

УДК 629.113.004

А. И. Шаров, магистрант
С. В. Колесниченко, к.т.н., доцент
orcid.org/0000-0002-9257-5703

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, г. Краматорск, Украина
nik@donnaba.edu.ua

ТЕПЛОВИЗИОННЫЙ КОНТРОЛЬ. МЕТОДЫ И ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

В работе рассматриваем один из методов контроля строительства. Приведены исследования данного метода. Рассмотрены и определены условия и целесообразность использования.

Ключевые слова: тепловизионный контроль, инфракрасное излучение, контроль строительства, контроль качества.

А. І. Шаров, магістрант
С. В. Колесніченко, к.т.н., доцент
orcid.org/0000-0002-9257-5703

Донбаська національна академія будівництва і архітектури, м. Краматорськ, Україна
nik@donnaba.edu.ua

ТЕПЛОВІЗІЙНИЙ КОНТРОЛЬ. МЕТОДИ ТА МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ

В роботі розглядаємо один з методів контролю будівництва. Наведено дослідження даного методу. Розглянуто та визначено умови і доцільність використання.

Ключові слова: тепловізійний контроль, інфрачервоне випромінювання, контроль будівництва, контроль якості.

A. Sharov, MSc Student
S. Kolesnichenko, PhD., Assoc. professor
orcid.org/0000-0002-9257-5703

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, Kramatorsk, Ukraine
nik@donnaba.edu.ua

THERMAL IMAGING CONTROL. METHODS AND FEASIBILITY OF USING

In the article, we consider one of the methods of building control. The research of this method is presented. The conditions and expediency of using are considered and determined.

Keywords: thermal imaging control, infrared radiation, building control, quality control.

Формулировка проблемы. Зачастую после заселения, жильцы жалуются на множество конструктивных недоработок, низкое качество строительно–монтажных работ и высокие траты на оплату теплоснабжение зданий. Предлагаемый метод контроля качества строительно–монтажных работ при помощи использования инфракрасной (ИК) технологии - тепловой (тепловизионный или инфракрасный) контроль качества строительства. Метод возможно использовать для выявления строительных дефектов, приводящих к увеличению тепловых потерь.

Метод ИК. Существование инфракрасного излучения было обнаружено в 1800 году астрономом сэром Фредериком Уильямом Гершелем. Он направил солнечный свет через стеклянную призму, чтобы создать спектр цветов, а затем измеряли температуру каждого цвета. В результате обнаружил, что температуры цвета увеличились от фиолетового до красной части спектра. Заметив этот шаблон, Гершель решил измерить температуру просто за красной частью спектра в области, где солнечный свет не был виден. К его удивлению, он обнаружил, что этот регион имеет самую высокую температуру. Инфракрасное излучение находится между видимой и микроволновой частями электромагнитного спектра. Основным источником инфракрасного излучения является тепло или тепловая радиация. Любой объект с температурой выше абсолютного нуля (-273,15 градусы Цельсия или 0 Кельвина) излучает излучение в инфракрасной области. Даже объекты которые мы считаем очень холодными, такими как кубики льда, излучать инфракрасное излучение. Мы ежедневно ощущаем инфракрасное излучение. Тепло, которое мы чувствуем от солнечного света, огонь или радиатор – все это излучает тепло. Хотя наши глаза не видят этого, нервы в нашей коже могут чувствовать это. Чем теплее объект, тем больше он излучает инфракрасное излучение.

Цель тепловизионного строительного контроля – это выявление скрытых дефектов строительства - трещин в ограждающих конструкциях, некачественное заполнение стыковых соединений стеновых панелей, несовершенства установки утеплителя, некачественная установка оконных и дверных блоков.

Благодаря тепловизионному контролю можно выявить причины нерационального расхода энергоносителей и сократить затраты на них. Согласно исследованиям, контроль, диагностика и тепловизионный контроль обеспечивают информацией о потерях энергии и позволяют на основе полученной информации сократить расходы на 35-40%. Также использование тепловизионной техники последнего поколения позволяет выявить ошибки, сделанные при проектировании и строительстве.

Система термографического сканирования может измерять и просматривать температуру на основе ИК-излучения, излучаемого нагретой поверхностью объекта без физического контакта между измерительным оборудованием и поверхностью во время испытания. В результате изображение объекта получается в разных оттенках цветов или в оттенках серого. Принцип измерения основан на том факте, что любой материал непрерывно излучает энергию (электромагнитное излучение), пропорциональную его температуре поверхности. Эта энергия зависит от спектральных свойств (излучательная способность, отражение), тепловые свойства (проводимость, способность самого материала к передаче тепла, удельную теплоту, коэффициент диффузии) и другие физические свойства материала (пористость, плотность, содержание воды). Чтобы получить измеримые разности температур на поверхности наблюдательного элемента, необходим предварительный нагрев поверхности. Он может быть получен пассивным или активным методом. Статическая (пассивная) термография техника достигается за счет использования солнечного излучения для записи теплового изображения без применения внешней системы отопления или охлаждения и нормальные условия окружающей среды. На измеренные температуры влияет три фактора: конфигурация поверхности, условия поверхности и окружающая среда. Конфигурация поверхности определяет различные изоляционные способности и различные значения теплопроводности (воздушные пустоты и области с низкой плотностью определяют более низкую теплопроводность). Состояние поверхности имеет эффект на излучение (более

высокие значения для шероховатой поверхности и более низкие значения для гладких поверхностей).

Экологическая система (солнечная радиация, облачный покров, температура окружающей среды, скорость ветра, поверхностная влажность), которая окружает поверхность влияет на достоверность интерпретации изображения. После выполнения надлежащих условий для изучения, записи изображений могут быть выполнены во время естественного охлаждения в ночное время, когда солнечное излучение больше не воздействует на поверхность. Большинство аномалий будет обнаружено в областях термографического изображения демонстрируя более холодные температуры, чем прилегающие районы. Анализ дневного света показывает обратные результаты - поврежденные области будут показывать более высокие значения температуры. Этот метод часто используется при тестировании больших площадей, используя недорогой источник тепла и приводит к равномерному распределению на тестируемых поверхностях.

Виды тепловой съемки. Тепловизионная съемка может проводиться как в зимний период при включенном отоплении здания, так и в летний с дополнительным обогревом помещений. Условно различают пассивный и активный методы теплового контроля [1, 2]. Пассивный ТВК не нуждается во внешнем источнике теплового воздействия. Активный ТВК напротив, предполагает нагрев объекта внешними источниками.

Пассивный метод теплового контроля подразумевает, что возникновение теплового поля в объекте контроля происходит при его эксплуатации или изготовлении. Тепловой контроль с использованием пассивного метода является наиболее распространенным методом ТВК и широко применяется практически во всех отраслях современной промышленности. Основное преимущество метода — контроль объектов без вывода из эксплуатации и отсутствие необходимости дополнительных манипуляций, связанных с нагревом объекта. Типичные объекты пассивного теплового контроля - строительные конструкции, работающие электроприборы, контакты под напряжением и другие промышленные объекты. Приборы теплового неразрушающего контроля, наиболее часто применяемые при пассивном методе это тепловизоры, пирометры, инфракрасные термометры, измерители тепловых потоков и логгеры данных.

Активный метод теплового контроля применяется, когда во время эксплуатации объект самостоятельно не выделяет тепловое излучение достаточное для проведения ТВК. При активном методе теплового контроля, объект нагревается различными внешними источниками. Типичные объекты, контролируемые данным методом это многослойные композитные материалы, объекты искусства и другие объекты, требующие внешней тепловой нагрузки.

В зависимости от способа измерения температуры, приборы теплового контроля разделяют на: контактные и бесконтактные. В настоящее время, наиболее распространёнными приборами для контактного измерения температуры являются: термопары, металлические и полупроводниковые сопротивления, термоиндикаторы, термокарандаши, манометрические и жидкостные термометры. К бесконтактным приборам теплового контроля относятся тепловизоры, термографы, квантовые счетчики, радиационные пирометры и др.

Методы теплового контроля в областях производства, транспортирования, преобразования, консервации и потребления различных видов энергии используются более

25 лет. В области жилищного и промышленного строительства картину наглядно иллюстрирует тот факт, что тепловизионное обследование здания (сооружения) является обязательным этапом в составлении характеристики его качества, оценки стоимости при страховании и продаже, по завершении строительных работ, реконструкции или при постановке на комплексное обслуживание ремонтно-эксплуатационными службами.

Наиболее распространенными приборами являются тепловизоры, что привело к появлению нового термина «тепловизионный контроль». Приборы оборудованы инфракрасными датчиками (различаются своей матрицей – чувствительностью) и специальным тепловым дисплеем, где отображается картина теплового поля. Как правило, тепловизоры имеют специальное программное обеспечение для обработки термограмм.

В методах теплового контроля можно выделить три основных направления развития и применения:

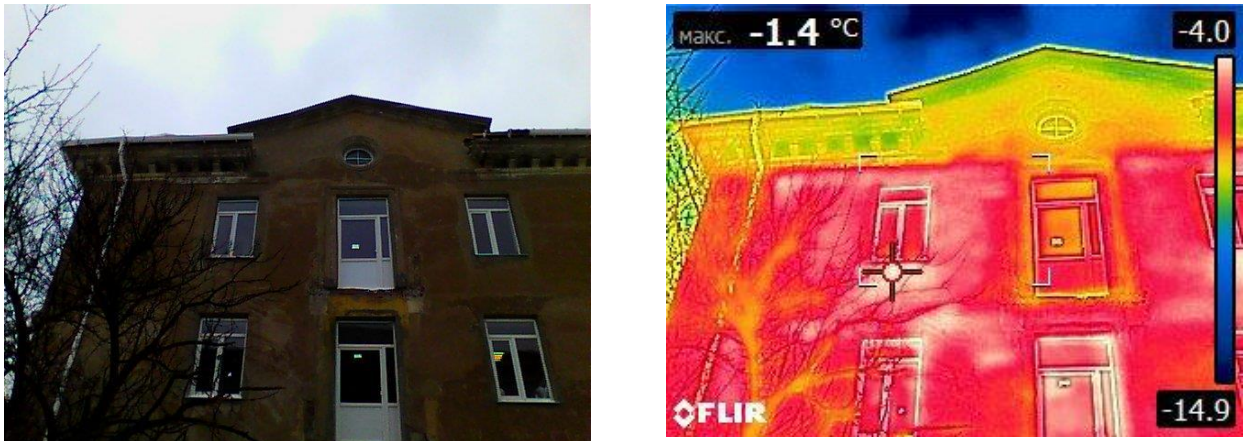
1. Тепловая дефектоскопия – ТД (терминология по [3]) - определение факта самого наличия дефекта и его места расположения;
2. Тепловая дефектометрия -ТДМ – методы количественной оценки параметров и глубины положения дефекта;
3. Тепловая томография – ТТ – послойный синтез внутренней структуры объекта с использованием методов компьютерной томографии.

Некоторые результаты применения метода ТД для оценки энергоэффективности, представлены на примере тепловизионного обследования учебного корпуса Донбасской национальной академии строительства и архитектуры (рис. 1). Использовались тепловизоры FLIR с различными инфракрасными матрицами FLIR C2 с матрицей 80x60pic и FLIR E8 с матрицей 320x240 pic. Обработка результатов измерений проводилась с использованием специализированного программного комплекса FLIR tools. Одной из задач было определение эффективности применения приборов для энергоаудита зданий.

Целью обследования было установление мест тепловых потерь для дальнейшей разработки проекта термомодернизации здания, эффективного утепления фасадов. Работы проводились в зимний период при отрицательных температурах наружного воздуха. с действующей системой отопления.



а) Северо-восточный фасад после ремонта



б) Юго-западный фасад без ремонтных работ

Рис. 1. Термограммы обследования корпуса ДонНАСА.

Как видно из термограмм, отреставрированная часть корпуса более энергоэффективна и пропускает меньше тепла. Диапазон разброса температур наружных стен более узкий.

Вывод. Контроль строительства и обследования зданий с целью выявления теплопотерь метод тепловой съемки является эффективным. С помощью метода возможно определение дефектов и повреждений, снижающих энергетическую эффективность здания, контроль качества выполненных строительных работ.

Литература

- 1.ГОСТ 18353 – 79. Контроль неразрушающий. Классификация видов и методов./ Государственный комитет СССР по стандартизации. Стр. 40.
- 2.ГОСТ 23483 – 79. Контроль неразрушающий. Методы теплового контроля. Общие требования./Государственный комитет СССР по стандартизации. Стр. 12.
- 3.ГОСТ 25314-82. Контроль неразрушающий тепловой. Термины и определения./ Государственный комитет СССР по стандартизации. Стр. 8.