**ТЕРМОАКУСТИЧЕСКИЙ ХОЛОДИЛЬНИК**

Чернов А.Ю.

*МАОУ лицей N 38, Нижний Новгород, Россия*

[*cherars.chernov@yandex.ru*](mailto:cherars.chernov@yandex.ru)

Акустические волны (звук) давно уже перестали использоваться только для передачи информации с помощью речи. Звук активно используется в медицине, мореплавании и на обычном производстве. Используя звуковые волны, работают датчики диагностики уровня жидкости, сыпучих материалов и так далее. Но звук может и больше…

**Целью данной** работы является знакомство с термоакустическим эффектом, создание термоакустического холодильника и выяснение, от каких факторов зависит эффективность его работы.

**Задачи проекта**:

- изучить литературу, касающуюся данной темы;

- собрать модель термоакустического холодильника;

- провести эксперимент по выявлению эффекта термоакустического холодильника (разности температур).

Суть термоакустического эффекта состоит в отборе механической энергии у звуковой волны при её контакте со стенками волновода и превращении этой энергии в тепловую. Для этого звуковая волна должна, распространяясь по замкнутому волноводу, пройти систему узких каналов (металлическую мочалку), на краях которой создаётся разность температур.

Установка состоит из полипропиленовых труб (для водоснабжения), замкнутых в прямоугольник. Компрессор (использовался компрессор для аэрации аквариумов), подсоединённый к установке, создаёт акустическую волну. Мембрана, расположенная над тройником, упорядочивает движение воздуха по трубам. Пористое тело (в эксперименте металлическая мочалка) является теплообменником. В устройствах с бегущей волной длина волны примерно равна длине корпуса. Частота колебаний в эксперименте – 90 Гц, при этом длина корпуса при работе на воздухе составит 3,2 метра. Диаметр корпуса определяется исходя из необходимой мощности устройства. Мощность растёт с увеличением диаметра устройства пропорционально площади поперечного сечения корпуса, так как пропорционально площади поперечного сечения растёт мощность теплообменного аппарата.

Если рассмотреть распространение акустической волны в резонаторе достаточно крупного диаметра (примерно от сантиметра и более), то выясняется, что газ в волне взаимодействует со стенкой резонатора далеко не во всём своём объёме, а только в небольшом приграничном слое, расположенном у стенки резонатора. Для того, чтобы передавать тепловую энергию и отнимать ее у газа, величина каналов (пор, отверстий, щелей) в теплообменном аппарате должна быть где-то в районе величины термического проникновения, но ни в коем случае не намного больше этой величины

Главной задачей эксперимента было добиться эффекта термоакустического холодильника, то есть разности температур. С периодичностью в 3 минуты производились замеры температур трубы и тройника с помощью тепловизора. Максимальная разность температур составила 4,1 °C (Tmax = 29,5°C, Tmin = 25,5°C).

Также был проведен повторный эксперимент, в котором замерялась температура воздуха внутри установки с помощью датчика температур Arduino (рис. 9). После 10 минут работы установки разность температур составила 5°C (Tmax = 31°C, Tmin = 26°C).

Длину звуковой волны рассчитали, измерив частоту звука, издаваемого работающим компрессором с помощью частотомера (Андроид приложение для сотового телефона). Длина волны при этом оказалась 3,2 м.

## Заключение

Перспективы дальнейшего исследования я вижу в более детальном изучении данного эффекта и в совершенствовании установки. Но на данном этапе можно уже подвести итоги проделанной работы:

1. Эффект термоакустического холодильника зависит от взаимодействия газа со стенками резонатора.

2. Длина установки должна быть равна длине акустической волны. В нашем первом устройстве это требование выполнено не было. Теперь планируется переделать установку, доведя длину звукового канала до этой величины.

3. Для того, чтобы газ взаимодействовал со стенками сосудов во всём объёме, размеры пор в теплообменнике должны быть меньше или равны глубине термического проникновения.

1. <https://habr.com/ru/post/441738/> (статья «Основы термоакустики»);
2. О.Ф. Кабардин, В.А. Орлов, Э.Е. Эвенчик и др.*Физика. 10 класс* ***:*** *учеб. для общеобразоват. учреждений и шк. с углуб. изучением физики: профил. уровень*, 2010, 431.