

МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4.6.2

Туннелирование на сверхвысоких частотах

Выполнила студентка группы Б01-903

Прохорова Юлия

1. Цель работы:

исследование явления проникновения электромагнитного поля во вторую среду при полном внутреннем отражении (туннелирование) и использование этого явления для создания интерференционных схем в СВЧ-диапазоне.

2. Оборудование:

генератор СВЧ-колебаний, излучающая и приемная рупорные антенны, детектор, две фтороплазовые призмы, металлические зеркала, микроамперметр, плоскопараллельная пластина из фторопласта.

3. Теоретическая часть

Проникновение электромагнитных волн в менее плотную среду при полном внутреннем отражении явление той же природы, что и проникновение частиц в область, где их полная энергия оказывается меньше потенциальной энергии. Это явление изучается в квантовой физике и носит название туннельного эффекта.

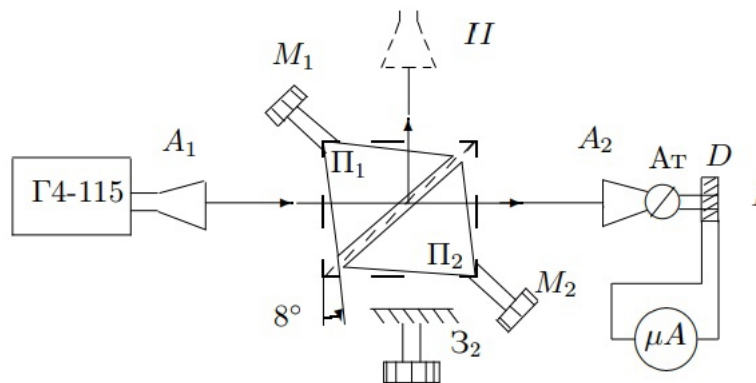


Рис. 1: Схема установки

Исследуем этот эффект — проникновение ЭМВ через воздушный зазор между диэлектрическими призмами при полном внутреннем отражении на границе диэлектрик-воздух. Моделирование интерферометра Майкельсона с использованием этого эффекта и измерение длины волны излучения и показателя преломления фторопласта для радиоволн миллиметрового диапазона. Для измерения показателя преломления материала призм мы установим пластину толщины h из того же материала, что и призмы фторопласта. Имеем тогда приращение длины "оптического пути".

$$\Delta = 2h(n - 1) \quad (1)$$

Данное приращение можно скомпенсировать, передвинув подвижное зеркало на необходимое расстояние δx :

$$\delta = 2h(n - 1) \quad (2)$$

Для толстых пластин, когда $\Delta > \lambda$, необходимо учесть изменение порядка интерференции. Это можно сделать, зная приближенное значение преломления фторопласта ($n \approx 1,5$).

4. Ход работы

4.1. Исследование туннелирование СВЧ волн.

- 1) Настроим генератор. Рабочая частота клистрона 35,93 – 35,99 ГГц, мы настроили на - 35,96 ГГц.
- 2) Рассчитаем соответствующую длину волны для частоты - $\lambda = \frac{c}{\nu} = 8,34 \pm 0,01$ мм.
- 3) Мощности соответствует - 38 Вт (1 дел - 100 нА).

- 4) Переставим приемник для регистрации отраженного света. Получим зависимость для преломленного и отраженного света:

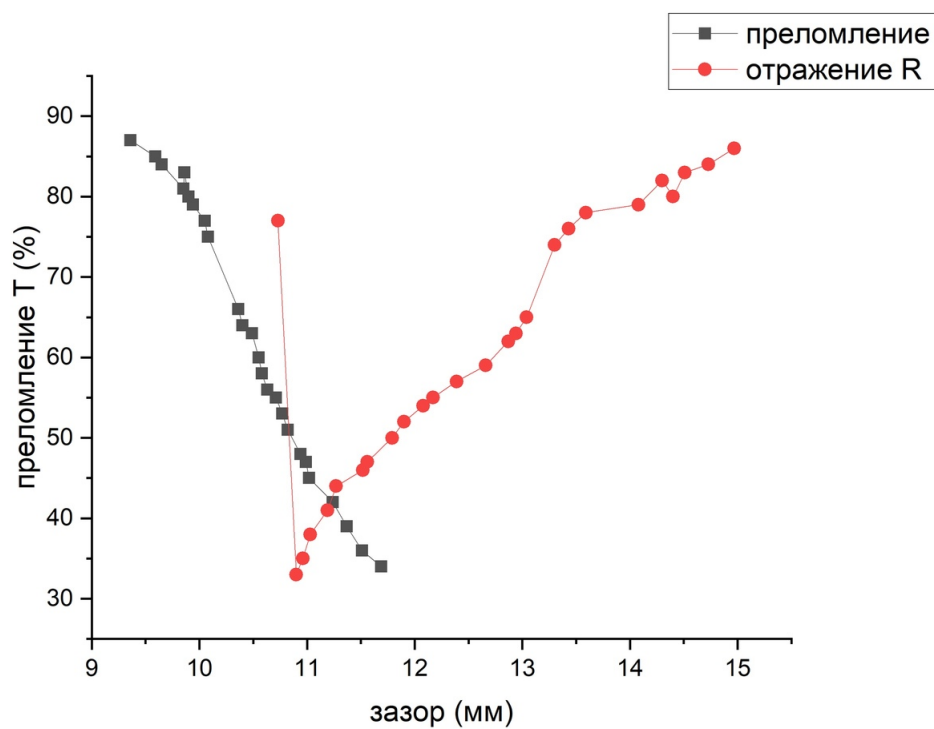
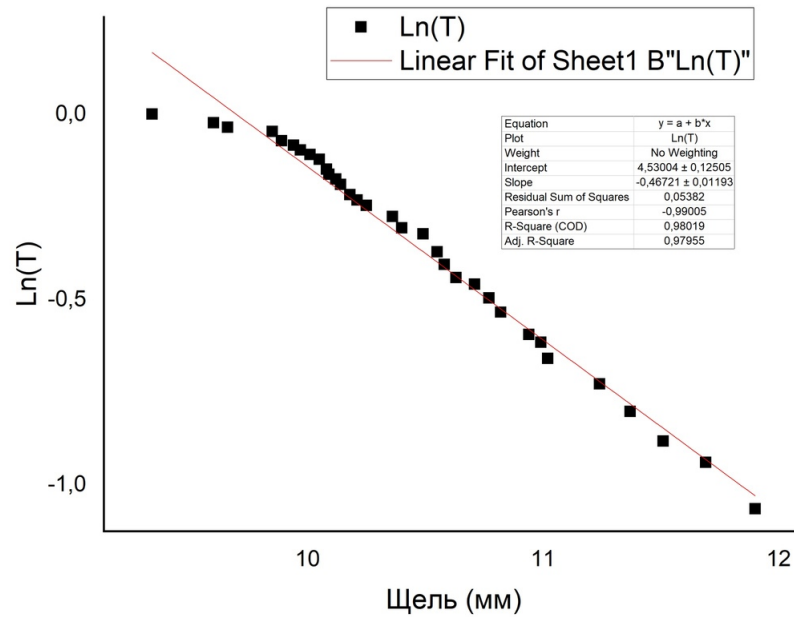


Рис. 2: Завиимость T и R от l

- 5) Можно заметить, что по полученным данным $T + R \approx 1$.

- 6) Далее построим график $\ln(T) = f(z)$

Рис. 3: $\ln(T) = f(z)$

- 7) Далее вычисляем показатель преломления n с учетом того, что $\Lambda = 0,46 \pm 0.01$ и $\phi \approx \frac{\pi}{4}$:

$$n = \frac{1}{\sin \phi} \sqrt{1 + \frac{1}{(4\pi\Lambda)^2}} = 1,4 \cdot 0,1 \text{ мм} \quad (3)$$

- 8) Полученное значение - хорошо согласуется с табличным значением - 1,46

5. Интерферометр Майкельсона

- 1) Установим такой зазор, чтобы $T \approx R \approx 0,5$. Соберем схему Майкельсона.
- 2) Снимем зависимость силы тока от координаты подвижного зеркала. $I = f(x)$. Получили зависимость:
- 3) Вставим в пластину фторопласта $h = 6,2 \text{ мм}$. Получили $\delta x 1,77 \text{ мм}$.
- 4) Рассчитаем показатель преломления:

$$n = 1 + \frac{\delta x}{h} = 1,3 \pm 0,1 \text{ мм} \quad (4)$$

6. Вывод

В работе получена зависимость T и R от l и $\ln(T) = f(z)$. По первому графику подтвердилось соотношение $T + R \approx 1$, по второму получилось значение $n = 1.40.1 \text{ мм}$, совпадающее с табличным в пределах погрешностей. Значение, измеренное интерферометром Майкельсона, оказалось далеким от правды. Возможно, мы сдвинули установку при измерении и из-за это получили неточные значения.