

Московский физико-технический институт

Работа 8.1
Тепловое излучение.



Осипов Егор, Коваленко Николай
Б03-006
г. Долгопрудный

Введение.

Цель работы:

- При помощи модели абсолютно чёрного тела проведение измерения температуры оптическим пирометром с исчезающей нитью и термопарой
- Определение постоянных Планка и Стефана-Больцмана

В работе используются:

- оптический пирометр
- модель абсолютно чёрного тела
- вольфрамовая лампа
- неоновая лампа
- блок питания
- цифровые вольтметры

Теоретические положения

Для измерения температуры разогретых тел, удалённых от наблюдателя, применяют методы оптической пирометрии, основанные на использовании зависимости испускательной способности исследуемого тела от температуры. Различают три температуры, функционально связанные с истинной термодинамической температурой и излучательной способностью тела: радиационную T_{rad} , цветовую T_{col} и яркостную T_{br} .

В работе измеряется яркостная температура. **Яркостная температура** - это температура абсолютно чёрного тела, при которой его спектральная испускательная способность равна спектральной испускательной способности исследуемого тела при той же длине волны. Измерение яркостной температуры раскалённого тела производится при помощи оптического пирометра с исчезающей нитью, основанного на визуальном сравнении яркости раскалённой нити с яркостью изображения исследуемого тела.

Яркостная температура тела всегда ниже его термодинамической температуры. Это связано с тем, что любое нечёрное тело излучает меньше, чем АЧТ при той же температуре. Зависимость между яркостной и термодинамической температурами вольфрама приведена на рис. 1

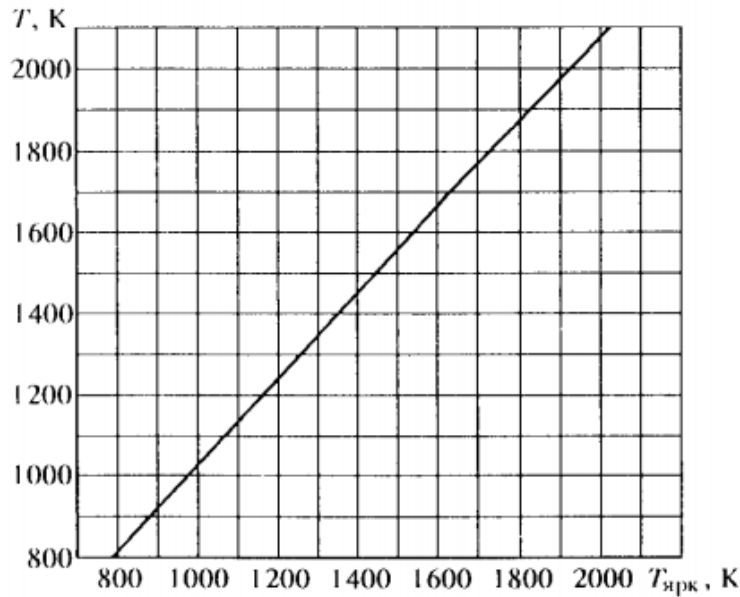


Рис. 1: График зависимости $T = f(T_{br})$ для вольфрам

По результатам измерений мощности излучения вольфрамовой нити можно судить о справедливости закона Стефана-Больцмана. Если бы нить излучала как АЧТ, то баланс потребляемой и излучаемой энергии определялся бы соотношением

$$W = \sigma S(T^4 - T_0^4), \quad (1)$$

где W - потребляемая нитью электрическая мощность, S - площадь излучающей поверхности нити, T - температура нити, T_0 - температура окружающей среды. Однако вольфрамовая нить излучает как серое тело, и излучение её ослаблено по сравнению с АЧТ в ε_T раз для любой волны при данной температуре тела T . Тогда предположив, что нить излучает как серое тело и с учётом того, что $T_0 \ll T$, выражение (1) можно переписать в виде

$$W = \varepsilon_T S \sigma T^4 \quad (2)$$

В справедливости закона Стефана-Больцмана можно убедиться, построив график зависимости $W(T)$ в логарифмическом масштабе и по углу наклона определить показатель степени n исследуемой температурной зависимости. В пределах погрешности показатель степени должен быть близок к четырём.

Также из формулы (2) можно определить постоянную Стефана-Больцмана.

Экспериментальная установка

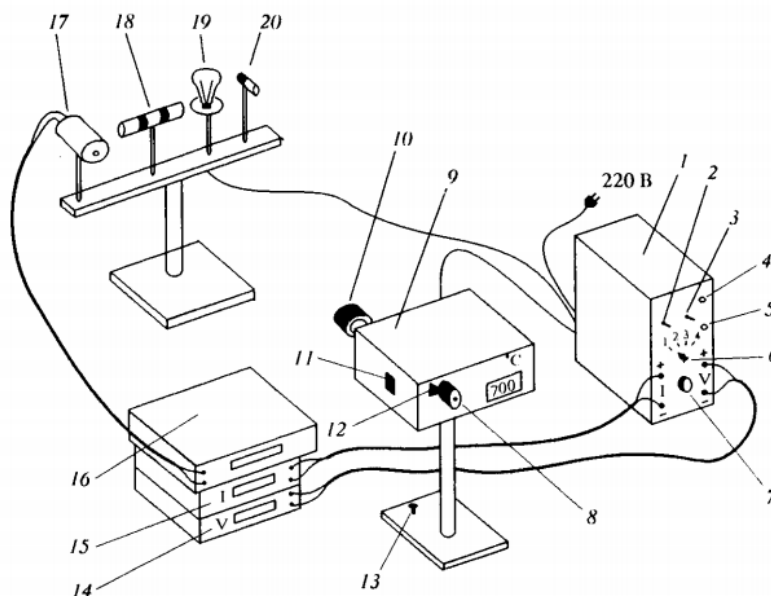


Рис. 2: Схема экспериментальной установки: 1 - блок питания; 2 - тумблер включения питания образцов; 3 - тумблер нагрева нити пирометра; 4 - кнопка "Нагрев нити"; 5 - кнопка "охлаждение нити"; 6 - тумблер переключения образцов; 7 - регулятор мощности нагрева образцов; 8 - окуляр пирометра; 9 - корпус пирометра; 10 - объектив пирометра; 11 - переключение диапазонов; 12 - ручка смещения красного светофильтра; 13 - регулировочный винт; 14 - вольтметр (напряжение на лампе накаливания); 15 - амперметр (ток через образцы); 16 - вольтметр в цепи термопары; 17 - модель АЧТ; 18 - трубка с кольцами из материалов с различной излучательной способностью; 19 - лампа накаливания; 20 - неоновая лампочка

Исследуемые в работе образцы:

- **модель абсолютно чёрного тела** - керамическая трубка, закрытая с одного конца и окружённая для теплоизоляции внешним кожухом. Температура в трубке измеряется с помощью термопары хромель-алюмель
- **вольфрамовая нить электрической лампочки**