

Раздел курса
«Колебания и волны»

Тема
Волновое сопротивление.

Рассмотрим полубесконечную струну, натянутую вдоль оси x .

Силу натяжения, которая действует вдоль этой оси, обозначим T_0 .

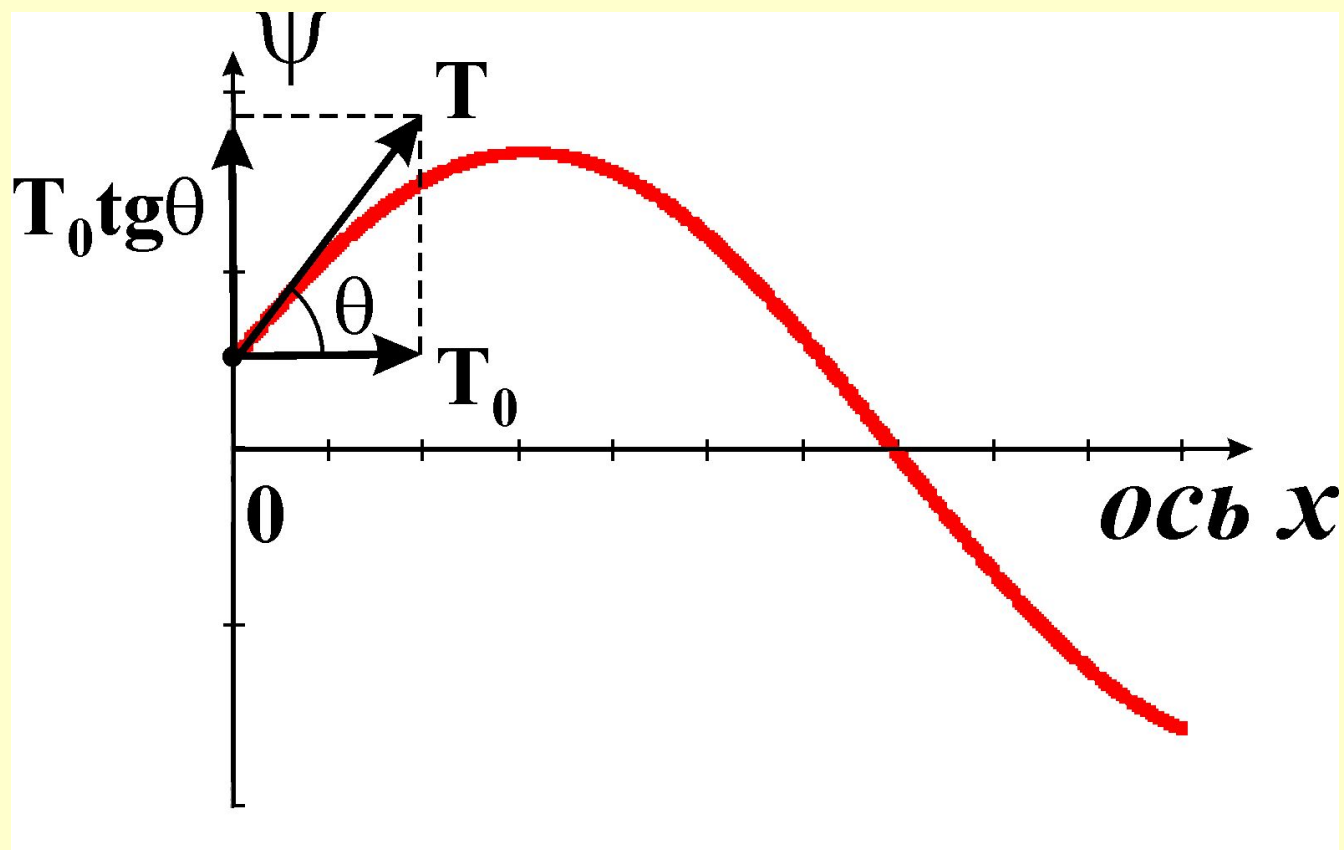
Будем считать, что в точке с координатой $x = 0$ расположен источник волны, колебания которого происходят по закону

$$\psi(0, t) = A \cos(\omega t + \varphi).$$

Тогда от этого источника будет распространяться вдоль оси x волна, уравнение которой имеет вид

$$\psi(x, t) = A \cos(\omega t - kx + \varphi).$$

Поставим задачу: найти связь между поперечной силой F , действующей со стороны источника волны на участок струны, примыкающий к источнику, и скоростью v этого участка струны.



Поперечная сила, с которой струна действует на источник волны равна

$$F = T_0 \cdot \operatorname{tg}\theta = T_0 \cdot \frac{\partial \psi}{\partial x}$$

Уравнение бегущей волны имеет вид

$$\psi(x, t) = A \cos(\omega t - kx + \varphi).$$

Следовательно,

$$\frac{\partial \psi}{\partial x} = kA \sin(\omega t - kx + \varphi).$$

Скорость участка струны равна

$$v = \frac{\partial \psi}{\partial t} = -\omega A \sin(\omega t - kx + \varphi).$$

Учитывая, что фазовая скорость волны
равна

$$V_{\phi} = \frac{\omega}{k},$$

получаем

$$\frac{\partial \psi}{\partial x} = -\frac{1}{V_{\phi}} \cdot \frac{\partial \psi}{\partial t} = -\frac{1}{V_{\phi}} \cdot \upsilon.$$

Тогда, связь поперечной силы F и
скорости участка струны имеет вид

$$F = -\frac{T_0}{V_{\phi}} \cdot \upsilon.$$

Итак, искомая связь между силой F , действующей со стороны источника волны на участок струны, примыкающий к источнику, и скоростью v этого участка струны имеет вид

$$F = -Z \cdot v,$$

где Z – волновое сопротивление.

Для полубесконечной струны, натянутой с силой T_0 , волновое сопротивление Z равно

$$Z = \frac{T_0 \cdot k}{\omega} = \frac{T_0}{V_\phi}.$$