Задачи к лекции по тепловизионной диагностике

1. Рассчитайте интегральные плотности излучения электрических контактов из окисленных алюминия, меди и стали при температуре 20 °С.
2. По формуле Вина рассчитайте значение длины волны максимума спектральной плотности излучения абсолютно черного тела при температуре 20 0С и 6000 0С. В каком диапазоне длин волн излучения (видимый, ИК, УФ) находятся полученные значения?
3. По формуле Планка постройте кривую зависимости спектральной плотности излучения абсолютно черного тела при температуре 20 0С. (Алгоритм: найдите длину волны максимума по формуле Вина, рассчитайте по формуле Планка Eλ,T для полученной длины волны, рассчитайте Eλ,T для длин волн λmax +1 микрометр и λmax -1 микрометр, постройте кривую.)
4. По формуле Планка постройте кривую зависимости спектральной плотности излучения абсолютно черного тела при температуре 500 0С. Сравните полученную зависимость с кривой прозрачности атмосферы и предложите оптимальный спектральный диапазон работы тепловизора при заданной температуре. (Алгоритм в задаче №3)
5. Температура контактного соединения с электрическим сопротивлением 1 Ом и термическим сопротивлением 1 К/Вт составляет 100 °С. Температура окружающего воздуха 20 °С. Рассчитать величину постоянного тока, протекающего через контактное соединение.
6. Через контактное соединение с термическим сопротивлением 1 К/Вт протекает ток 1 А. Падение напряжения на контакте 1 В. Температура окружающего воздуха 20 0С. Рассчитайте температуру контакта.
7. Рассчитайте температуру изолятора емкостью 100 пФ с tgδ = 10 % и термическим сопротивлением 2 К/Вт, находящегося под действующим напряжением 10 кВ переменного тока частотой 50 Гц. Температура окружающего воздуха 20 °С.
8. В гирлянде из трех изоляторов, каждый из которых имеет емкость 35 пФ и термическое сопротивление 2 К/Вт, находящейся под действующим напряжением 20 кВ переменного тока частотой 50 Гц, имеется один дефектный изолятор с tgδ = 20 %. Рассчитать разность температур между дефектным и исправным изоляторами, считая, что распределение напряжения в гирлянде сохраняется равномерным.
9. В гирлянде из трех изоляторов, каждый из которых имеет емкость 35 пФ и термическое сопротивление 2 К/Вт, находящейся под действующим напряжением 20 кВ переменного тока частотой 50 Гц, имеется один дефектный изолятор с tgδ = 20 %, один полностью пробитый изолятор и один исправный. Рассчитать разности температур между дефектным, пробитым и исправным изоляторами, считая напряжение на дефектном и исправном изоляторах одинаковым.
10. По показаниям тепловизора (пирометра) температура контактного соединения из окисленного алюминия составляет 50 °С. На тепловизоре установлен коэффициент излучения 0,9. Какое изменение надо внести в установки тепловизора? Какое в результате будет истинное значение температуры контактного соединения?
11. Превышение температуры контактного соединения над температурой воздуха составляет 1 °С при токе нагрузки, составляющем 30 % от номинального. Каково будет превышение температуры контактного соединения при токе нагрузки 80 % от номинала. Является ли данный дефект аварийным?

Длина волны максимального излучения обратно пропорциональна абсолютной температуре тела (формула Вина):

λmax=2898/Т, мкм

где Т – абсолютная температура, К.

Интегральная плотность излучения АЧТ определяют по закону Стефана-Больцмана:

R=σT4 [Вт/см2]

где Т – температура АЧТ [0К];

σ=5,6697±0,0029\*10-8 [Вт/м2\*К4].

АЧТ в природе не существует, но многие тела в определенном спектре излучения можно рассматривать как АЧТ (напр., поверхность, покрытая сажей).

Отношение энергетической яркости серых тел к энергетической яркости АЧТ не зависит от длины волны. Это соотношение называется коэффициентом излучения. Для серого излучателя выражение для интегральной плотности излучения приобретет следующий вид:

R=εтσТ4

Коэффициент излучения εт безразмерный и характеризует долю суммарного по спектру излучения (ελ) данного материала по отношению к АЧТ при той же температуре.

Спектральный коэффициент излучения (ελ) зависит от температуры, от материала, состояния излучающей поверхности и от степени окисления.

|  |  |
| --- | --- |
| Материал | ελ, при t=500С |
| Полированный алюминий | 0,04 |
| Сильно окисленный алюминий | 0,2 |
| Полированная медь | 0,2 |
| Медь, покрытая толстым слоем окиси | 0,7 |
| Листовая сталь с блестящим слоем окиси | 0,82 |
| Сталь с шероховатой поверхностью | 0,98 |
| Краски масляные | 0,96 |
| Стекло | 0,93 |
| Фарфор с коричневой глазурью | 0,92 |
| Бетон серый | 0,92 |

Формула Планка для спектральной плотности энергии излучения единицы объемаабсолютно черного тела:



где: *h*=6,63х10-34Дж\*сек - постоянная Планка; k**=**1,38\*10-23 Дж/К – постоянная Больцмана; с=3\*108 м/с - скорость света, λ – длина волны, м; Т- температура, К.

Расчет функции Планка

<https://ncc.nesdis.noaa.gov/data/planck.html>