УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор
ООО «ВЕМО»
_____ Сунков В.И.
«__» _____ 2000 г.

УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор
НПО Машиностроения РАН
_____ Будадин О.Н.
«__» _____ 2000 г.

СОГЛАСОВАНО
Директор Института Новых
Металлургических Технологий
ГНЦ «ЦНИИЧермет»
им. И.П. Бардина
_____ Лазуткин С.Е.
«12» _____ 2000 г.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РЕГЛАМЕНТ

по теплотехническим обследованиям, неразрушающему контролю и диагностике технического состояния тепловыделяющих объектов автоматизированным бесконтактным тепловизионным методом

НПО М 26.00.00.000 ДМ

От ООО «ВЕМО»
_____ Чуйченко С.Н.

От НПО Машиностроения РАН
_____ Абрамова Е.В.

Технологический регламент аттестован в Госстандарте РФ, Свидетельство об аттестации № 06/442-2001 от 26 июня 2001 г.

© Общество по внедрению передовых технологий ООО «ВЕМО»

г. Москва 2001 г.

gost.e-ecolog.ru

Настоящий регламент определяет порядок проведения теплотехнических обследований, неразрушающего контроля и диагностики технического состояния тепловыделяющих объектов и их элементов автоматизированным бесконтактным тепловизионным методом (инфракрасной термографии), с использованием малогабаритных неохлаждаемых тепловизоров, а также необходимое оборудование, инструмент и материалы.

Теплотехнические обследования включают в себя анализ необходимой конструкторской и технологической документации, определение количественных значений температуры в точках поверхности исследуемого объекта, определение дополнительных характеристик состояния поверхности и окружающей среды, а также расчет на базе произведенных измерений теплотехнических параметров изделия или сооружения.

Неразрушающий контроль включает в себя качественный и количественный анализ температурных полей на поверхности исследуемого объекта и определение зон с аномальной температурой, обусловленной наличием дефектов в контролируемом изделии.

Понятие технической диагностики тепловыделяющих объектов включает в себя определение причин несоответствия характеристик объекта контроля, полученных при теплотехнических обследованиях и неразрушающем контроле, тем значениям, которые задаются конструкторской документацией.

1. МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ

1.1 Метод измерения температурного поля поверхности тепловыделяющих объектов основан на регистрации теплового излучения любого физического тела с температурой, отличной от температуры абсолютного нуля, с использованием тепловизионного комплекса, обеспечивающего бесконтактную регистрацию теплового излучения.

Исследуемая поверхность тепловыделяющего объекта является источником электро - магнитного излучения с максимумом - в инфракрасной области спектра. Это излучение принимается приемником, выходной сигнал которого пропорционален интенсивности излучения, попадающего на чувствительную площадку приемника.

При использовании малогабаритного тепловизора, входящего в комплект системы "ВЕМО-1", в результате оптико - механического сканирования исследуемой поверхности на неохлаждаемый многоэлементный приемник излучения последовательно попадает излучение от каждой точки объекта в пределах поля зрения. На выходах приемника образуется видеосигнал, который после усиления, аналого-цифрового преобразования, цифрового запоминания и цифро-аналогового преобразования управляет яркостью и цветностью изображения на видео - контрольном устройстве. Таким образом, температурное поле поверхности исследуемой конструкции отображается в условных цветах. Аналого-цифровое преобразование и встроенные в тепловизор абсолютно - черное тело позволяют производить измерение численного значения температурного поля.

1.2 Теплотехнические обследования проводят в натурных условиях при разности температур (наличии температурного напора Δt) между температурами внутреннего объема объекта исследования t_{int} и наружного воздуха t_{ext} не менее чем 10° С в течение последних 24 часов. Наличие температурного напора $\Delta t = (t_{int} - t_{ext})$ обусловливает образование на исследуемой поверхности такого температурного поля, которое отражает косвенным образом в виде изменений температуры (температурных аномалий) внутреннюю структуру элемента исследуемого объекта: наличие деталей с различными теплотехническими характеристиками (например, теплозащиты), мостиков тепла и холода, стыковых соединений и т.д., а также качество используемых материалов и технологии изготовления объекта контроля.

2 АППАРАТУРА, ПРИБОРЫ И ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К НИМ

2.1. В качестве технических и программных средств проведения термографирования и определения теплотехнических характеристик ограждающих конструкций зданий используется программно-аппаратный комплекс "ВЕМО-1", содержащий программно-аппаратную и технологическую части, включающий специальную технологию контроля и программное обеспечение, поддерживающее ее, малогабаритный тепловизор фирмы AGEMA Infrared System Inc. (Швеция), который зарегистрирован в Государственном реестре средств измерений за № 15434-96, сертификат об утверждении типа средств измерений за № 1051, допущенный к применению в Российской Федерации или другой тепловизор с аналогичными техническими характеристиками, компьютерную систему, приборы определения параметров окружающей среды и вспомогательных характеристик исследуемой конструкции (см. Приложение № 1). Комплекс "ВЕМО-1" обеспечивает регистрацию и запись температурных полей исследуемых тепловыделяющих объектов, определение параметров окружающей среды, анализ и обработку полученных результатов с распознаванием дефектных участков и определением численных значений теплотехнических параметров объекта контроля и выдачу протокола контроля.

Измерительный тепловизионный комплекс "ВЕМО-1", включает:

- тепловизионную систему Thermovision- 550,
- компьютер PC/AT с периферийными устройствами,
- специальный контроллер,
- PC карта регистрации видеоизображений температурных полей,
- специальное программное обеспечение сбора, накопления и обработки данных.

2.2. Тепловизор комплектуется (при необходимости) PC-картой для записи изображений температурных полей.

2.3. Измерение температур контролируемых поверхностей в реперных точках производят цифровым термометром с точностью 0, 1° С или термощупом-термометром (могут быть использованы другие контактные измерители температуры, например, термопары). В недоступных зонах используют дистанционный инфракрасный пирометр.

2.7. Определение скоростей воздушного потока у поверхностей исследуемых объектов производят анемометром.

2.8. Для уточнения значений коэффициентов теплоотдачи следует применять датчики теплового потока.

2.9 Определение температуры окружающей среды производят ртутным термометром с делением шкалы не более 0,5° С.

2.10. При обнаружении аномалии распределения температурного поля уточнения ее местоположения инфракрасное изображение рекомендуется сопровождать видеоизображением. Видеосъемку или фотографирование производят цифровой видеокамерой или фотоаппаратом для облегчения обработки результатов.

2.11.Остальные приборы и инструменты, используемые дополнительно к перечисленным должны быть тарированы и отвечать требованиям ГОСТов и соответствующих инструкций по эксплуатации.

3 МЕТОДИКА ОБСЛЕДОВАНИЙ

3.1. Методика проведения теплотехнических обследований тепловыделяющих объектов автоматизированным бесконтактным тепловизионным методом определяет технологию и параметры контроля, расчет теплотехнических характеристик, выдачу протокола с результатами анализа проведенных обследований и численными значениями теплотехнических характеристик.

Методика дает возможность:

- проводить в реальном времени температурные бесконтактные натурные обследования поверхности объекта контроля;
- обнаружить скрытые дефекты тепловыделяющих объектов и определить их теплотехнические параметры; а также частичные и общие теплопотери;
- по результатам проведения контроля определить соответствие качества исследуемого объекта нормативной документации и дать рекомендации по контролю за изменением состояния объекта контроля и проведению ремонта обнаруженных скрытых дефектов изделия или сооружения.

3.2. Обработка результатов обследования проводится на основе анализа проектно-конструкторской документации с использованием рекомендаций государственных стандартов.

Обработка результатов обследований основана на качественном и количественном анализе температурных полей поверхностей тепловыделяющих объектов и других вспомогательных параметров, описывающих окружающую среду (при необходимости) и особенности проведения контроля. Количественный анализ применяется для определения численных значений теплотехнических характеристик тепловыделяющих объектов. Качественный анализ применяют для оперативного визуального контроля и анализа состояния объекта исследований по его температурным полям.

Количественный анализ может быть абсолютным и относительным. При абсолютном количественном анализе определяют абсолютные значения теплотехнических характеристик. При относительном количественном анализе определяют отношение теплотехнических характеристик, в исследуемых зонах к соответствующим значениям в эталонных зонах (реперных точках).

Качественный анализ применяют только к тепловым изображениям, на которых оператор-термографист устанавливает зоны тепловых аномалий, и на основании изучения температурного поля и дополнительных сведений об объекте контроля и амплитуде обнаруженной аномалии принимает решение о том, соответствует ли обнаруженная аномалия скрытому дефекту.

3.3. Автоматизированный бесконтактный тепловизионный контроль тепловыделяющих объектов включает в себя:

- определение площади зоны контроля на основе проектной документации или при использовании прямых и косвенных (по термограмме при помощи маркера известных размеров) измерений;
- регистрацию и запись в память компьютера изображений температурных полей обследуемых поверхностей;
- измерение и запись в компьютер параметров окружающей среды (при необходимости) и другой дополнительной информации для проведения расчетов теплотехнических параметров;
- выявление зон теплотехнических неоднородностей тепловыделяющих объектов (обнаружение скрытых дефектов изделия или сооружения);
- определение с необходимой точностью на основе зарегистрированных температурных полей и других вспомогательных параметров поверхностей исследуемого объекта, а также окружающей среды и, на основании их, проведение расчетов количественных значений теплотехнических характеристик.
- составление протокола результатов проведенных исследований.

Обработка результатов обследований производится с использованием компьютерного блока на базе персонального компьютера типа NOTEBOOK по специальной программе.

4 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ОБСЛЕДОВАНИЙ АВТОМАТИЗИРОВАННЫМ БЕСКОНТАКТНЫМ ТЕПЛОВИЗИОННЫМ МЕТОДОМ

4.1. Натурные тепловизионные обследования проводят в реальном масштабе времени, не прерывая эксплуатации тепловыделяющего объекта.

4.2. Объектом исследований являются доменные печи, трубопроводы, греющиеся части различного оборудования, котлы, оборудование тепло- и электростанций, электрические соединения и т.п., которые работают при повышенных температурах или их эксплуатация вызывает выделение тепла в различных зонах.

4.3 Натурные тепловизионные обследования тепловыделяющих объектов, расположенных под открытым небом, проводят по возможности при отсутствии атмосферных осадков, тумана и задымленности, изморози и влаги на контролируемых поверхностях. Обследуемые поверхности должны быть очищены от грязи, плесени, наледи, снега и других налетов, несвойственных материалам исследуемых конструкций. Исследуемые объекты, расположенные в помещениях не должны затеняться посторонними предметами и другими тепловыделяющими конструкциями.

4.4. Обследуемые наружные поверхности не должны подвергаться воздействию солнечной радиации в течение предшествующих 12 часов. Прямое и рассеянное солнечное излучение может нагревать экспонируемые части контролируемых объектов и создавать области аномальных температур, которые следует отличать от температурных распределений, обусловленных процессами теплопередачи через исследуемую конструкцию. Тепловизионную съемку объектов, находящихся под открытым небом, следует проводить в предрассветные или ночные часы, когда тепловое влияние окружающей среды минимально.

4.5. Рекомендуется проводить тепловизионную съемку объектов под открытым небом при скорости ветра не более 5 – 7 м/с.

4.6. Не рекомендуется проводить измерение температуры поверхностей с коэффициентом излучения ниже чем 0,7 (ГОСТ 26629-85 “Метод тепловизионного контроля качества теплоизоляции ограждающих конструкций”).

4.7. Расстояние до объекта измерений варьируется от 2 до 100 метров. С увеличением расстояния ухудшается детальность осмотра и искажаются истинные значения температуры. Рекомендуемое расстояние составляет менее 50 м (для натурных условий под открытым небом).

4.8. Угол визирования не должен превышать +/- 20 град. Панорамная съемка допускается и под большими углами. При больших углах визирования в программу обработки вводятся поправочные коэффициенты, учитывающие поглощение излучения в атмосфере.

4.9. При измерениях поверхность обследуемой ограждающей конструкции условно разбивают на зоны, включающие в поле обзора элементы, являющиеся геометрическими реперами с известными линейными размерами.

4.10. При проведении качественной диагностики знание коэффициента излучения желательно, но необязательно, особенно в тех случаях, когда дефекты обнаруживаются на однородном излучательном фоне. При этом различия в излучательных свойствах могут служить дополнительным признаком для идентификации скрытых дефектов.

4.11. При проведении количественной диагностики знание коэффициента излучения необходимо. Перед проведением тепловизионных измерений на характерной зоне исследуемой поверхности без температурных аномалий оператором выбираются две реперные точки, температуры в которых должны быть измерены контактным способом. В этих же точках производится измерение температур тепловизором. При наличии разницы между значениями температур, измеренных контактным и бесконтактным методами, с панели тепловизора вводится поправочный коэффициент излучения поверхности, позволяющий свести эту разницу к нулю. Значение коэффициента излучения, полученное в этом случае принимается за характеристику поверхности в данной зоне и используется при дальнейших расчетах.

5 ПРОВЕДЕНИЕ ОБСЛЕДОВАНИЙ

5.1. Порядок проведения технологических операций при использовании автоматизированной бесконтактной тепловизионной системы для неразрушающего контроля и теплотехнических обследований теплотвыделяющих объектов.

5.1.1. Перед проведением тепловизионных обследований производится анализ конструкторской и технологической документации объекта контроля с геометрической привязкой к линейным размерам, определяют зоны расположения элементов, имеющих отличные от основного материала теплофизические характеристики, влияющие на распределение температуры на поверхности исследуемой конструкции. Уточняют по нормативной документации проектные значения теплотехнических параметров, экспериментальные значения которых должны быть получены в результате обследования.

На основе конструкторской и/или проектной документации, а также используя метод прямых измерений, определяют площадь обследуемой конструкции S (возможно косвенное определение размеров объекта по термограмме с использованием маркера известных размеров, в качестве которого может служить любой предмет с хорошим излучательным контрастом, например, металлическая метровая линейка).

5.1.2. При необходимости производят измерения параметров окружающей среды и дополнительные характеристики объекта контроля, используемые для проведения количественных расчетов теплотехнических параметров тепловыделяющих объектов.

5.1.3. Перед проведением обследований производят настройку системы контроля (см. Приложение № 1), включающую стыковку и подключение узлов и блоков (тепловизора, компьютерной системы, комплекса приборов определения параметров окружающей среды и вспомогательных характеристик исследуемой конструкции), запускается программное обеспечение (ПО), производится тестирование ПО и системы контроля.

5.1.3.1. Подключение и настройка тепловизора.

Для управления камерой служат кнопки прямого доступа к ее основным функциям и джойстик.

Чтобы настроить тепловизор в рабочее состояние оператору необходимо произвести следующие действия:

- Подключить кабель питания от батарейного пояса к разъему 12 В на правой стороне камеры.
- Снять крышку с объектива камеры.
- Нажать кнопку включения камеры ВКЛ/ВЫКЛ.
- Через 15 секунд после включения видоискатель покажет логотип фирмы –изготовителя тепловизора. После чего появится фон с надписью ОХЛАЖДЕНИЕ. Охлаждение длится примерно 5 минут в зависимости от температуры окружающей среды.
- После охлаждения в видоискателе появится изображение объекта, на который направлена камера. Для обеспечения четкости изображения необходимо направить камеру на какой-либо нагретый объект, например лицо человека или руку.
- Нажать кнопку А, чтобы задействовать функцию автоподстройки, которая обеспечивает оптимальное качество изображения в видоискателе.
- Регулировку фокусного расстояния производить при помощи джойстика. Резкость изображения достигается его перемещением ЛЕВО/ПРАВО. Перемещение джойстика ВВЕРХ соответствует настройке на более удаленный объект, ВНИЗ – на более близкий объект.

5.1.3.2. Установка РС-карты.

Для установки РС-карты необходимо открыть крышку на тыльной стороне камеры. Эта крышка предохраняет камеру от пыли и воды, поэтому не рекомендуется открывать ее в чрезмерно загрязненных или запыленных местах. Диск вставить таким образом, чтобы нижняя его сторона была обращена вправо, а разъем – внутрь камеры.

5.1.3.3. Органы управления и запись информации на РС-карту.

- Установка необходимых параметров начинается нажатием кнопки ↵, которая открывает доступ в меню.

• В меню ФАЙЛ устанавливается функция СОХРАНИТЬ. Это команда записи отображаемой термограммы на диск PC-карты. Вместе с изображением записываются и все текущие данные, характеризующие функцию измерения, цветовую шкалу, коэффициент масштабирования, параметры объекта и т.д., и восстанавливаемые при повторном вызове изображения на дисплей. Для сохранения данной функции требуется повторное нажатие на кнопку ↵.

• Выбор остальных функций осуществляется при помощи джойстика.

• В меню ТЕРМОГРАММА устанавливается функция АВТОПОДСТРОЙКА или РУЧНАЯ НАСТРОЙКА.

Автоподстройка обеспечивает автоматическую оптимизацию параметров настройки камеры с целью получения наилучшего качества изображения по контрасту и яркости.

Ручная настройка позволяет настраивать параметры инфракрасного изображения вручную.

• В меню НАСТРОЙКА устанавливается функция АНАЛИЗ, которая служит для определения параметров, используемых при выполнении функций измерения .

• После установки необходимых функций меню камера готова к работе.

• Запись необходимого изображения осуществляется при нажатии кнопки " S". При кратковременном нажатии срабатывает функция "стоп-кадр', при нажатии дольше одной секунды обеспечивается запись изображения на PC-карту.

• Удаление ранее записанной информации осуществляется с помощью меню ФАЙЛ функции УДАЛИТЬ термограмму .

5.1.3.4. Обработка информации, записанной на PC-карте.

После окончания работы и отключения камеры, которое осуществляется при длительном (более 2 секунд) нажатии на кнопку ВКЛ/ВЫКЛ, извлекается PC-карта из тепловизора.

Для обработки информации, записанной на PC-карту, требуется установка в компьютер дополнительного оборудования: платы ИСА, дисковода PC-карты и шлейфа, соединяющего плату с дисководом PC-карты.

Для установки этих элементов необходимо снять защитный кожух с системного блока компьютера.

- К плате ИСА присоединяется шлейф при помощи разъема, расположенного на плате.
- В системном блоке, в его нижней части расположен разъем платы ИСА, в который устанавливается сама плата.
- Другой конец шлейфа соединяется с дисководом PC-карты.

После осуществления этих операций компьютер готов к приему и обработке информациию

- Производится установка PC-карты в дисковод компьтера.

Обработка термограмм, записанных на PC-карту, производится с использованием программы IR win 5.0. Для проведения обработки тепловаых полей оператору необходимо произвести следующие операции:

- Курсором выделить «ПУСК», строку «ПРОГРАММЫ» в следующем диалоговом окне выделить IR win 5.0. На экране появится диалоговое окно «new» , курсор на «ОК» . В «Report Generating» нажать «Next». В следующем диалоговом окне в строке «COMPANI» необходимо записать компанию, которой производится обработка и фамилию оператора. После необходимых записей нажать «NEXT» . Появится окно, в котором выделяется «select IR» . В окне «OPEN» найти диск «F» и выделить его. В левом столбике открыть папку, на которой записана информация. В правом выделить нужный кадр снимка. Появится диалоговое окно со снимком . Для дальнейшей обработки нажать «NEXT» два раза. Выбрать строку «IR analisis» и нажать «NEXT» несколько раз пока не появится титульный лист. После появления титульного листа в левом верхнем углу с помощью курсора нажать треугольник. На экране монитора появится лист со снимком и графиком . Графики и таблицы можно расположить в удобном месте на листе, что приведет к возможности увеличения снимка.
- После внесения корректировок данный лист распечатывают.
- Для вывода на печать в левом верхнем углу при помощи курсора нажать на значок «ПРИНТЕР». Появится диалоговое окно «ПЕЧАТЬ».
- В строке страницы выделить лист с 2 по 2 , после нажать кнопку «СВОЙСТВА». Появится диалоговое окно «СВОЙСТВА». В верхней его части выделить «ГРАФИКА», установить строку «ТОЧНАЯ», затем нажать кнопку «ОК».

5.2. Измерения начинают с определения температур заранее намеченных реперных точек контактным и бесконтактным методами и установлении реального коэффициента излучения исследуемой поверхности. Одновременно фиксируют температуры воздуха на расстоянии 5 – 6 см от тех же точек. При необходимости (при проведении работ под открытым небом) измеряют термоанемометром скорость движения воздуха (м/с) вблизи реперных точек и в нескольких местах по высоте контролируемого объекта. Измеряют величины тепловых потоков в реперных точках датчиками теплового потока.

5.3. Термографирование проводят последовательно по намеченным участкам с покадровой записью термограмм на РС-карту или непосредственно в компьютер.

5.4. Измерения проводятся с фиксированного расстояния. При перемещениях оператора вдоль объекта в целях корректности последующих расчетов расстояние до объекта желательно сохранять. Целесообразно сопровождать термографирование видеосъемкой.

5.5. Термографирование объектов больших размеров можно ограничить общим панорамным снимком, охватывающим всю конструкцию, если невозможно близко подойти к ней с других позиций или соседних сооружений.

5.6. По окончании термографирования необходимо провести визуальный осмотр состояния поверхности исследуемого объекта. Измеряются и определяются необходимые параметры для проведения специальных расчетов.

5.7. Результаты термографирования и визуально- инструментальных наблюдений записываются в журнал по установленной форме, а затем в компьютер для последующей обработки и формирования протокола контроля.

5.8. Для повышения надежности обнаружения скрытых дефектов малого размера, например, внутренних воздушных полостей или других инородных включений, несоответствующих конструкторской или проектной документации, рекомендуется использовать режим нестационарного теплообмена, который может создаваться искусственно или в силу естественных причин.

6 ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОБСЛЕДОВАНИЙ

6.1 Качественный анализ результатов обследований.

6.1.1. Обработка результатов обследований при проведении качественного анализа сводится к обработке и расшифровке термограмм. Записанные на PC-карту или непосредственно в компьютерную систему изображения температурных полей тепловыделяющих объектов анализируются оператором, определяются зоны тепловых аномалий и принимается решение об их классификации - соответствии аномалии скрытому дефекту или конструктивным особенностям объекта исследования (см. изображение термограммы участка стены доменной печи, приложение № 2).

6.1.2. Инфракрасную съемку следует дополнять визуальным осмотром или фотографированием. Рекомендуется компьютерное совмещение видимого и теплового изображения одного и того же участка конструкции, или оконтуривание дефектных зон на видимом изображении после их обнаружения на термограммах.

6.1.3. Оценку тепловых аномалий следует производить как по величине температурного перепада в зоне аномалии, так и методом сравнения с реперной зоной. Реперная зона должна выбираться аналогичной контролируемой и находиться в тех же условиях теплообмена (Располагаться вблизи исследуемой зоны).

6.1.4. Тепловые аномалии отображаются на термограммах в виде областей повышенной или пониженной температуры, которые соответствуют:

- конструктивным особенностям;
- неоднородностям коэффициента излучения поверхности;
- неоднородностям теплообмена с окружающей средой;
- различного рода дефектам.

6.2. Количественный анализ результатов тепловизионных обследований

6.2.1.Описание метода обработки информации.

Теплотехнические расчеты проводят при помощи программного обеспечения автоматизированной системы "ВЕМО" - BUTERM, учитывающего особенности процесса теплопередачи через ограждающую конструкцию:

- влияние температурных перепадов (τ_{ext} - t_{ext}) и (t_{int} -τ_{int}) и реального значения степени черноты поверхности, которое определяется при настройке тепловизора по реперным точкам, температура в которых измеряется контактным методом;
- влияние режимов вынужденно- и естественно- конвективного теплообмена;
- наличие влажного воздуха и т.п.

Здесь t_{int}, t_{ext} - температуры внутри и снаружи исследуемого объекта,

τ_{ext}, τ_{int} - температуры наружной и/или внутренней поверхностей, измеренные тепловизором.

Все расчеты и анализ проводят в соответствии с требованиями нормативной документации.

Определение абсолютного значения сопротивления теплопередаче производится согласно формуле (4) из СНиП II-3-79* "Строительная теплотехника" и п. 3.8, 3.9 Приложения 3.1 МГСН 2.01-99.

$$R_o = R_k + 1/\alpha_{int} + 1/\alpha_{ext}, \qquad (1)$$

где R_k - термическое сопротивление ограждающей конструкции, $R_k = d/\lambda$ (СНиП II-3-79* "Строительная теплотехника", d - толщина стенки, λ - коэффициент теплопроводности);

α_{int} , α_{ext} - коэффициенты теплоотдачи, соответственно, внутри помещения и снаружи.

Мощность теплопотерь Q с любой поверхности, площадью F на момент съемки определяют по соотношению:

$$Q = \alpha_{ext} F (\tau_{ext} - t_{ext}).$$

6.2.2. Количественный анализ результатов обследований состоит в определении численных значений теплотехнических параметров тепловыделяющих объектов.

6.2.3. После проведения качественного анализа записанных термограмм контролируемых объектов производится выбор зон, для которых необходимо произвести теплотехнический расчет.

6.2.4. Количественная оценка тепловых аномалий производится с целью оценки степени их опасности для нормального функционирования исследуемого объекта. Степень опасности обнаруженных аномалий оценивают по:

- дополнительным потерям тепла через дефект;
- несоответствию экспериментальных значений теплотехнических характеристик требованиям нормативной документации
- возможным последствиям разрушения контролируемого объекта вследствие дефекта (снижению прочностных характеристик, коррозии материала конструкции, снижение качества тепловой защиты и т.п.).

Если степень дефектности оценивается по измеряемым температурным перепадам в зоне аномалии Δt , то рекомендуется к серьезным дефектам относить такие, которые создают относительные перепады температуры на наружных поверхностях $\Delta t = (t_{int} - t_{ext})$ более 6% при отсутствии протечек воздуха и более 12% при наличии протечек воздуха. Соответственно при внутреннем осмотре эти критерии составляют более 15% °С и 24%.

Если степень дефектности оценивается по сопротивлению теплопередаче, то серьезными признаются дефекты, создающие локальные понижения сопротивления теплопередаче более, чем на 15%.

6.2.5. По результатам испытаний оформляют протокол.

Содержание протокола:

- наименование организации, производящей съемку (фамилии операторов, их квалификация и т.д.);
- использованная аппаратура (номера сертификатов качества и т.д.);
- описание конструкции контролируемого объекта;
- типы использованных материалов;
- время и дата съемки;
- дополнительные факторы, влияющие на измерения;

- эскизы исследуемого объекта и привязка к ним термограмм (или схемы объекта с отмеченными дефектами);
- термограммы (панорамные и отдельных участков);
- качественный анализ термограмм;
- количественный анализ термограмм (расчет теплопотерь, сопротивления теплопередаче, других теплотехнических характеристик);
- список обнаруженных скрытых дефектов по степени их опасности с учетом принятых критериев дефектности;
- протокол обработки результатов на ЭВМ;
- результаты дополнительных исследований;
- выводы и рекомендации.

В зависимости от целей диагностики и условий контракта содержание протокола может изменяться (пример протокола приведен в приложении 3).

7 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

7.1 Изменения температур наружной поверхности высотных исследуемых конструкций проводят с соблюдением требований безопасности при работе на высоте, СНиП III-4-80.

7.2 Тепловизионная диагностика проводится согласно требования Правил эксплуатации электроустановок с напряжением ниже 1000 В. Группа тепловизионной диагностики, состоящая из 2-х или более операторов, должна работать в сопровождении инженера-технолога.

7.3. При диагностике тепловыделяющих объектов в условиях эксплуатации операторы должны пройти инструктаж по технике безопасности в установленном порядке и расписаться в журнале по ТБ.

7.3 Тепловизоры и пирометры относятся к электроустановкам с рабочим напряжением ниже 1000 В, не создающим экологическую угрозу.

государственный комитет российской федерации
по стандартизации метрологии и сертификации
(госстандарт россии)

ФГУ РОСТЕСТ-МОСКВА

Федеральное государственное учреждение
"Российский Центр испытаний и сертификации - Москва"

СВИДЕТЕЛЬСТВО
№ 06 /442-2001
об аттестации МВИ

Методика (Технологический регламент) по теплотехническим обследованиям, неразрушающему контролю и диагностике технического состояния тепловыделяющих объектов автоматизированным бесконтактным тепловизионным методом **НПО М 26.00.00.000 ДМ.**

разработанная Обществом по внедрению передовых технологий ООО "ВЕМО "

и* регламентированная *в ГОСТ 26629 – 85 и СниП II – 3 - 79*

аттестована *в соответствии с ГОСТ Р 8.563-96 и ГОСТ Р 8.010-99*

Аттестация *осуществлена по результатам метрологической экспертизы материалов* МВИ

В результате аттестации МВИ установлено, что МВИ соответствует предъявляемым к ней метрологическим требованиям и обладает следующими основными метрологическими характеристиками:

ПГ измерения температуры	± 2 °С (-50….50°С)
ПГ расчета сопротивления теплопередаче	± 15 %
Температурное разрешение	0,5 °С

Начальник лаборатории 442 В.А.Медведев

лаборатории 442 В.И.Сухарев

" 26 " июня 2001г.

gost.e-ecolog.ru