Национальный Исследовательский Университет

«Московский Энергетический Институт»

Кафедра теоретических основ теплотехники

Лаборатория тепломассообмена

Лабораторная работа №3

Определение тепловых свойств материалов методом регулярного режима

Студент: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Группа:\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Преподаватель: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

К работе допущен:\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Работу выполнил:\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Работу сдал:\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

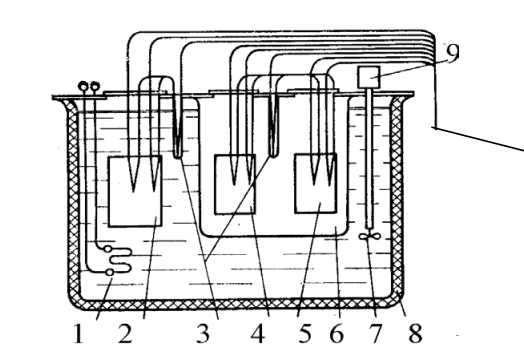
**Цель работы:**

1**.** углубление знаний о процессе нестационарной теплопроводности в твердых телах; изучение влияния начального теплового состояния и условий теплообмена тела с окружающей средой на вид распределения температуры в теле.

2. ознакомление с нестационарными методами экспериментального определения теплофизических свойств материалов.

3. освоение метода регулярного теплового режима, его экспериментальной реализации при определении коэффициентов температуропроводности, теплопроводности, и удельной теплоемкости материалов (теплоизолятор) и теплоотдачи в условиях нагрева (охлаждения) тела. Анализ полученных результатов и их сравнение с литературными данными.

**Описание экспериментальной установки:**



1 – нагреватель

2 – калориметр №1

3 – спаи термопар

4 – калориметр №2

5 – калориметр №3

6 – воздушная камера

7 – мешалка

8 – корпус термостата с жидкостью

9 – электродвигатель мешалки и насоса

**Основы метода регулярного теплового режима:**

Нестационарное температурное поле любого тела определяется воздействием окружающей среды, физическими свойствами тела, геометрической формой и размерами, а также его начальным тепловым состоянием.

Влияние среды и свойств тела можно характеризовать числом Био, **,** которое определяет отношение внутреннего и внешнего тепловых сопротивлений

При анализе начальных условий выделяют две стадии процесса охлаждения (нагревания). В первой, начальной, стадии неупорядоченного (иррегулярного) режима температурное поле в значительной степени определяется особенностями начального распределения температуры. Во второй стадии, которая наступает при числе Фурье , начальное распределение уже не влияет на характер изменения температурного поля и распределение температуры во времени для всех точек тела изменяется по экспоненциальному закону. Эта стадия называется регулярным (упорядоченным) тепловым режимом и при постоянных физических свойствах, в условиях **α** - соnst, описывается простым уравнением:

(1)

где, **α** - средний по поверхности коэффициент теплоотдачи, ; – температура среды; оС, ***t*** – температура любой точки тела (переменная), оС,- разность температур какой либо точки тела и среды, оС; ***А*** – постоянный множитель, определяемый из начальных условий; ***U*** – функция, определяющая зависимость от координат (***x, y, z***); ***m*** – темп регулярного охлаждения или нагревания тела, 1/сек.; **τ** - время, с. Темп охлаждения ***m*** характеризует относительную скорость изменения избыточной температуры тела , т.е.

***m =***

Из уравнения [1] вытекают важные для практики следствия.

1. Прологарифмировав его, получаем:

(2)

где **𝐺(𝑥,𝑦,𝑧)** – функция координат точки, следовательно,

(3)

Таким образом, по истечении определенного времени после начала охлаждения (нагревания) тела наступает регулярный тепловой режим, отличительной особенностью которого является то, что логарифм разности между температурой ***t*** в любой точке тела и температурой окружающей среды ***tж*** изменяется с течением времени **τ** по линейному закону. При этом скорость изменения избыточной температуры остается одинаковой для всех точек тела.

Связь темпа охлаждения ***m*** с характеристиками тела и условиями теплообмена на поверхности, при конечном значении коэффициента теплоотдачи (**α** = const), определяется зависимостью вида (первая теорема Кондратьева):

(4)

где **ψ** - коэффициент неравномерности температурного поля; ***F*** – поверхность тела, м2; ***С*** – полная теплоемкость тела, Дж/К.

При **α** → ∞ темп регулярного охлаждения (нагревания) ***m∞ = mα→∞*** и температуропроводность материала тела прямо пропорциональны (вторая теорема Кондратьева):

𝒂=𝑲𝒎**∞** (5)

где коэффициент пропорциональности ***К***, м2 – геометрическая величина, зависящая от размеров и формы тела.

Рассмотренные свойства регулярного теплового режима широко используют для экспериментального определения коэффициентатемпературопроводности - **а**, теплопроводности ***-*** λ, удельной теплоемкости материалов ***- с***.

**Данные эксперимента:**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Время опыта,мин | Калориметр №1, оС | | Калориметр №2, оС | | Калориметр №3, оС | | Воздушная камера  оС | Водяная камера,  оС |
| t1 | t2 | t3 | t4 | t5 | t6 | t7 | t8 |
| 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 5 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 6 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 7 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 8 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 9 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 10 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 11 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 12 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 13 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 14 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 15 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 16 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 17 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 18 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 19 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 20 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 21 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 22 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 23 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 24 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 25 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 26 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 27 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 28 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 29 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 30 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 31 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 32 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 33 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 34 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 35 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |