

УДК 620.192

ДИАГНОСТИКА ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

С. С. Гусаков, студент гр. ТЭБ-132, III курс
Научный руководитель: И. Л. АБРАМОВ, к.т.н., доцент
Кузбасский государственный технический
университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Тепловой метод неразрушающего контроля основан на регистрации изменений тепловых или температурных полей контролируемых объектов. Распределение температур в изделии зависит от его свойств: геометрических параметров, химического состава, наличия дефектов и др.

Дистанционное исследование тепловых полей излучения объектов ведется в инфракрасном диапазоне (рис. 1). Инфракрасное излучение регистрируется с помощью тепловизоров (термографов), позволяющих улавливать это излучение, измерять его и превращать в видимую для глаза картину. При обследовании технического состояния теплоэнергетического оборудования и сетей метод можно использовать для обнаружения зарождающихся дефектов оборудования, а также для исследования напряженно-деформированного состояния элементов металлоконструкций. Контроль возможен везде, где есть градиент температур.



Рис. 1 Спектр электромагнитных колебаний

Тепловизоры относятся к оптико-электронным приборам пассивного типа. В них невидимое глазом человека излучение переходит в электрический сигнал, который подвергается усилению и автоматической обработке, а затем преобразуется в видимое изображение теплового поля объекта для его визуальной и количественной оценки. Высокая чувствительность тепловизоров реализуется благодаря наличию высокочувствительных полупроводниковых приемников излучения из антимонида индия InSb, ртуть-кадмий-теллура Hg-Cd-Te и др. Чувствительность приемника к тепловому излучению тем выше, чем ниже его собственная температура. Для охлаждения применяют

либо жидкий азот или элементы Пельтье (полупроводники, дающие перепад температур при пропускании через них электрического тока). В настоящее время успешно изготавливаются также неохлаждаемые тепловизоры.

Инфракрасное излучение занимает широкий диапазон электромагнитного спектра с длинами волн от 0,75 до 1000 мкм. Этот диапазон делят на 3 области: до 1,5 мкм – коротковолновой участок, от 1,5 до 20 мкм – средневолновой диапазон и от 20 до 1000 мкм – длинноволновой участок.

При создании средств тепловизионного контроля реализуются 2 подхода. Первая группа - тепловизоры, в которых для преобразования оптического сигнала ИК-диапазона в электрический сигнал используется принцип оптико-механического сканирования. Вторая группа приборов – тепловизоры с электронным сканированием. В тепловизорах первого типа используются одноэлементные или многоэлементные ИК приемники излучения (ПИ) мгновенного действия, а в тепловизорах второго типа в качестве ПИ используются ИК видиконы, пириконы, а также матричные приемники излучения - фокальные матрицы, работающие в режиме накопления зарядов и основанные на различных физических принципах.

Большинство используемых в настоящее время тепловизионных приборов построены по первому принципу, но в связи с успехами в технологии производства матричных приемников излучения появились приборы без оптико-механического сканирования, которые не только не уступают, но даже превосходят приборы первого типа по потребительским свойствам.

Одним из перспективных направлений применения метода является тепловизионная диагностика тепло- и паротрасс. Она предназначена для решения следующих задач:

- выявление скрытых дефектов тепловой изоляции, определение ее теплотехнических характеристик;
- обнаружение участков, которые в будущем могут быть источниками потерь теплоносителя;
- качественная оценка состояния тепловых сетей как воздушной, так и подземной прокладки;
- выявление нарушения монтажных, конструктивных, технологических работ;
- количественная оценка теплотехнических характеристик тепловой изоляции и определение тепловых потерь через нее с использованием контактных измерений.

Контроль за состоянием подземных тепловых сетей основан на дистанционном измерении поля температуры на поверхности грунта над теплотрассой, причем места скрытых утечек идентифицируют либо по искажениям регулярных температурных профилей, либо путем сравнения измеренных значений температуры с расчетными, полученными путем математического моделирования возможных нарушений теплового режима сетей (дефектов).

За рубежом наибольший опыт накоплен в скандинавских странах, в особенности в Дании и Финляндии, где фирмы, осуществляющие ИК термо-

графическую съемку городских тепловых сетей, пользуются поддержкой местных властей. Обследования проводятся в ночное время с помощью портативного тепловизора, установленного на автомобиле.

В России - в Москве, Санкт-Петербурге и еще ряде городов, еще в советский период снимали карты тепловых сетей используя отечественные бортовые тепловизоры. Помимо утечек теплоносителя тепловизионная съемка позволяет уточнить схемы прохождения тепловых коммуникаций.

Подготовка к измерениям начинается с изучения участка тепловой сети: типа прокладки, конструкции ТИ, ее состояния. При этом используют паспортные данные, исполнительные чертежи, отчетность теплосети, результаты осмотра участка со вскрытием тепловых камер и т.п. Поверхностную температуру грунта измеряют при перепаде температур между наружным воздухом и водой тепловой сети, превышающим минимально допустимый перепад, рассчитываемый по разработанной методике.

Температуру грунта измеряют при условиях, близких к стационарным, при отсутствии атмосферных осадков, тумана и задымленности. Обследуемая поверхность не должна находиться в зоне прямого или отраженного солнечного излучения. Учитывая изменения радиационного баланса Земли, измерение температур грунта лучше всего производить за 2...3 часа до восхода Солнца. Обследуемая поверхность грунта должна быть по возможности ровной, свободной от травяного покрова, воды, камней и т.п.

При проведении измерений приборы устанавливают так, чтобы поверхность грунта находилась в прямой видимости под углом зрения не менее 60°. Вид и амплитуда распределения температуры над расположенной в грунте теплотрассой зависит от глубины ее залегания, теплопроводности почвы и разности температур почвы и теплоносителя. Наилучшие результаты получают при аэросъемке (рис. 2).

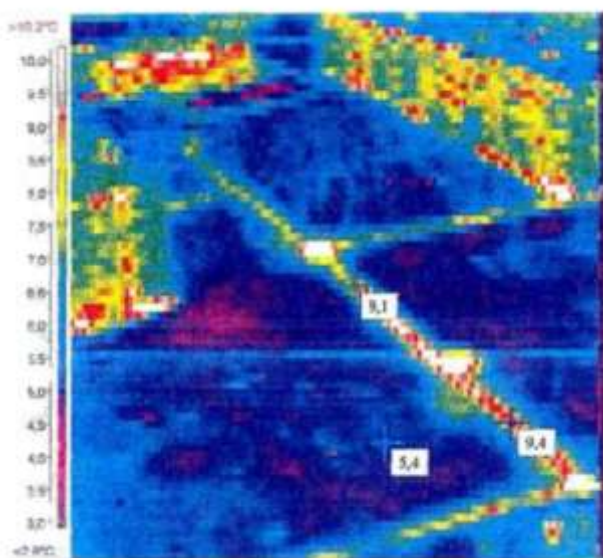


Рис. 2 Термограмма обнаружения поврежденного участка теплотрассы (аэросъемка)

При тепловизионной съемке наземных теплотрасс необходимо учитывать влияние соседних инженерных сетей, отапливаемых подвалов зданий, тепловых камер и т.п. Одновременно измеряют температуру воды в тепловой сети и температуру окружающей среды. Результаты заносят в журнал записи измерений.

Сопротивление теплопередаче базового участка тепловой сети определяют по данным натурных измерений или согласно нормативно-технического документа по проекту участка сети.

Тепловизионный метод актуален для выявления участков теплотрасс с повышенными теплопотерями, обусловленными увеличением коэффициента теплопередачи вследствие увлажнения или разрушения тепловой изоляции, затопления канала водой и т.д.

Список литературы:

1. ГОСТ 25314-82 Межгосударственный стандарт, Контроль неразрушающий, Тепловой, Термины и определения.
2. Вавилов В.П. Инфракрасная термография и тепловой контроль. 2-е изд. М.: Издательский дом «Спектр», 2013. 575 с.
3. РД 153-34.0-20.364-00 Методика инфракрасной диагностики тепломеханического оборудования. РАО «ЕЭС РОССИИ», 2000, - 50 с.
4. ГОСТ 26629-85 "Метод тепловизионного контроля качества теплоизоляции ограждающих конструкций".