

# Изучение особенностей возбуждения и распространения акустических волн СВЧ в твердых телах

Нехаев Александр 654 гр.

25 марта 2019 г.

**Цель работы:** Снять частоту, зависимость коэффициента затухания амплитуды. Определить константы упругости 2 - го порядка.

## 1. Теоретическое введение

Под затуханием ультразвуковых волн (УЗВ) обычно понимают уменьшение интенсивности вдоль пути ее распространения. Это связано со следующими процессами: поглощением энергии УЗВ и переходом ее в тепло, с рассеянием на неоднородностях и причинами, создающими кажущееся поглощение, связанное с методикой измерений, к примеру, разориентации образца относительно основных кристаллографических осей, дифракционные потери, потери из-за непараллельности торцевых граней образца и другие.

Первые две причины создают уменьшение интенсивности, пропорциональные самой интенсивности, то есть  $-dI(x) = \gamma I(x)dx$  или  $I(x) = I_0 e^{-\gamma x}$ . Для амплитуд выражение имеет вид  $U(x) = U_0 e^{-\alpha x}$ .  $U_0, I_0$  – интенсивность и амплитуда УЗВ во входном сечении кристалла.  $\alpha$  – коэффициент затухания амплитуды, а  $\gamma = 2\alpha$  – коэффициент затухания интенсивности. Если при измерении затухания амплитудные характеристики линейны, то для определения  $\alpha$  можно использовать следующее выражение:

$$\alpha = -\frac{1}{x_1 - x_2} \ln \frac{U(x_1)}{U(x_2)}$$

Если регистрация амплитуды УЗВ происходит в одном и том же сечении образца, то  $x_2 - x_1 = 2L$ , где  $L$  – длина образца, а величину можно найти, измеряя отношение амплитуд соответствующих импульсов на экране осциллографа. На этом и основан реализуемый в работе метод.

В работе на одном из двух торцов образца мы возбуждаем УЗВ, распространяющиеся вглубь образца. Переменное электрическое поле прикладывается к преобразователю на очень короткое время (порядка нескольких микросекунд). В результате по кристаллу распространяется короткий цуг УЗВ длиной  $V_s \tau_{\text{имп}}$ , где  $V_s$  – скорость УЗВ. Испытав отражение от параллельной грани и придя обратно, цуг вызывает на обкладках преобразователя переменное напряжение с частотой УЗВ. На выходе мы наблюдаем импульс длиной  $\tau_{\text{имп}}$ . Скорость УЗВ мы находим временную задержку  $n$ -го импульса относительно  $m$ -го. Эта задержка соответствует целому числу двойных пробогов цуга УЗВ вдоль образца, поэтому  $V_s = \frac{2L(m-n)}{T_3}$ .

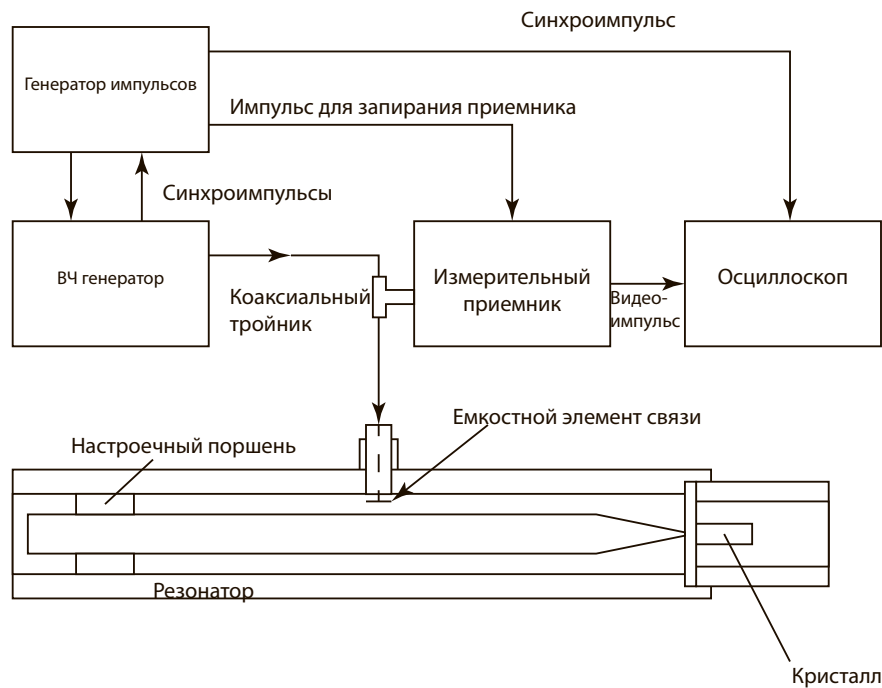


Рис. 1: Схема установки

## 2. Экспериментальная установка

## 3. Ход работы

- 1) Сняли частотную зависимость  $\alpha(v)$  в кристалле  $\text{SiO}_2$ .

$V$ , МГц	$U_1$ , В	$U_2$ , В	$\alpha$ , $\text{см}^{-1}$
430	1	2.1	0.555174
500	3.4	5	0.288582
600	3	5.8	0.493298
700	2	4.2	0.555174
800	1.6	4	0.685638
980	0.8	3.7	1.14597

- 2) Полученная зависимость показана на графике. Параметры образца:  $L = 2.9$  см,  $t = 54/7$  с.
- 3) Проведем расчет  $\Delta_{\text{диф}}$  на  $v = 400$  МГц по формуле:

$$\Delta_{\text{диф}} = 20 \log\left(\frac{\lambda l}{\pi a^2}\right) \cdot \frac{\sin\left(\frac{\lambda l}{\pi a^2} \cdot \frac{\pi}{3.83}\right)^4}{\left(\frac{\lambda l}{\pi a^2} \cdot \frac{\pi}{3.83}\right)^4} \quad (1)$$

Радиус преобразователя приближенно равен:  $a = 0.05$  см,  $l = 2L$ ,  $\lambda_z = \frac{l/t}{400 \text{ МГц}} = -269.752$

- 4) Определим скорость УЗВ в кристалле  $v = \frac{2L}{t} = 0.75$  см/с. Считая, что мы измерили скорость продольной волны, вычислили один из коэффициентов тензора модулей упругости: Значение плотности  $\rho = 2196$  кг/м<sup>3</sup> для  $\text{SiO}_2$ .  $C_{11} = \rho * v^2 = 0.124136$  кг/(м\*с<sup>2</sup>).

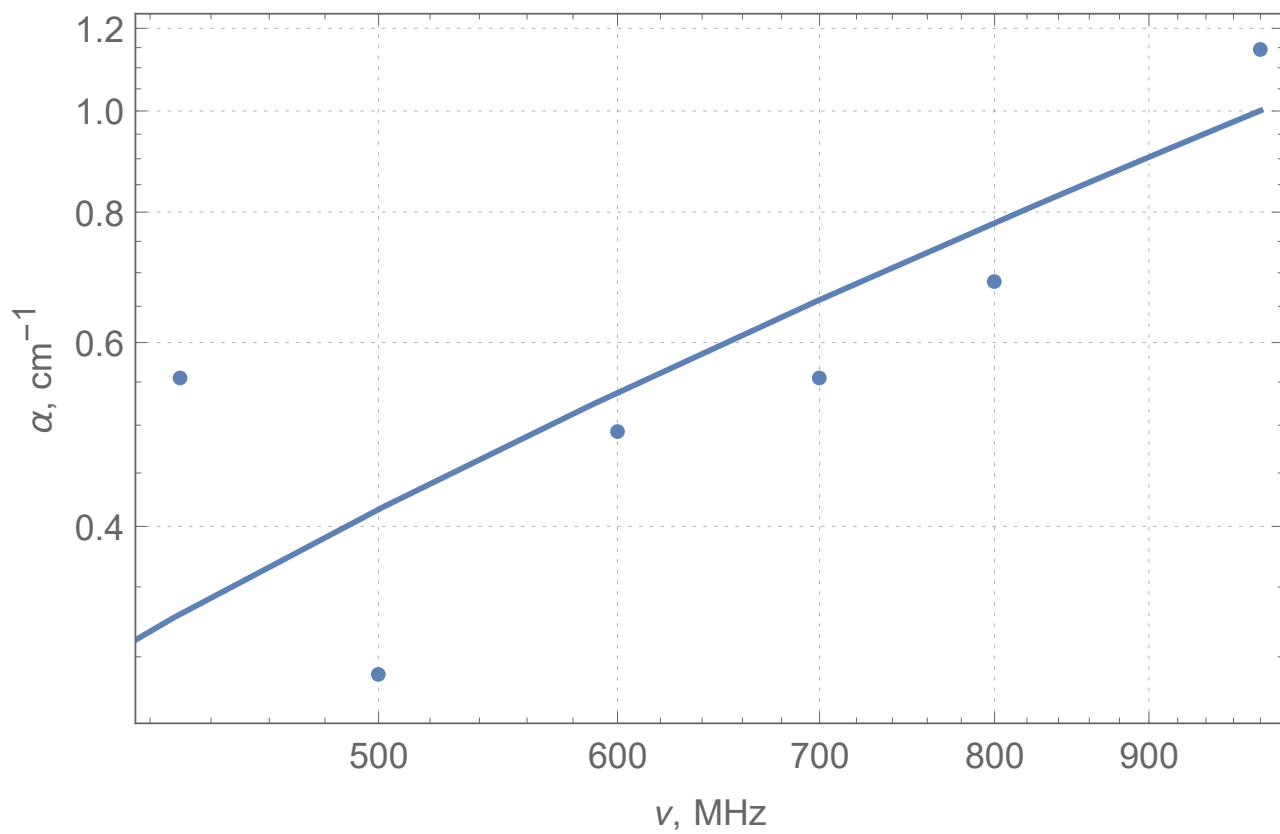


Рис. 2: Зависимость  $\alpha(\nu)$

## 4. Вывод

Сняли частотную характеристику коэффициента затухания амплитуды УЗВ в кристалле  $\text{SiO}_2$ . Определили скорость распространения УЗВ в кристалле  $\text{SiO}_2$ . Определили константу упругости 2-го порядка, оценили дифракционные потери в кристалле  $\text{SiO}_2$ .