

К. А. Лутягин¹, С. А. Солмин¹, Н. В. Сафонова¹, Н. М. Дорохова¹✉

Резонатор Гельмгольца

¹Новосибирский электромеханический колледж,
г. Новосибирск, Российская Федерация
e-mail: natali_270168@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрен способ исследования резонатора Гельмгольца. Описана экспериментальная база для проведения исследования. Рассмотрена зависимость частоты от строения резонатора Гельмгольца.

Ключевые слова: резонатор Гельмгольца, частота

K. A. Lityagin¹, S. A. Solmin¹, N. V. Safonova¹, N. M. Dorokhova¹✉

Helmholtz Resonator

¹Novosibirsk Electromechanical College, Novosibirsk, Russian Federation
e-mail: natali_270168@mail.ru

Annotation. The article discusses the method of studying the Helmholtz incisor. The experimental base for conducting the study is described. The dependence of frequency on the structure of the Helmholtz resonator is considered.

Key words: Helmholtz resonator, frequency

Введение

Теория резонанса Гельмгольца используется при проектировании выхлопных труб автомобилей и мотоциклов, с целью сделать звук двигателя более тихим или более красивым, для акустического комфорта райдера и окружающих.

Если выхлопная система спроектирована так, что на рабочих оборотах появляется неприятный резонирующий звук и нет возможности внести изменения в геометрию выхлопной системы, то для устранения этого звука применяют резонатор Гельмгольца.

По сути резонатор Гельмгольца – это акустический фильтр, который подавляет определенный диапазон частот.

Для того, чтобы понять какие с помощью изменения конструкции резонатора можно воздействовать на звук мы решили воссоздать процессы, происходящие в резонаторе.

Цель: исследовать зависимость частоты в зависимости от строения резонатора Гельмгольца.

Задачи:

- найти информацию о классическом резонаторе Гельмгольца;
- разработать экспериментальную базу для проведения исследования;
- вычислить значение частоты в зависимости от изменений в строении резонатора Гельмгольца;

– теоретические вычисления подтвердить экспериментально.

Методы и материалы

Методы исследования: обобщение полученной информации, экспериментирование, анализ и сравнение, фотографирование.

Для разработки экспериментальной базы мы изучили классический опыт Гельмгольца.

Мы выяснили, что конструкция резонатора включает жесткий контейнер известного объема, почти сферической формы, с небольшим горлышком и отверстием на одном конце и большим отверстием на другом конце для испускания звука. Один конец резонатора имеет острые края, а второй – воронкообразную форму. Основным принцип работы резонатора заключается в вибрации воздушной массы в горловине резонатора, действующей аналогично массе на пружине. Когда внешние силы, такие как воздушный поток, нарушают эту воздушную массу, она колеблется и вызывает резонирование воздуха внутри полости [1–3].

Резонансная частота колебаний резонатора Гельмгольца главным образом зависит от размера и формы горла и объема полости.

Для нашего исследования идеально подходят пластиковые бутылки, у которых можно легко изменять размеры, в зависимости от измеряемых конфигураций.

Мы исследовали зависимость частоты от строения резонатора Гельмгольца.

В первом исследовании рассмотрели зависимость частоты от высоты горлышка резонатора.

Для исследования взяли три одинаковые бутылки с разной высотой горлышка и вычислили частоту по формуле:

$$f = \frac{v}{2\pi} \sqrt{\frac{S}{LV}},$$

где v – скорость звука в газах, м/с;

S – площадь сечения горла, мм²,

L – длина горла, мм;

V – объем горла.

В ходе эксперимента мы выяснили, что чем меньше высота горлышка, тем больше частота колебаний выше. В это можно убедиться наглядно и подув на каждую бутылку.

Во втором исследовании мы рассмотрели зависимость частоты от диаметра горлышка резонатора. Высоту насадки на бутылку мы не изменяли, а меняли площадь насадки.

Для исследования зависимости частоты от объема резонатора, был проведен эксперимент с пластиковой бутылкой. Когда на ее горлышко попадает воздух, в бутылке возникают собственные колебания, которые меняют свою частоту в зависимости от объема воздуха внутри. Если в бутылку налить воду то, частота

колебаний повышается. Это иллюстрирует, как вес и объем воздуха влияют на звук. Мы выяснили, что с увеличением объема бутылки частота уменьшается.

Заключение

В результате работы над проектом мы выяснил, что такое акустический резонанс, который нашел широкое применение в машиностроении; изучили классический опыт Гельмгольца; разработали установку для демонстрации резонанса; провели исследования звукового резонанса; определили зависимость частоты от геометрических параметров резонатора Гельмгольца.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. https://vk.com/wall-172417800_769?w=wall-172417800_769 (дата обращения: 28.04.2025).
2. <https://skysmart.ru/articles/physics/yavlenie-rezonansa> (дата обращения: 20.04.2025).
3. <https://pandia.org/text/86/182/24659.php> (дата обращения: 22.04.2025).

© К. А. Литягин, С. А. Солмин, Н. В. Сафонова Н. М. Дорохова, 2025