**ИЗМЕРЕНИЕ ТЕПЛОЁМКОСТИ ТВЁРДОГО ТЕЛА В АВТОМАТИЗИРОВАННОМ РЕЖИМЕ.**

**К.И. Кукушкин**

*Ученик 7 класса, МБОУ Школы № 100 г.о.Самара*

*(443115, г.Самара, ул.Тополей,10)*

1. **ВВЕДЕНИЕ**

Внутренняя энергия играет важную роль в нашей жизни. Внутренняя энергия тела может изменяться за счет работы внешних сил. Для характеристики изменения внутренней энергии при теплообмене вводится величина, называемая количеством теплоты и обозначаемая Q. В международной системе единицей количества теплоты, так же как работы и энергии, является джоуль: [Q] = [A] = [E] = 1 Дж. Количество теплоты при нагревании зависит от теплоёмкости вещества.

**Цель работы:** разработать измерительный стенд, который позволит в автоматизированном режиме определять теплоемкость данного тела.

**Задачи работы:**

- изучить литературу по теме работы;

- разработать аппаратное обеспечение для построения измерительного стенда;

- разработать программное обеспечение для реализации автоматизации измерительных процессов стенда;

- определить удельную теплоёмкость, исследуемого тела;

- развить навыки разработки средств автоматизации и применения современного программного обеспечения при проведении научных и инженерных экспериментов;

- провести анализ полученных результатов.

Теплоемкость - одна из главных физических характеристик тела, зависящая от химического состава и термодинамического состояния тела. Теплоемкость позволять установить, зависимость между количеством теплоты, подведенным к данному телу или отведенным от него, и изменением температуры данного тела. Установленная закономерность позволяет изучать теплоемкости твердых тел и газов, что дает нам знания, необходимые для применения тех или иных материалов для разнообразнейших целей: в науке, производстве, строительстве, и т.д.

Теплоемкость тела учитывают при:

- изучении строения веществ и их свойств;

- исследовании фазовых переходов и критических явлений;

- расчете суммарного количества примеси в веществе;

- определении тепловых эффектов химических реакций;

- при строительстве жилых и коммерческих строений;

- при производстве бытовых приборов, в том числе холодильных установок;

- в научных исследованиях;

**2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ**

**2.1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОЁМКОСТИ.**

Удельной теплоемкостью вещества называется физическая величина, численно равная количеству энергии в форме теплоты, которое надо сообщить единице массы этого вещества для увеличения его температуры на 1 °С:

https://www.ok-t.ru/studopediaru/baza7/1445216696854.files/image732.gif , Дж/(кг×°С)

В общем случае удельная теплоемкость зависит от рода вещества и от вида термодинамического процесса, в котором телу сообщается количество теплоты.

Удельные теплоёмкости многих веществ приведены в справочниках (обычно для процесса при постоянном давлении). К примеру, удельная теплоёмкость жидкой воды при нормальных условиях - 4200 Дж/(кг·°С), льда – 2100 Дж/(кг·°С).

Количество теплоты, поглощённой телом при изменении его состояния, зависит не только от начального и конечного состояний (в частности, от их температуры), но и от способа, которым был осуществлен процесс перехода между ними.

**2.2. ТЕПЛОЁМКОСТЬ ТВЁРДЫХ ТЕЛ.**

Зная, что количество теплоты, полученное водой при нагревании в замкнутой системе (QОТД), равно количеству теплоты, отданному телом при охлаждении (QПОЛ), можно записать, что:

QОТД = QПОЛ

Тогда:

QПОЛ = ст ·mт (t2 - t)

где ст - удельная теплоемкость вещества тела, mт – масса вещества тела; t2 - температура тела после нагрева в сосуде, с учетом охлаждения при переносе в калориметр принимается, равной;

**3. ИЗМЕРЕНИЕ ТЕПЛОЁМКОСТИ**

Для измерения нам понадобится:

1. Изолированная термодинамическая система;
2. Теплоноситель;
3. Исследуемое твердое тело - 2 шт;
4. Мерный стакан позволяющий точно отмерить 500 мл воды;
5. Весы, для определения масс в эксперименте;
6. Микропроцессорная платформа. PixelJS (https://www.espruino.com/Pixl.js), с исполнительной средой исполнения Espruino;
7. Три датчика температуры в герметичной капсуле.

Разработка измерительного стенда, определение конкретных программно-аппаратных средств необходимых для его сборки.

* ВЫБОР ИЗОЛИРОВАННОЙ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

В качестве изолированной системы были выбраны бытовые термосы, в количестве - 2 шт. Выбор обусловлен высокой тепловой изоляцией содержимого термосов и их доступностью. Два термоса выбраны для параллельного измерения двух наборов исследуемых тел, что позволит с одной стороны ускорить получения искомой величины, за счет одновременного замера двух комплектов искомых тел, с другой стороны выявлению сбоев в измерительном стенде и его оборудовании при значительном расхождении результатов. Объем термосов 1 и 1,2 литра.

* ВЫБОР ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ

Для определения теплоемкости искомого тела, в качестве теплоносителя я решил применить обычную воду. Это доступный, не токсичный материал с известными характеристиками. Именно по тому как изменится температура воды я буду определять влияние исследуемого тела на теплоноситель и в итоге по данному влиянию я смогу определить теплоемкость тела. Объем воды я решил брать на уровне 500 мл, соответственно масса теплоносителя нам автоматически известна и равняется 500 мг, так как плотность воды известна и равна 997 кг/м³. Пятьсот миллилитров — это примерно половина емкости термосов. Таким образом мне остается доступным значительный объем, что позволит погрузить в него, разнообразные грузы которые меньше диаметра горловины термоса.

* ВЫБОР ИССЛЕДУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА

К исследуемому телу мной были выдвинуты следующие требования - тело должны состоять из материала с температурой плавления существенно больше 100 С, потому что оно будет погружаться в теплоноситель (воду) нагретый до температуры близкой к 100 С. Масса тела должна быть меньше теплоносителя залитого в термос, но при этом соизмерима с ней. Так как в качечтве теплоносителя я использую 500 мг воды, то груз должен быть меньше данной величины. При этом он не должен быть сильно меньше, иначе погрешность измерения может составить значительную величину, так как изменения температуры будут малы и влияние тепловых потерь термоса может стать слишком большим.

На первом этапе определяем теплопотери, двух термосов в виде величины dT/dt. Для этого определяется объем жидкости, с которым будем работать – 0,5. литра. Объясняем ученику что объем нужно подобрать, с одной стороны, не сильно превышающий по массе экспериментальные груз, в противном случае при определении изменении температуры будет большая погрешность в определении. При маленьких значениях также будет большая  
погрешность, но по противоположенным причинам. Объем мы помогаем ему определить на основе нашей (кураторов) экспертной оценке.

Далее ученик собирает стенд который определяет потерю тепла обеими термосами (термоса неидентичны). Пишет программное обеспечение которое в течении 1-2 часов ведет запись температуры в термосе залитым водой объемом 0.5 литра и температурой ~70 C (используется цифровой чайник).

Данная температура выбрана потому, что при ней погрешности измерения, связанные с парением воды и повышенной отдачей в инфракрасном диапазоне относительно не велика. Также у выбранного датчика при данной температуре абсолютная погрешность не превышает на данном  
отрезке 0.25 С. Датчик выбран цифровой с программируемой разрешающей характеристикой. В нем установлена  
максимальная чувствительность  0.05 С.

**4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Важным становится проектирование теплозащиты жилых зданий, больниц, детских садов, в которых нужно поддерживать постоянной температуру в теплый и холодный периоды года.

Применение материалов, которые обладают малой теплопроводностью, позволяет снизить теплопотери. Но теплопроводность веществ касается не только зданий, но и непосредственно человека, материала его одежды, учитывается в сельском хозяйстве, чтобы сохранить от вымерзания посевы. В быту также невозможно не учитывать теплопроводность различных веществ.

Анализируя полученные результаты, видим, что они имеют ряд погрешностей.