

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1.15<sup>1)</sup>

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЛИНЫ ВОЛНЫ И СКОРОСТИ ЗВУКА В ТВЕРДЫХ ТЕЛАХ МЕТОДОМ РЕЗОНАНСА

*Цель работы:* исследование явления акустического резонанса и определение скорости звука в твердых телах.

*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.

*Приборы и принадлежности:* прибор Кундта, стеклянная труба, набор стержней, масштабная линейка, пробковые опилки, фланель, канифоль.

### 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  $v_1 = v_2 \lambda_1 / \lambda_2$ , где  $\lambda_1, \lambda_2$  - длина волн в средах 1 и 2, а  $v_1$  и  $v_2$  - скорости звука в этих средах.

Если второй средой является воздух, то  $v_2 = v_0 \sqrt{\theta / 273\text{К}}$ , где  $v_0 = 332$  м/с - скорость звука в воздухе при нормальных условиях,  $\theta$  - 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.

### ОПИСАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

Прибор Кундта (рис. 1.14.1) 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.

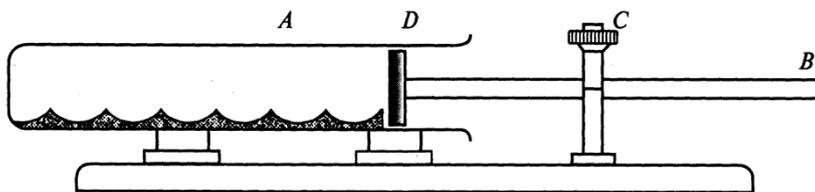


Рис.1.14.1

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

<sup>1)</sup> Описание дополнено преподавателями КОЭФ Александровым В.Н. и Васильевой И.А.

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  $\lambda_1$  можно определить, измерив расстояние между  $2k$  узлами стоячей волны ( $k$  – целое число)

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

Измерив  $\lambda_1$  и  $\lambda_2$  и используя соотношения (1) и (2), находят скорость распространения волны в твердом теле.

## 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.

**З а д а н и е.** Произведите необходимые измерения и вычислите скорость звука сначала в воздухе при температуре в аудитории  $\theta$ , а затем в латуни, железе и дереве. Данные измерений и вычислений  $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$ ,  $v$  и относительную ошибку косвенных измерений (см. В4 в [3]) скорости звука  $v$  внесите в таблицу 1.

Таблица 1

Материал образца	$\lambda_1$ , м	$\lambda_2$ , м	$\theta$ , К	$v$ , м/с	$\varepsilon$ , %
Латунь					
Железо					

Сравните полученные данные с приведенными в справочнике.

## ВОПРОСЫ И УПРАЖНЕНИЯ

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. 1.14.1) относительно стеклянной трубки  $A$  при смене стержня (для получения отчетливой картины стоячей волны)?