

УДК 519.23:628.85

**ОПТОВОЛОКОННАЯ ТОМОГРАФИЯ
КАК МЕТОД КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА
В РАБОЧИХ ПОМЕЩЕНИЯХ АВТОНОМНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ**

**FIBER OPTIC TOMOGRAPHY AS A METHOD FOR QUANTITATIVE ESTIMATION
OF PARAMETERS OF MICROCLIMATE IN THE WORKING PREMISES
OF THE AUTONOMOUS TEXTILE INDUSTRIES**

Р.М. АЛОЯН, В.Н. ФЕДОСЕЕВ, Н.В. ВИНОГРАДОВА, И.А. ЗАЙЦЕВА, М.Р. ПРОДОВА
R.M. ALOYAN, V.N. FEDOSEEV, N.V. VINOGRADOVA, I.A. ZAYTSEVA, M.R. IRODOVA

(Ивановский государственный политехнический университет)
(Ivanovo State Polytechnical University)
E-mail: 4932421318@mail.ru

Для диагностики температурного состояния помещений авторами предложен аппаратный термометрический метод диагностирования на основе тепловизионного прибора. Оптоэлектронный прибор работает в реальном времени с возможностью сохранения записи информации и передачи полученных данных. Разработанная модель алгоритма с программным обеспечением позволяет получать численные значения параметров комфортного микроклимата помещений, таких как теплопотери, инфильтрация, стратификация и влажность. Используя компьютерную томографию (получая при этом картину спектра температур) и разработанную авторами численную оценку теплопотерь, можно принимать решения о необходимости ремонта и объемах работ.

For diagnosing temperature state of the premises the authors proposed a hardware method of thermometric diagnosis based on thermal imaging of the device. Optoelectronic device works in real time with the ability to save information recording and transfer of the received data. The developed model algorithm software allows to obtain numerical values of the parameters a comfortable microclimate amenities such as, heat loss, infiltration, stratification and humidity. Using a CT scan to give a picture of the range of temperatures and the authors developed a numerical estimate of heat loss, decisions are made about necessary repairs and scope of work.

Ключевые слова: тепловизор, микроклимат, тепловые потери.

Keywords: thermal imager, microclimate, heat losses.

В процессе развития современных строительных технологий при создании воздухо- непроницаемых и паронепроницаемых ограждающих конструкций возникает настоятельная необходимость в диагностике температурного состояния помещений. Сегодня в строительных технологиях аппаратный термометрический метод диагностирования на основе тепловизорного прибора востребован и субъективно, и объективно. Предлагаемый оптоэлектронный прибор – тепловизор – может работать в реальном времени, хранить информацию и передавать полученные данные, а с учетом наших новых разработок (инженерных и схемных решений) можно получать числовые оценки теплопотерь, инфильтрации, стратификации и влажности, то есть получать основные параметры комфортного микроклимата помещения [2, с. 243]. Таким образом, предлагаемое нами решение – это создание модели – алгоритма с программным обеспечением для получения численных значений теплопотерь (сопутствующих характеристик), дифференцированных температурным состоянием поверхности.

Анализ реальных теплопотерь желательно проводить по фактическому состоянию строения, а также при приемке после монтажа, до и после ремонта и при различных комплексных обследованиях. По результатам обследования составляется заключение о необходимости ремонта и объеме работ.

Получая температурное поле при тепловизорной съемке, мы можем качественно характеризовать распределение теплопотерь, оценивать воздухообмен, можем также выявить участки поверхности с температурой, превышающей допустимые значения (СНиП 2.04.14–88). Для получения количественной оценки теплопотерь данных тепловизорной съемки с учетом полученных термограмм, как правило, бывает недостаточно. Известно, что теплопотери с поверхности строения в окружающую среду определяются по формуле:

$$Q = \alpha(t - t_{\text{в}})S,$$

где α – коэффициент теплоотдачи поверхности, Вт/м² · °С; t – средняя температура поверхности, °С; $t_{\text{в}}$ – температура окружающего воздуха, °С; S – площадь поверхности, м².

Определение величины теплопотерь связано с определением всех входящих в уравнение величин и выполняется в ходе рабочего режима, включающего как тепловизорную съемку, так и контактные измерения. Результатами тепловизорной съемки являются термограммы обследованных поверхностей облучения, по которым определяются средние температуры поверхностей. Температура окружающего воздуха измеряется с помощью термометра. Для определения коэффициента теплоотдачи поверхностей используем табличные данные. В этом случае требуются дополнительные функции при выборе модели тепловизора: способ запаса изображений (жесткий диск, карта памяти SD, USB, флеш-карта), способ обработки изображений и программное обеспечение для анализа и вычисления величины теплопотерь.

Таким образом, результатом тепловизорной съемки являются интегральная характеристика количественной оценки теплопотерь исследуемой поверхности (объекта) и термограмма теплопотерь по участкам поверхности.

В практическом смысле применение такого термографического метода с целью обследования и контроля целостности строительного сооружения автономных текстильных швейных цехов – это экологическая и энергосберегающая технология в текстильной энергетике, экономически оправданное, эффективное средство снижения риска аварий на производстве, экономии средств, времени и улучшения условий работающих [1, с. 190].

Комплексное обследование малоэтажных автономных текстильных строений тепловизором – это определение и вычисление путей потери тепла. В текстильных малоэтажных строениях затраты на обогрев составляют 20...30% финансовых издержек. Однако затраты на отопление можно значительно сократить, используя предлагаемую нами компьютерную томографию.

Различные цвета, получаемые на термограмме, показывают интенсивность инфракрасных лучей – примерное представление о переохлажденных участках строения, а программное обеспечение переводит эти цвета в цифры. Отсюда можно сделать вывод, из-за каких факторов происходит изменение микроклимата в производственном помещении, где работают люди (влажность, отопительные системы и т.д.). Термографический отчет дает возможность увидеть картину строительных недочетов: дефекты окон, стыков, перекрытий, диагностировать наличие "мостиков холода" в рамках оценочных величин с перечнем всех выявленных проблем, а в случае необходимости давать рекомендации по их устранению [3].

Для реализации нашего алгоритма диагностики, на наш взгляд, наиболее экономически выгоден оптоэлектронный прибор – тепловизор со следующими параметрами. Модель UTI 160 В, у которой температурный диапазон измерений в пределах от -20°C до 300°C, с разрешающей способностью 160×120 пикселей, с видеовыходом на телевизионную систему NTSC и PaL. Имеет последовательный порт USB (производство КНР).

Методические указания, разрабатываемые в наших условиях для этих устройств (приборов), позволят пользователям определиться с требованиями к энергоэффективным помещениям (строениям). Термографическая диагностика укажет на возможность регулирования потребления тепла, газа, электроэнергии. А при совмещенном применении тепловизионного контроля и "аэродвери" появится возможность выявлять все скрытые дефекты воздухообмена. Современная оперативная экспертиза предлагаемыми устройствами (тепловизор соответствует ГОСТу Р53698–2009) позволяет преобразовать параметры теплового поля (интенсивность, температурный градиент, контраст, лучистость и др.) в электрический сигнал для передачи его на регистрирующий прибор. Тепловизионное изображение на экране – это температурная матрица, благодаря которой создается развитое программное обеспечение, позволяющее

конвертировать термограммы в открытые форматы файлов (файлы программы MATLAB) так, чтобы пользователь мог применять обширные возможности цифровой обработки данных с целью получения необходимых числовых параметров через порт USB или FireWire [4].

ВЫВОДЫ

Предлагаемый модифицированный оптоэлектронный прибор, на наш взгляд, будет востребован строительной инфраструктурой – проектировщиками и строителями, экспертизой, управляющими компаниями и ТСЖ, ремонтниками.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алоян Р.М., Петрухин А.Б., Федосеев В.Н. Возможность внедрения экологической и энергосберегающей технологии в текстильной энергетике // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2016, № 2. С. 188...192.
2. Воронов В.А., Емелин В.А., Федосеев В.Н., Зайцева И.А. Климатические условия и факторы, влияющие на производительность воздушного теплового насоса // Сб. науч. тр.: Теория и практика технических, организационно-технологических и экономических решений. – 2015. С. 241...251.
3. Патент № 4170419. Оптическая система контроля пороков ткани. – 1979.
4. Федосеев В.Н. Автоматизация контроля в технологии поверхностной обработки текстильных материалов. – Иваново, 1990. С.87.

REFERENCES

1. Alojjan R.M., Petruhin A.B., Fedoseev V.N. Vozmozhnost' vnedrenija jekologicheskoj i jenergosberegajushhej tehnologii v tekstil'noj jenergetike // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2016, № 2. S. 188...192.
2. Voronov V.A., Emelin V.A., Fedoseev V.N., Zajceva I.A. Klimaticheskie uslovija i faktory, vlijajushhie na proizvoditel'nost' vozdushnogo teplovogo nasosa // Sb. nauch. tr.: Teorija i praktika tehniceskikh, organizacionno-tehnologiceskikh i jekonomiceskikh reshenij. – 2015. S. 241...251.
3. Patent № 4170419. Opticheseskaja sistema kontrolja porokov tkani. – 1979.
4. Fedoseev V.N. Avtomatizacija kontrolja v tehnologii poverhnostnoj obrabotki tekstil'nyh materialov. – Ivanovo, 1990. S.87.

Рекомендована кафедрой организации производства и городского хозяйства. Поступила 10.02.17.