

Макаренко Владимир Александрович

студент

КГБПОУ «Дивногорский гидроэнергетический

техникум им. А.Е. Бочкина»

г. Дивногорск, Красноярский край

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОСТЫВАНИЯ СМЕСИ ЖИДКОСТЕЙ

Аннотация: в работе изучен процесс остывания смеси жидкостей (классическая задача «об остывании кофе»), приведено экспериментальное решение, получены количественные результаты в виде зависимости температуры остывания смесей, приготовленных разными способами, от времени. Полученные результаты подтверждают известное качественное решение.

Ключевые слова: теплопроводность, задача, остывание кофе, остывание жидкости, уравнение теплопроводности.

Задача «об остывании кофе» формулируется следующим образом: король любит пить кофе с молоком, но горячие напитки не переносит. Слуга заблаговременно варит кофе и поддерживает его горячим. Молоко хранится в холодильнике. После требования короля подать кофе, слуга наливает его в чашку короля, заполняя её частично, и добавляет молоко. По истечении не более пяти минут кофе подаётся королю. Задача формулируется так: в какой момент нужно разбавлять горячий кофе молоком, чтобы по истечении пяти (от момента наливания кофе до момента подачи королю) напиток имел наименьшую температуру. Температура окружающей среды известна, значения температуры кофе, молока, массы кофе, массы молока заданы. Удельные теплоёмкости (и другие характеристики) кофе и молока считаем равными.

С качественной точки зрения, для того чтобы напиток в итоге имел наименьшую температуру, молоко нужно добавить в кофе спустя некоторое время. Это объясняется тем, что пока кофе горячее, оно отдаст большее количество теплоты,

чем кофе, разбавленное молоком [1, с. 111; 2, с. 45]. Для понимания качественного решения достаточно самых начальных знаний по физике [3, с. 218; 4, с. 10]. Однако, на сколько градусов в итоге будут различаться температуры не известно.

В работе был изучен процесс остывания смеси экспериментально. В качестве кофе бралась горячая вода температурой $90\text{ }^{\circ}\text{C}$, вместо молока бралась холодная вода при температуре $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ (температура тающего снега) [5, с. 383]. Проводились две серии экспериментов по пять экспериментов в каждой.

Экспериментальные данные

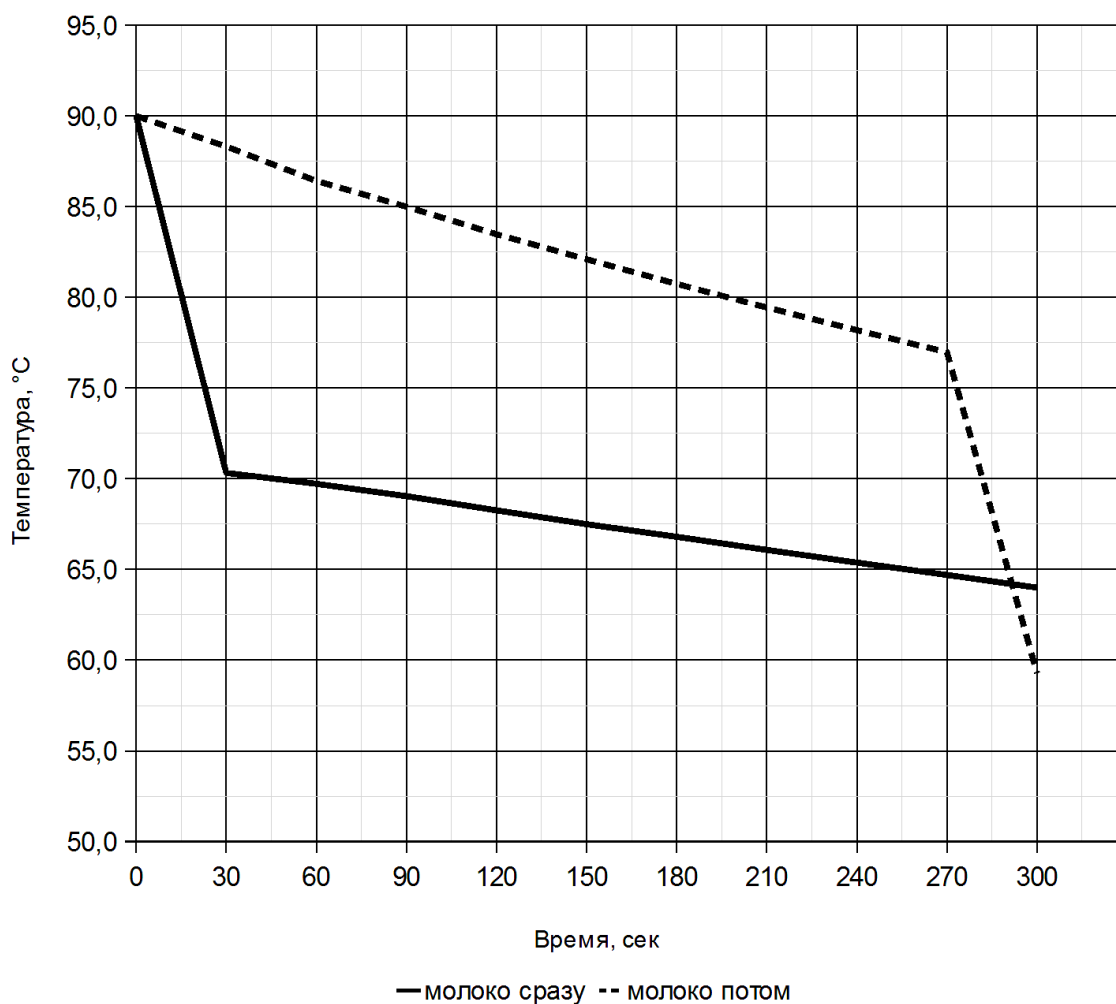


Рис. 1. Зависимость температуры остывания смеси от времени и способа приготовления

В первой серии экспериментов, бралась горячая вода (кофе), температурой 90°С. Спустя каждые 30 секунд измерялась температура. По истечении некоторого времени (4 мин. 30 сек) добавлялось 50 г. холодной воды. И через 30 секунд измерялась температура в последний раз. Таким образом, получилось 11 значений температуры.

Во второй серии экспериментов в горячую воду температурой 90 °С, сразу же добавлялась холодная вода. После этого каждые 30 секунд снимались показания температуры. Эксперимент длился 5 минут, т.о. также получилось 11 значений температуры.

Одновременно с измерением температуры воды, измерялась температура окружающего воздуха аналогичным термометром. Все эксперименты проводились в один день, т. о. комнатная температура во всех случаях была одинаковой и равнялась 18,5 °С.

По экспериментальным значениям построены графики зависимости температуры остывания смеси от времени для обоих процессов (рисунок 1.)

Эксперимент показал, что добавлять в горячий кофе молоко нужно перед употреблением, так как конечная температура кофе в этом случае будет меньше, чем в том случае, когда молоко в кофе добавляется сразу. Отличия в температуре значительны и равны 4,72°С.

Список литературы

1. Ландсберг Г.С. Элементарный учебник физики. Механика, теплота. Молекулярная физика / Г.С. Ландсберг. – М.: Наука, 1985. – Т. 1. – 616 с.
2. Ланге В.Н. Физические парадоксы, софизмы и занимательные задачи / В.Н. Ланге. – М.: Просвещение, 1967. – 166 с.
3. Мякишев Г.Я. Учебник для 10 класса общеобразовательных учреждений / Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев, Н.Н. Сотский. – М.: Просвещение, 2007. – 367 с.
4. Перышкин А.В. Физика 8 кл.: Учебник для общеобразовательных учреждений / А.В. Перышкин. – М.: Дрофа, 2009. – 192 с.

5. Шаскольская М.П., Эльцин И.А. Сборник избранных задач по физике /
М.П. Шаскольская, И.А. Эльцин. – М.: Наука, 1986. – 208 с.