(cc) BY

Николенко Марк Сергеевич
учащийся
Научный руководитель
Асауленко Евгений Васильевич
канд. пед. наук, учитель
МБОУ СОШ №4 г. Дивногорска
г. Дивногорск, Красноярский край

О ВЛИЯНИИ ПРОТЯЖЕННЫХ ОБЪЕКТОВ НА КОНВЕКЦИЮ В ЖИДКОСТИ

Аннотация*: в работе экспериментально изучена интенсивность теплообмена воды с окружающей средой, находящейся в цилиндрическом стакане, при наличии/отсутствии в ее толще различных металлических предметов, в качестве которых выступили стальных ложки разных размеров. В результате проведенного исследования обнаружен неочевидный эффект теплопередачи, обусловленный размерами помещенного в толщу воды образца. На качественном (логическом) уровне дано теоретическое обоснование обнаруженного эффекта.*

Ключевые слова*: конвекция, теплообмен, остывание жидкости.*

Вопросы, загадки, ребусы, и др. подобные жанры народного творчества пользовались популярностью, пожалуй, во все времена [1; 2]. Особенно они привлекают внимание, если сформулированы в наукоподобном виде. Данная работа началась с, казалось бы, праздного и вполне шуточного вопроса: «Зачем в чае ложка?». При всей его несерьезности, попытка ответа на этот вопрос может поставить в тупик. Наиболее заслуживающим внимание, представляется предположение о том, что ложка в чае служит для скорейшего отведения тепла от напитка. Очевидный, с точки зрения качественного анализа, ответ все же не дает представление о том, насколько весомым окажется вклад в общую теплопередачу, обусловленный наличием ложки в стакане с горячей водой.

Content is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)

Таким образом, проблемой оказывается отсутствие доказательного сужения о том, действительно ли чай в стакане будет остывать заметно быстрее, если в нем оставить ложку.

Физику процесса остывания жидкости в стакане понять не сложно. Основные механизмы теплопередачи вполне понятны. Горячая жидкость в сосуде теряет тепло посредством теплопроводности через дно и стенки сосуда. Если сосуд не закрыт крышкой, то значительный вклад оказывает испарение с открытой поверхности жидкости. Вклад излучения в теплопередачу в данном случае, скорее всего мал.

Наиболее точное теоретическое решение задачи теплопередачи может быть получено путем решения уравнения теплопроводности [3, с. 174] и учета конвекции [4, с. 260]. Однако, для достижения цели данной работы было решено поставить эксперимент, поскольку именно в эксперимент является отправной точкой для понимания природы в целом [5].

В качестве рабочей гипотезы исследования предполагаем, что чай заметно остынет быстрее, если в нем будет находиться ложка, однако ожидаем, что эффект будет слабым.

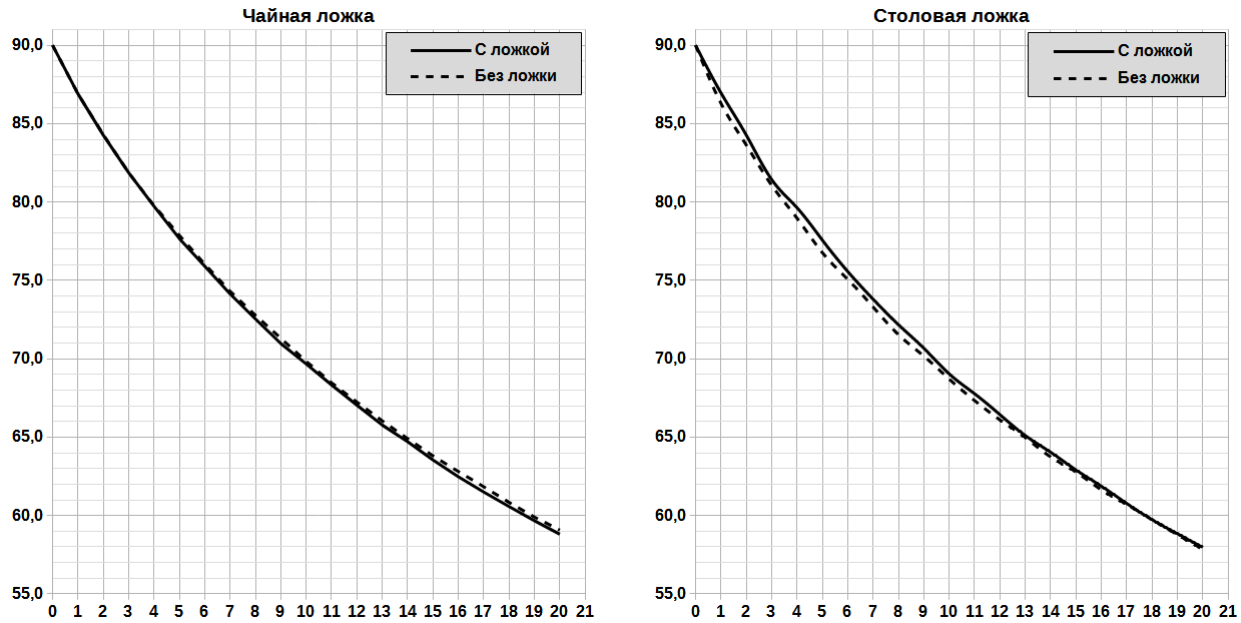
В эксперименте было использовано следующее оборудование. Чай, о котором шла речь в поставленном выше вопросе, практически полностью состоит из воды. Поэтому он был заменен водой. Емкостью для воды в эксперименте послужил стеклянный стакан (вместимостью 200 мл). Чайная ложка для проведения эксперимента была стальной. Температура измерялась цифровым термометром с ценой деления шкалы 0,1 °С.

В ходе эксперимента вода нагревалась в температуры кипения. После чего наливалась в стакан с чайной ложкой, в котором также был размещен чувствительный элемент термодатчика, примерно в середине стакана.

При заполнении стакана кипятком термометр показывал температуру обычно больше 90°С. При достижении показаний температуры отметки в 90°С, начиналось периодическое измерение температуры. Измерения проводились один раз в минуту. После проведения эксперимента при наличии в стакане

Содержимое доступно по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)

ложки, был аналогичным образом проведен эксперимент при отсутствии ложки в стакане. Таких пар экспериментов было проведено три. Результаты измерений были усреднены и по полученным значениям был построен график представленный на рис. 1а.



а. *б.*

Рис. 1. а. зависимость температуры от времени для процессов остывания воды в стакане в эксперименте с чайной ложкой; б. зависимость температуры от времени для процессов остывания воды в стакане в эксперименте со столовой ложкой.

Как видно по представленным графикам, эксперимент подтвердил первоначальную гипотезу – чай с чайной ложкой остывает немного быстрее, однако отличия малы.

Далее был проведен эксперимент со столовой ложкой. Ожидалось, что увеличение размеров и массы ложки усилит теплопередачу и эффект будет более выраженным. Вторая серия экспериментов (уже со столовой ложкой) была проведена также, как и первая серия и та том же оборудовании. Результаты второй серии экспериментов представлены на графике на рис. 1 б. Проведенные эксперименты дали неожиданный результат. При наличии столовой ложки в стакане вода остывает менее интенсивно. Отличия в температуре, полученные во втором эксперименте, также малы, однако они являются статистически значимыми.

Content is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)

Полученный результат требует понимания и объяснения. Теплопроводность через низ и боковые стенки стакана не изменяется. Конвекция в окружающем воздухе может значительно не изменяется. Тепловое излучение со столовой ложкой немного больше, однако они вероятно малы. Единственный процесс, на который столовая ложка оказывает заметное влияние – конвекция воды в стакане. Столовая ложка затрудняет конвекцию и это единственный процесс, который может замедлить общую теплопередачу.

Таким образом, в результате проведенного исследования, обнаружился неочевидный эффект – замедление остывания воды в стакане при наличии в нем большой столовой ложки.

Список литературы

1. Садовников Д.Н. Загадки русского народа. Сборник загадок, вопросов, притч и задач / Сост. Д.Н. Садовников. – СПб.: Типография А.С. Суворина, 1901.

2. Митрофанова В.В. Русские народные загадки / Отв. ред. В.И. Ерёмина; Институт русской литературы (Пушкинский Дом) АН СССР. – Л.: Наука. Ленингр. отделение, 1978.

3. Сивухин Д.В. Общий курс физики: учеб. пособие для вузов. В 5 т. Т. II. Термодинамика и молекулярная физика. – 4-е изд., стереот. – М.: ФИЗМАТЛИТ; Изд-во МФТИ, 2003.

4. Яворский Б.М. Справочник по физике для инженеров и студентов вузов, 5-е изд. стерот. / Б.М. Яворский, А.А. Детлаф. – М.: Наука, Главная редакциия физико-математической литературы, 1971.

5. Сквайрс Дж. Перевод (Е.М. Лейкина). Практическая физика. – М.: Изд-во Мир, 1971.

Содержимое доступно по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)