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

$\frac{hc\_{0}}{λ}=W\_{m}×W\_{n}$ (1.1)

где:

$h$ - постоянная Планка;

$c\_{0} $- скорость света в вакууме;

$λ$ - длина волны;

$W\_{m},W\_{n}$ -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 ($λ$ = 0.76...3 мкм), среднюю ($λ$ =3…6мкм), дальнюю ($λ$ = 6...15 мкм), и очень далекую ($λ$ = 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... $\infty $ , определяет закон Стефа­на- Больцмана:

Ме = $σT^{4}$ , (1.2)

где Т-температура АЧТ, К;

$σ$ = 5,7х$10^{-8}$ Вт/$м^{2}×К^{4}$ -постоянная Стефана-Больцмана.

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

 Ме = $ε\_{Т}σT^{4}$ (1.3)

Коэффициент теплового излучения $ε\_{Т}$ -величина безразмерная, харак­теризует долю суммарного по спектру излучения данного материала от из­лучения АЧТ, имеющего ту же температуру.

Коэффициент теплового излучения $ε\_{Т}$ зависит от материала излу­чающей поверхности материала, ее температуры Т, состояния и степени окисления. С увеличением шероховатости поверхности $ε\_{Т}$ 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:

$M\_{eλ}=C\_{1}/λ^{5}(\frac{C\_{2}}{I^{λT}}-1)$, (1.4)

где $C\_{1}$ и $C\_{2} $-постоянные величины, связанные со скоростью света в вакууме, постоянной Больцмана и постоянной Планка.

Положение максимума спектральной плотности потока излучения АЧТ определяется законом Вина:

$λ\_{M}T=C$ (1.5)

где C = 2897,8 мкм К.

Максимальное значение спектральной плотности энергетической све­тимости

$(M\_{eλ})\_{max}$ АЧТ:

$$(M\_{eλ})\_{max}=C^{\*}T^{5}$$

 где $C^{\*}$= 1,2864 х105 Вт/м2 мкм

1.4 расчет энергетической светимости в заданном спектральном ин­тервале.

Энергетическую светимость АЧТ в заданном спектральном интервале $λ\_{1}$...$λ\_{2}$ рассчитывают с помощью табличных функций

 $Z\left(X\_{λ}\right)=M\_{e}(0…λ)/M\_{e}(0…\infty )$ в зависимости от безразмерных значений величины $X\_{λ}=λ/λ\_{м}.$

$M\_{e}\left(λ\_{1}…λ\_{2}\right)=σT^{4}(Z\left(X\_{λ\_{2}}\right)-Z\left(X\_{λ\_{1}}\right))$ (1.6).

Для серого тела

$M\_{e}\left(λ\_{1}…λ\_{2}\right)=ε\_{T}σT^{4}(Z\left(X\_{λ\_{2}}\right)-Z\left(X\_{λ\_{1}}\right))$ (1.7) Значения

функций (Z$\left(X\_{λ}\right)$) приведены в таблице 1.

ПРИМЕР РАСЧЕТА

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

Решение 1. По формулеё (1.5) определяем длину волны $λ\_{м}$ соответ­ствующую максимуму спектральной плотности энергетической светимости:

$λ\_{м}$ = 2898/Т = 4,14 мкм

1. Рассчитываем безразмерные величины $X\_{λ}$ =$λ/λ\_{м}$

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

1. По таблице 1. находим относительные значения спектральной плотности энергетической светимости Z($X\_{λ}):$

Z(1,93)$≈$0,70: Z(3,14)$ ≈$0,90

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

 $M\_{e(8…13)}=0.8×5.67×10^{-8}×700^{4}\left(0.9-0.70\right)=3200 Вт/м^{2}$

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 $∆U$ снимаемого с преобразователя колебаний ин­фракрасного излучения в электрический сигналы (болометра), пропорцио­нальная разности этих потоков $∆P$, которая имеет место из-за поглощения излучения при отражении от исследуемой поверхности и зависит от коэф­фициента излучения $ε\_{T}$ 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:

$$U\_{б}=I\_{б}\left(r\_{б}\pm ∆r\_{б}\right)=I\_{б}r\_{б}\pm I\_{б}×∆r\_{б}$$

переменная составляющая этого напряжения, равна $∆U=I\_{б}×∆r\_{б}$, через конденсатор С подается на вход усилителя УИНЧ. После усилителя напря­жения детектируется детектором АД, на выходе которого включен измери­тельный прибор ИП. Так как $∆r\_{б}$=$∆$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 $ε$ = 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.