

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 194. ИЗМЕРЕНИЕ СКОРОСТИ ЗВУКОВЫХ ИМПУЛЬСОВ В ТВЁРДЫХ ТЕЛАХ

Введение

Скорость импульса c можно измерить, определив время его прохождения τ между краями образца известной длины l . $c = l/\tau$.

Если затухание мало эта скорость будет близка к фазовой скорости звуковой продольной волны

$$c_{\parallel} = \sqrt{\frac{E}{\rho}} \quad (1)$$

где E – модуль Юнга, а ρ – плотность материала стержня.

Приступая к работе необходимо

Знать определения

волны;
амплитуды, частоты, фазы, начальной фазы, периода волны, длины волны, волнового вектора,
фазовой скорости волны;
продольной и поперечной волны;
скорости звука;

Знать

вид динамического и кинематического уравнений волны;
выражения для фазовых скоростей упругих волн через параметры среды.

Уметь

запускать программы в среде Windows и пользоваться стандартными элементами их интерфейса (меню, контекстные меню, окна и т.д.);
оценивать случайные погрешности прямых и косвенных измерений.

Цель работы

Определение скорости звука в алюминиевом, медном, латунном и стальном стержнях.

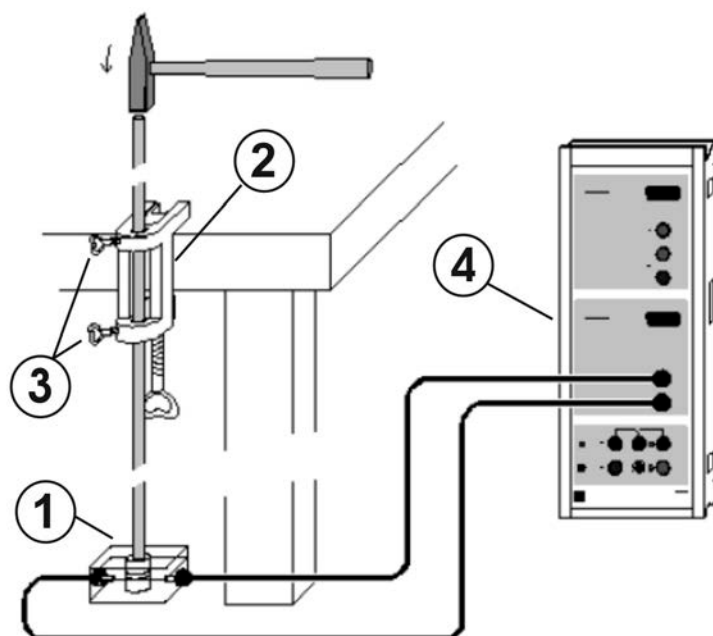
Решаемые задачи

- ✓ Знакомство с методом измерения скорости звуковых импульсов в твёрдых телах;

Экспериментальная установка

Приборы и принадлежности:

- ✓ Набор из четырех металлических стержней;
- ✓ Пьезоэлектрическая опора 1 (см рис.);
- ✓ Струбцина 2, с крепежными винтами 3;
- ✓ Молоточек;
- ✓ Компьютерный интерфейс - Sensor CASSY 2 4;
- ✓ Компьютер.



В данном измерении используются множественные отражения коротких звуковых импульсов на концах стержня. Начальный импульс получается в результате лёгкого удара молоточком по верхнему концу стержня. Импульс последовательно отражается несколько раз от концов стержня. Достигая нижнего конца стержня, импульс всякий раз оказывает избыточное давление на чувствительную пьезоэлектрическую опору. Время Δt между двумя последовательными надавливаниями можно зафиксировать с помощью CASSY. Очевидно, что если длина стержня равна s , то

$$c = 2s/\Delta t. \quad (2)$$

Порядок выполнения работы:

Подготовка установки для проведения экспериментов

1. Включите в сеть Sensor CASSY и компьютер.
2. На Рабочем столе Windows найдите ярлык работы и стартуйте его.
3. Закройте лишние окна. Удалите результаты предыдущих измерений.

Проведение измерений

4. Выберите один из четырёх металлических стержней;
5. Вывинтите крепежные винты 3 до тех пор, чтобы исследуемый стержень свободно проходил через крепежные отверстия в струбцине. Аккуратно проденьте стержень через крепления на струбцине, и опустите его на пьезоэлектрическую опору. **Внимание!!! Не допускайте удара стержня об пьезоэлектрическую опору;**
6. Аккуратно зажмите стержень на струбцине при помощи крепёжных винтов 3. **Проверьте зажим!** Если Вы не сможете вытащить стержень из струбцины – зажим достаточен;
7. Запустите измерение, нажав клавишу F9. (в данной программе измерения давления начнут запоминаться после первого резкого нажатия на пьезоэлектрическую опору);
8. Стукните верхний конец первого металлического стержня молоточком. **Внимание!!! Достаточно небольшого по силе удара, с расстояния 5-10 см.**
9. Через некоторое время остановите измерения, нажав клавишу F9.
10. Определите времена Δt_i между двумя последовательными импульсами. Для этого используйте то обстоятельство, что при щёлканьи мышкой по точке на графике, компьютер выделит соответствующее значение в таблице слева. Обратите внимание, что время в данной работе измеряется в миллисекундах.
11. По серии измерений Δt_i рассчитайте Δt , пользуясь алгоритмом статистической обработки результатов прямых измерений
12. Вычислите скорость звука c по формуле (2). Оцените погрешность.
13. Сохраните полученные зависимости, следуя Памятке сохранения файлов (спросить у инженера).
14. Повторите п.п. 4-12 для остальных трех стержней.

Обработка и представление результатов

15. Данные экспериментов представьте в виде таблицы.

Металл	Эксперимент, м/с	Скорость звука (литерат. данные), м/с
Латунь	...	3500
Медь		3800
Алюминий		5110
Сталь		5100

16. Сделайте вывод о скорости звуковых импульсов в различных твёрдых телах.

Казанский (Поволжский) федеральный университет

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
К ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ
ПО МЕХАНИКЕ**

КАЗАНЬ 2014

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО МЕХАНИКЕ

(Учебно-методическое пособие
для студентов естественнонаучных направлений обучения)

авторы пособия:

доцент кафедры общей физики *Скворцов А.И.*
доцент кафедры общей физики *Налётов В.В.*
доцент кафедры общей физики *Мухамедшин И.Р.*
доцент кафедры общей физики *Недопекин О.В.*
ассистент кафедры общей физики *Лысогоорский Ю.В.*
ассистент кафедры общей физики *Ирисова И.А.*
инженер кафедры общей физики *Староверов А.Е.*

Рецензент:

профессор кафедры общей физики КФУ *Фишман А.И.*,

В пособии описана методика постановки работ общего физического практикума по разделу механика курса общей физики. Пособие предназначено для студентов всех естественнонаучных направлений обучения.

© Институт физики Казанского университета.