путем оценки сопротивления теплопередаче (см. ГОСТ 26629-85).

Базовым прибором в методе теплового неразрушающего контроля является инфракрасная камера (тепловизор), предназначенная для оперативного проведения натурных измерений и выдачи изображения в инфракрасном спектре изображения, испускаемого объектом. В работе для получения экспериментальных данных использовалась камера ThermoCAM P65 (Швеция) (рис. 1).



Рис. 1. Камера ThermoCAM P65

Эксплуатационные характеристики тепловизора позволяют проводить съемку при температуре окружающего воздуха от -15 до +50°C и относительной влажности до 95%. Тепловизионная съемка возможна также и при более низких температурах, однако при этом время проведения обследования увеличивается в связи с периодическим отогревом камеры в теплом помещении (15 минут съемка и 20-30 минут отогрев камеры).

На точность получаемых результатов помимо погрешности измерения температуры поверхности объекта также оказывают влияние следующие факторы: излучательная способность исследуемой поверхности и окружающей среды, которая отражается (экранируется) объектом; поглощение в атмосфере.

Для компенсации вышеперечисленных нежелательных эффектов, влияющих на точность измерений предусмотрен ввод корректирующих параметров, таких как:

- коэффициент излучения объекта (0,01...1);
- температура окружающей среды (-40...+1000°C);
- отраженная температура объекта (-40...+1000°C);
- расстояние между объектом и камерой (0,3...3047 м);
- относительная влажность (0-99%);
- коэффициент пропускания атмосферы – устанавливается автоматически на основании вводимых значениях расстояния, температуры атмосферы и относительной влажности.

Основные технические характеристики инфракрасной камеры ThermoCAM P65

1. Поле зрения / минимальное фокусное расстояние 24° x 18°/ 0,3 м (с 35 мм объективом).
2. Пространственное разрешение.....1,3 мрад
3. Температурная чувствительность при 30°C.....0,08°C
4. Частота кадров изображений50/60 Гц
5. Функция электронного увеличения 2,4,8 с интерполяцией
6. Фокусировка.....автоматическая или ручная
7. Цифровое повышение качества...обычное изображение и с повышенным качеством
8. Тип детектора.....матрица в фокальной плоскости, неохлаждаемый микроболомер, 320x240 пикселей
9. Спектральный диапазонот 7,5 до 13 мкм
10. Видеискатель.....встроенный с высоким разрешением цветной ЖКД (TFT – технология)
11. Диапазоны измеряемых температур.....от -40 до +500°C, по дополнительному заказу до 1500°C
12. Точность.....±2°C или ±2% от показания
13. Диапазон температур хранения.....от -40 до +70°C
14. Масса..2,0 кг (включая батарею и верхнюю рукоятку)
15. Размеры.....корпус камеры 100x120x220 мм
16. Компьютерные аппаратные интерфейсыFireWare, USB/RS-232, IrDA

Принцип работы тепловизионной системы заключается в следующем (рис. 2): инфракрасное излучение через оптическую систему передается на приемник, представляющий собой неохлаждаемую матрицу термодетекторов. Матрица (решетка) миниатюрных детекторов воспринимает инфракрасные сигналы и превращает их в электрические импульсы, которые после усиления преобразуются в видеосигнал. Полученный видеосигнал, посредством электронного блока измерения, регистрации и математической обработки оцифровывается и отображается на экране компьютера или дисплее тепловизора.

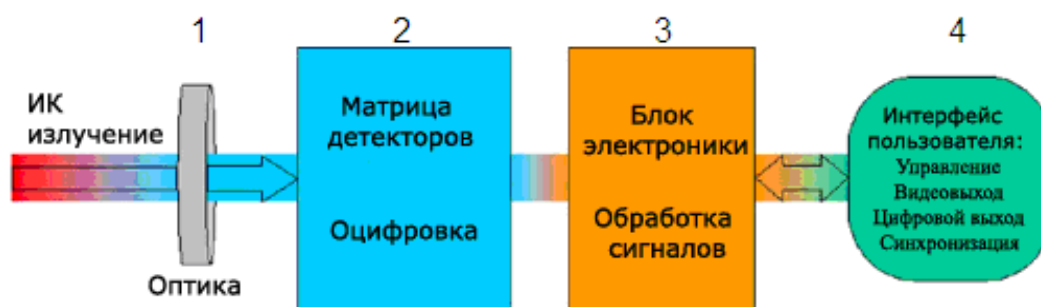


Рис. 2. Принцип работы тепловизионной системы

Полученная в ходе съемки информация обрабатывается в программе «ThermaCAM Reporter», работающей в среде Microsoft Office Word. Данная программа позволяет анализировать полученные инфракрасные изображения (термограммы): производить корректировку параметров объекта, определять температуру в точке, находить максимальную, минимальную, среднюю температуры по выбранной области, строить температурные профили по выбранным сечениям на термограмме и гистограммы распределения температур, создавать результирующие таблицы с требуемыми для проведения дальнейшего анализа показателями и характеристиками.

Помимо этого программа «ThermaCAM Reporter» позволяет преобразовывать полученные данные в форматы программ «Mathsoft Apps MathCAD» и Microsoft Excel.

В табл. 1 представлены результаты сравнения на соответствие показателей инфракрасной камеры ThermaCAM P65 требуемым значениям, предъявляемым основным нормативным документом, действующим на территории РФ, ГОСТ 26629-85 «Здания и сооружения. Методы тепловизионного контроля качества теплоизоляции ограждающих конструкций», устанавливающим основные требования при проведении тепловизионных обследований наружных ограждающих конструкций зданий

Следовательно, характеристики инфракрасной камеры ThermaCAM P65 соответствуют нормативным показателям и камера может применяться для проведения контроля качества теплоизоляции ограждающих конструкций.

Таблица 1.

Показатель	Требуемое значение по ГОСТ	ThermaCAM P65
Диапазон контролируемых температур	-20°C...+30°C	-40°C...+1000°C
Предел температурной чувствительности, не менее	0,5°C	0,08°C
Угловые размеры поля обзора	от 0,08 до 0,65 рад от 4,5° до 37,2°	4,5° x 24°
Число элементов разложения по строке, не менее	100	320
Число строк в кадре, не менее	100	240