Министерство образования и науки, молодежи и спорта Украины

Национальный технический институт Украины

«КПИ»

Лабораторная работа №1

**Исследование излучательной способности материалов**

Выполнил:

Студент группы:

Киев 20

**Лабораторная работа № 1**

**Исследование излучательной способности материалов.**

Цель работы - изучение терморадиометра и получение навыков г , ты с ним; измерение коэффициента теплового излучения и исследование его зависимости от типа материала и состояния его поверхности; определение энергетической светимости образцов материалов в заданных спектральных диапазонах.

**ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

1.Закон инфракрасного излучения нагретых тел .

2. Общие понятия.

Все тела, температура которых отличается от абсолютного нуля (-273°С), являются источниками инфракрасного излучения. Характер излучения зависит от агрегатного состояния вещества. Согласно теории Бора, излучение энергии связано с переходами атомов или молекул с более энергетических уровней на более низкие. Эти переходы сопровождаются испусканием квантов, энергия которых

(1.1)

где:

- постоянная Планка;

- скорость света в вакууме;

- длина волны;

-энергии соответствующие уровням n и m.

Инфракрасное излучение является частью оптического излучения и занимает в спектре электромагнитных волн диапазон, характеризуемый длинами волн от 0.76 до 1000 мкм.

Инфракрасное излучение занимает протяженную спектральну область, которая примыкает с одной стороны к видимому излучению, а к другой - к электромагнитным колебаниям радиодиапазона. Эту область спектра делят на четыре части: ближнюю ( = 0.76...3 мкм), среднюю ( =3…6мкм), дальнюю ( = 6...15 мкм), и очень далекую ( = 15...1000 мкм). Инфракрасное излучение, так же как и видимый свет распространяется однородной среде по прямой линии, может отражаться, преломляться, претерпевать дифракцию, интерференцию и поляризацию.

Скорость распространения инфракрасных лучей равна скорости све­та. Разделяют три вида излучателей: абсолютно черное тело (АЧТ),серые те­ла и селективные излучатели. АЧТ испускает и поглощает теоретически возможный максимум излучения, это чисто идеализированное понятие. Большинство твердых тел имеет распределение энергии по спектру такого же характера, как и у АЧТ, имеющего такую же температуру, не зависит от длины волны и называется коэффициентом теплового, излучения. У селек­тивных излучателей коэффициент теплового излучения зависит от ряда па­раметров излучателя.

1.2 Энергетическая светимость

Энергетическую светимость АЧТ, Вт/м2, т.е. поток, излучаемый еди­ницей поверхности в диапазоне длин волн о... , определяет закон Стефа­на- Больцмана:

Ме = , (1.2)

где Т-температура АЧТ, К;

= 5,7х Вт/ -постоянная Стефана-Больцмана.

Для "серых" тел закон Стефана-Больцмана имеет вид:

Ме = (1.3)

Коэффициент теплового излучения -величина безразмерная, харак­теризует долю суммарного по спектру излучения данного материала от из­лучения АЧТ, имеющего ту же температуру.

Коэффициент теплового излучения зависит от материала излу­чающей поверхности материала, ее температуры Т, состояния и степени окисления. С увеличением шероховатости поверхности коэф­фициент теплового излучения повышается.

Коэффициент теплового излучения воды близок к единице, практиче­ски слой воды толщиной 0,2...0,3 мм можно считать АЧТ.

1.3 Спектральная плотность энергетической светимости

Так как чувствительные элементы телевизионных приборов воспри­нимают не суммарный поток излучения объекта, а поток излучения в определенном спектральном диапазоне, необходимо знать распределение энерге­тической светимости по длинам волн. Спектральная плотность энергети­ческой светимости АЧТ по закону Планка имеет вид:

, (1.4)

где и -постоянные величины, связанные со скоростью света в вакууме, постоянной Больцмана и постоянной Планка.

Положение максимума спектральной плотности потока излучения АЧТ определяется законом Вина:

(1.5)

где C = 2897,8 мкм К.

Максимальное значение спектральной плотности энергетической све­тимости

АЧТ:

где = 1,2864 х105 Вт/м2 мкм

1.4 расчет энергетической светимости в заданном спектральном ин­тервале.

Энергетическую светимость АЧТ в заданном спектральном интервале ... рассчитывают с помощью табличных функций

в зависимости от безразмерных значений величины

(1.6).

Для серого тела

(1.7) Значения

функций (Z) приведены в таблице 1.

ПРИМЕР РАСЧЕТА

Определить энергетическую светимость серого тела с коэффициентом теплового излучения = 0,8 , и t = 427°С (Т=273 + 427 = 700К) в спектраль­ном диапазоне 8,...,13мкм.

Решение 1. По формулеё (1.5) определяем длину волны соответ­ствующую максимуму спектральной плотности энергетической светимости:

= 2898/Т = 4,14 мкм

1. Рассчитываем безразмерные величины =

8/4,14=1,93; 13/4,14 = 3,14

1. По таблице 1. находим относительные значения спектральной плотности энергетической светимости Z(

Z(1,93)0,70: Z(3,14)0,90

1. По формуле (1.7) рассчитываем энергетическую светимость в спек­тральном диапазоне 8,.., 13 мкм,

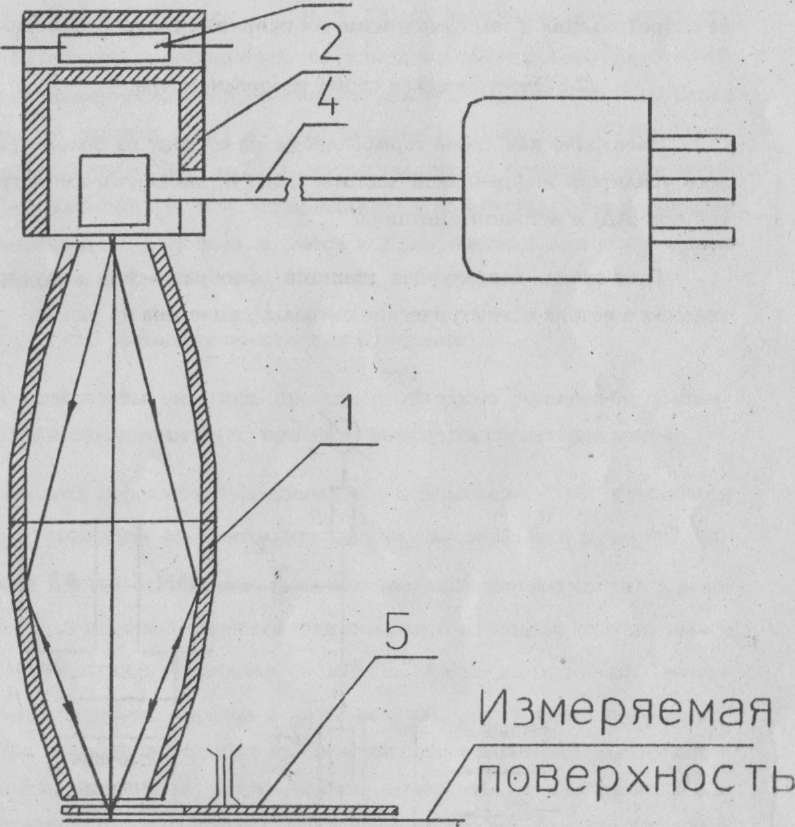
ОПИСАНИЕ ТЕРМОРАДИОМЕТРА ТРМ "И"

Терморадиометр ТЕМ "И" предназначен для качественной оценки коэффициента теплового излучения исследуемых поверхностей и позволяет проводить ориентировочные абсолютные измерения коэффициента тепло­вого излучения по модели черного тела, входящего в состав комплекта при­бора. В комплект прибора входят также образцы сравнения с известными коэффициентами излучения. Терморадиометр имеет пределы измерения ко­эффициента излучения от 0,003 до 0,99, область спектральной чувствитель­ности от 4 до 40 мкм. В основу его работы положен метод сравнения пото­ков теплового излучения, отраженных от зеркальной поверхности модуля­тора и от поверхности исследуемого объекта.

Величина сигнала снимаемого с преобразователя колебаний ин­фракрасного излучения в электрический сигналы (болометра), пропорцио­нальная разности этих потоков , которая имеет место из-за поглощения излучения при отражении от исследуемой поверхности и зависит от коэф­фициента излучения этой поверхности. Следовательно, между коэффи­циентом излучения исследуемых поверхностей и сигналом, поступаемым в измерительную схему терморадиометра, существует прямо пропорциональная зависимость.

2.1 Оптическая схема терморадиометра.

Основным элементом оптической схемы терморадиометра является эллипсоид вращения 1 (см.рис.1), в одной из фокальных плоскостей которо­го расположена приемная площадка на болометре 4, в другой-исследуемая поверхность объекта.

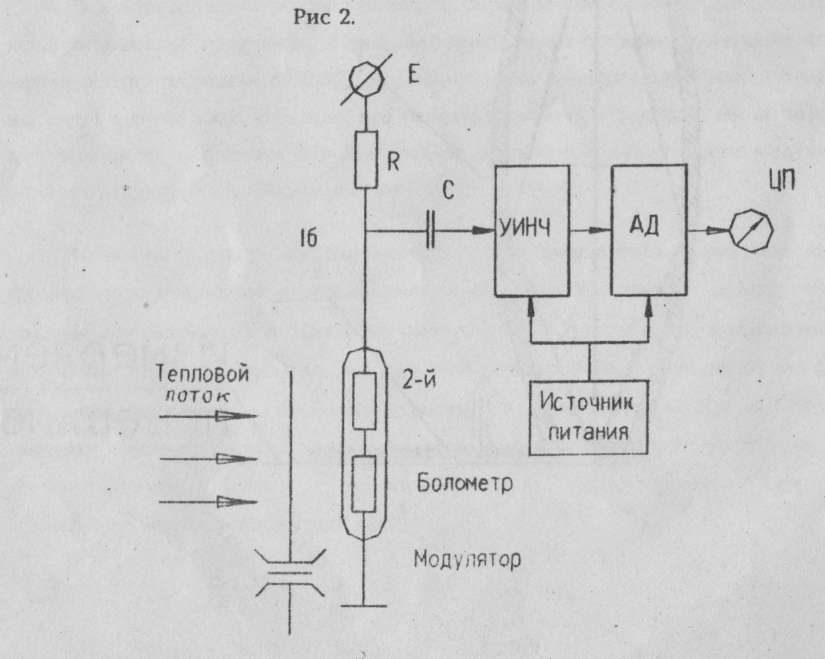


Источником излучения служит система, состоящая из нагревателя 2, выполненного в виде модели черного тела, нагреваемой резисторами 3 , и головки болометра 4, расположенной в полости нагревателя. Тепловой по­ток, излучаемый источником, модулируется зеркальным модулятором 5, расположенным в непосредственной близости от исследуемого поверхности объекта и плоскости входного окна эллипсоида. Модуляция лучистого пото­ка устраняет влияние тепловых помех от различных частей терморадиомет­ра.

Отраженный модулированный поток концентрируется с помощью эллипсо­ида на приемной площадке болометра, вызывая периодическое изменение ее сопротивления и тем самым изменяя напряжение на болометре.

2.2 Электрическая схема теморадиометра.

Электрическая схема терморадиометра состоит из болометра, полосо­вого усилителя инфранизкой частоты (УИНЧ), линейного амплитудного де­тектора (АД) и источника питания.

Блок-схема, поясняющая принцип преобразования модулированного теплового потока в электрические сигналы, приведена на рис.2.

Модулированный тепловой поток от измеряемой поверхности объекта воздействует на термочувствительные элементы болометра, сопротивления которых изменяются по закону изменения теплового потока. В результате на болометре возникает падение напряжения:

переменная составляющая этого напряжения, равна , через конденсатор С подается на вход усилителя УИНЧ. После усилителя напря­жения детектируется детектором АД, на выходе которого включен измери­тельный прибор ИП. Так как =Р, то показания измерительного прибора ИП будут пропорциональны изменениям теплового потока Р. Конструктивно терморадиометр выполнен из двух отдельных блоков: блока измерительной головки (БИГ) и блока питания и управления (БПУ). Элек­трическое соединение БИГ и БПУ. Осуществляется с помощью электриче­ского кабеля длинной 2 м. БИГ устанавливается на подставку 5 в перерывах между измерениями. БПУ подключается к электрической сети посредством электрического кабеля.

2.3 Методика проведения измерений.

Для того, чтобы включить прибор, необходимо установить тумблер Сеть на БПУ в положении ВКЛ., при этом загорается сигнальная лампа.

Установите переключатель диапазонов в положение "0-1" и включите модулятор. Установите измерительную головку на зеркало и ручкой «компенсация фона» установите по шкале терморадиометра отсчет 3 деле­ния. Затем блок измерительной головки положите на модель черного тела и ручкой «калибровка» установите = 0.99. После чего наложите БИГ на по­верхность исследуемого образца и проведите измерения. При значении ко­эффициента излучения исследуемой поверхности меньше 0.5 для повыше­ния точности, измерения рекомендуется проводить на диапазоне 0-0.5. Оценку коэффициента излучения необходимо проводить быстро, т.к. излу­чаемый терморадиометром тепловой поток нагревает исследуемый матери­ал, что в ряде случаев (особенно для образцов имеющих малую теплоем­кость), может привести к существенному отличию значения е полученному на терморадиометре от реально существующего.

3. Задание.

1. Ознакомиться с теоретическими сведениями о законах инфрак­расного излучения и методикой определения спектральной энергетической светимости.
2. Ознакомиться с описанием терморадиометра и методикой прове­дения измерений.
3. Произвести измерение коэффициента теплового излучения каж­дой поверхности предлагаемых образцов, одна поверхность которого поли­рована, а другая обработана наждачным кругом.
4. Используя полученные результаты, определить энергетическую светимость каждой поверхности образцов в спектральных диапазонах 6... 10 мкм и З0...40мкм при t = 20°С и t = 300°С. Оформить отчет.