**Лабораторная работа.**

«Изучение способов измерения температуры»

Цель работы: углубить знания по курсу общей теплотехники и получить навыки экспериментального определения температуры тел.

В работе необходимо:

1. Измерить температуру нагревательной поверхности, окружающей среды и воды в колбе с помощью ртутного термометра, хромель-копелиевых термопар, милливольтметра и потенциометра.

Теоретические основы.

Температура характеризует тепловое состояние тела и измеряется в градусах. Температура тела изменяется пропорционально средней кинетической энергии поступательного движения молекул. Численное значение температуры зависит от выбранной температурной шкалы.

В технике температура измеряется по Международной стоградусной шкале /шкала Цельсия/ и обозначается через t, С. В этой шкале при нормальном давлении /760 мм рт. ст./ состоянию тающего льда соответствует температура 0 С, а точке кипения воды - 100С. Для измерения температуры используется также термодинамическая шкала температур /шкала абсолютных температур, или шкала Кельвина/. Нуль абсолютной шкалы температур соответствует значению t=-273,15 С.

Абсолютная температура тела

Т, К=t, С+273,15 /1/

В США и Англии для измерения температуры применяют шкалу Фаренгейта. На этой шкале /t,F/ температура таяния льда и температура кипения воды обозначены соответственно через 32 и 212 для перевода показаний этой шкалы в С и обратно служат соотношения:

tС=(t,F-32); tF=(tС+32) /2/

Параметром состояния является абсолютная температура.

Температуру измеряют с помощью устройств, использующих различные термометрические свойства жидкостей, газов и твердых тел. В табл. 2 приведены наиболее распространенные устройства для измерения температуры и практические пределы их применения.

Ртутные стеклянные термометры основаны на свойстве тел изменять свой объем в зависимости от температуры. В качестве термометрического тела чаще всего применяют ртуть и спирт.

При точных измерениях температуры при помощи ртутных термометров к их показаниям вводятся следующие поправки:

/1/ основная /инструментальная/ поправка t

/2/ поправка на температуру выступающего столбика ртути t

/3/ поправка на смещение положения нулевой точки t

В общем случае определение действительной температуры среды по показаниям ртутного термометра t' производится согласно равенству:

t= t'+t+t+t. /3/

При температурах выше 150-200 С ртутные термометры применяются редко.

В настоящее время для измерения температуры получили широкое применение термопары /термоэлектрические преобразователи/.

Термоэлектрический метод измерения температуры основан на использовании зависимости термоэлектродвижущей силы от температуры.

Термопара представляет собой 2 разнородных проводника, составляющих общую электрическую цепь /рис. 1/. Если температуры мест соединений (спаёв) проводников t и t неодинаковы, то возникает термо-Э.Д.С. и по цепи протекает ток. Величина термо-Э.Д.С. тем больше чем больше разность температур.

МВ

рис. 1. Схема измерения показаний термопары с помощью милливольтметра

газ

2

1

МВ

нагреватель

рис. 2. Схема измерения разности температур газа при помощи дифференциальной термопары.

В качестве материалов для термопар используется проволока диаметром от 0,1 до 0,2 мм. Наиболее распространены следующие пары металлических проволок:

1. Платина и платинородий / 90% Pt и 10% Pr /. Эта термопара является эталонным прибором.
2. Хромель /90% Ni и 10% Cr / и алюмель /95% Ni и 5% Al/. На каждые 100 С термоЭ.Д.С. этой термопары составляет около 4 мВ.
3. Хромель и копель /56% Cn и 44% Ni/. На каждые 100 С термоЭ.Д.С этой термопары приходится около 7 мВ.
4. Медь и константан /60% Cn и 40% Ni/. На каждые 100 С термоЭ.Д.С этой термопары приходится около 4,3 мВ.

При измерении температуры один спай цепи термопары, так называемый холодный спай, находится при 0 С (в тающем льде в сосуде Дюара), а другой – горячий в среде, температуру которой надо измерить.

Так как термоЭ.Д.С. термопары зависит от температуры обоих спаев (горячего и холодного), то термопары часто применяются для измерения разности температур в двух точках – так называемая ­­дифференциальная термопара (рис. 2). В этом случае в схеме отсутствует холодный спай и термоЭ.Д.С. с некоторой известной Э.Д.С. вспомогательного источника тока.

**Описание экспериментальной установки и методика проведения измерений.**

Экспериментальная установка состоит из горизонтальной поверхности нагрева с эл. нагревателем, устройств для измерения температуры (ртутный термометр), хромель-копелиевые термопары, потенциометр, милливольтметр.

Потребляемая мощность электрического нагревателя измеряется ваттметром. Регулирование мощности осуществляется при помощи лабораторного автотрансформатора. Измерение Э.Д.С. термопар производится с помощью потенциометра постоянного тока.

Атмосферное давление измеряется барометром, а относительная влажность воздуха – психрометром.

**Методика проведения опытов и обработка**

**результатов измерений.**

При ознакомлении с экспериментальной установкой необходимо проверить правильность включения измерительных приборов и установить стрелки приборов на нуль.

Порядок выполнения работ следующий:

1. Включить нагреватель и после наступления стационарного режима работы установки измерить температуру поверхности нагревателя с помощью милливольтметра и потенциометра.
2. Поставить колбу с водой на нагревательную поверхность и довести воду до кипения, измеряя при этом температуру с помощью
3. Действительную температуру воздуха в лаборатории при измерении ртутным термометром определяем по формуле /3/.
4. Основная поправка t=0,5 /указывается в аттестате термометра/.

Поправку на температуру выступающего столбика ртути рассчитываем по уравнению

t= n) /4/

где n – число градусов в выступающем ртутном столбике;

 - коэффициент видимого расширения ртути в стекле

 1/С

t’ – температура, показываемая термометром, С

t - средняя температура выступающего столбика ртути.

Поправку на смещение положения нулевой точки определяем с помощью уравнения:

 /5/

где t и t - температуры, соответствующие положению нулевой точки термометра по аттестату /после нагрева в термостате/ и после очередной проверки нуля в эксплуатации / t=0,1С и после t=-0,1С /,

Показания приборов и результаты вычислений необходимо занести в таблицу 1.

Построить температурный график нагрева воды.

Построить градуировочный график E=f(t).

Практические пределы применения наиболее распространенных устройств для промышленных измерений температур.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Термометрическое свойство | Наименование устройства | Пределы длит. пр. | |
| нижний | верхний |
| Тепловое расширение | Жидкостные стеклянные термометры | -190 | 600 |
| Изменение давления | Монометрические термометры | -160 | 600 |
| Изменение электрического сопротивления | Электрические термометры сопротивления.  Полупроводниковые термометры (термисторы, теморезисторы) | -90 | 180 |
| Термоэлектрические эффекты /термоЭ.Д.С./ | Термоэлектрические термометры  Термопары/стандартизированные  Термоэлектрические термометры  Термопары/специальные | 1300 | 2500 |
| Тепловое излучение | Оптические тпирометры  Радиационные пирометры  Фотоэлектрические пирометры  Цветовые пирометры | 700  20  600  1400 | 6000  3000  4000  2800 |

**Контрольные вопросы:**

1. Что называется температурой?
2. Как получены температурные шкалы? (Цельсия, Кельвина, Фаренгейта).
3. Соотношение между температурными шкалами.
4. Как определить действительную температуру.
5. Что такое термопара?
6. Виды приборов для измерения температуры и принцип их действия

ЛИТЕРАТУРА:

1. Лариков Н.Н. «Теплотехника».
2. Термо- и влагометрия пищевых продуктов. Справочник под ред. И.А. Рогова М., 1988 г.

Таблица 1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | ВОДА | | | | | Нагревательная  поверхность | | |
|  | Показания ртутного термометра | Основная поправка | Поправка на температуру выступающего столбика /4/ | Поправка на смеще­ние поло­жения нулевой точки /5/ | Действительная температура | Показания термопар | Показания милли­вольтметра | Показания термопар |
|  | t', С | t , С | t, С | t, С | t, С | E, мВ | С | E2, мВ |

Атмосферное давление\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Относительная влажность воздуха\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_