

Лабораторная работа № 1.15¹⁾

Определение длины волны и скорости звука в твердых телах методом резонанса

Введение

При переходе акустических колебаний из одной среды в другую частота колебаний сохраняется, но изменяется длина волны, так как скорость звука зависит от упругих свойств среды. Следствием этого является соотношение:

$$u_1 = u_2 \cdot \lambda_1 / \lambda_2, \quad (1)$$

где λ_1, λ_2 - длина волн в средах 1 и 2, а u_1 и u_2 – скорости звука в этих средах.

Если второй средой является воздух, то:

$$u_2 = u_0 \sqrt{\theta / 273\text{К}}, \quad (2)$$

где $u_0 = 332$ м/с - скорость звука в воздухе при нормальных условиях, θ - абсолютная температура (в кельвинах - К) воздуха в аудитории во время проведения измерений.

Для определения скорости звука в твердом теле используется прибор Кундта, в котором продольные колебания твердого стержня возбуждают акустические волны в столбе воздуха.

Экспериментальные задачи, поставленные в работе:

- исследование явления акустического резонанса;
- определение скорости звука в твердых телах.

Описание экспериментальной установки

Прибор Кундта (рис. 15.1) состоит из стержня **B**, один конец которого, снабженный небольшим диском **D**, помещается в открытый конец стеклянной трубы **A**, запаянной с другого конца. Середина стержня закреплена с помощью винта **C**. При возбуждении в стержне продольных колебаний они передаются столбу воздуха.

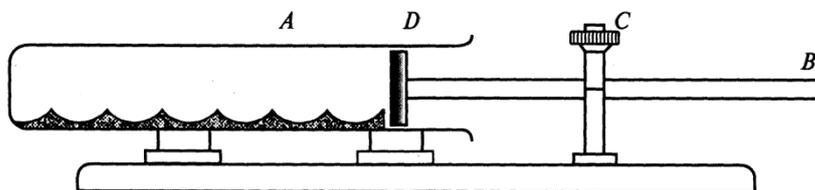


Рис. 15.1.

Изменяя длину воздушного столба (перемещением стержня относительно трубы), можно создать условия, соответствующие акустическому резонансу. В трубе возникает стоячая волна, в результате чего пробковые опилки, первоначально распределенные равномерно по длине трубы, образуют отчетливую периодическую картину, собираясь в местах, соответствующих узлам смещения. При этом собственная частота колебаний стержня совпадает с собственной частотой колебаний столба воздуха.

Длину звуковой волны в воздухе λ_1 можно определить, измерив расстояние между $2k$ узлами стоячей волны (k – целое число).

Длина волны основного тона стержня длиной l равна $\lambda_2 = 2l$.

Измерив λ_1 и λ_2 и используя соотношения (1) и (2), находят скорость распространения волны в твердом теле.

¹⁾ Подготовлено преподавателями КОЭФ Александровым В.Н., Васильевой И.А. и Коротаевой Е.А.

Подготовка протокола к работе

(Выполняется во внеаудиторное время при подготовке к занятию)

Запишите в лабораторной тетради номер и название работы.

Запишите в тетради заголовок: «**Задание. Определение длины волны и скорости звука в твердых телах методом резонанса**».

Запишите формулы для вычисления скорости звука и относительной ошибки этих косвенных измерений ε_u (см. также **В4** в [3]). Подготовьте табл. 1 для записи результатов измерений и вычислений.

Табл. 1

Материал образца	λ_1 , м	λ_2 , м	θ , К	u , м/с	ε_u , %
Латунь					
Железо					

Измерения и обработка результатов

Собрав установку, возбуждают продольные колебания в стержне из исследуемого материала. Для этого, плотно обхватив свободный конец стержня фланелевой салфеткой с канифолью, энергично сдвигают салфетку от точки крепления стержня к его концу. Постепенно передвигая стеклянную трубку относительно стержня, добиваются отчетливой картины стоячих волн в трубке.

Задание

Произведите необходимые измерения и вычислите скорость звука сначала в воздухе при температуре в аудитории θ , а затем в латуни, железе и дереве. Данные измерений и вычислений λ_1 , λ_2 , u и относительную ошибку косвенных измерений (см. **В4** в [3]) скорости звука u внесите в табл. 1.

Сравните полученные данные с приведенными в справочнике.

Рекомендуемая литература

1. Гершензон Е.М., Малов Н.Н., Мансуров А.Н. Курс общей физики. Механика. (2001), гл.11.
2. Стрелков С.П. Механика. (4-е изд., 2005), гл.XV, §144-145.
3. Введение в физический практикум.

Примерные контрольные вопросы

1. Нарисуйте графики смещения, скорости точек и деформации при образовании стоячей волны в стержне для произвольного момента времени. Как изменяются эти графики через промежуток времени, равный $T/4$?
2. Какой из стержней, исследуемых в работе, имеет наибольшую частоту основного тона?
3. Каков механизм возбуждения колебаний в стержне?
4. Почему пробковые опилки собираются в местах, соответствующих узлам смещения?
5. Нужно ли изменять положение стержня (см. рис. 14.1) относительно стеклянной трубки A при смене стержня (для получения отчетливой картины стоячей волны)?