

НЕСТАЦИОНАРНЫЕ ПОПЕРЕЧНЫЕ КОЛЕБАНИЯ СИСТЕМЫ КАНАТОВ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИ СТРУН

Целью данной работы является исследование поперечных колебаний системы канатов, моделируемых струнами. Рассматривается система из трех закрепленных струн конечных длин: несущую струну большей длины подкрепляют две более короткие для уменьшения нагрузки. Нестационарные поперечные колебания вызваны приложением сосредоточенной нагрузки к несущей струне $F(x, t) = P(t)\delta(x - x_3)$.

Колебания системы струн описываются системой одномерных волновых уравнений:

$$\frac{\partial^2 u_i(x, t)}{\partial t^2} - a^2 \frac{\partial^2 u_i}{\partial x^2} = \frac{1}{\rho} \sum_n R_n(x, t) \quad (1)$$

где u_i — перемещения, $R_n(x, t)$ — нагружение (контактные силы или возмущающая нагрузка). Разлагая искомые перемещения в ряд Фурье, и, применяя прямое и обратное преобразования Лапласа, получаем соотношения для перемещений в виде *интегральных уравнений Вольтерра I-го рода*.

$$u_i(x, t) = \sum_n \int_0^t K_{in}(x, t - \tau) \cdot R_n(\tau) d\tau \quad (2)$$

где $K_{in}(x, t) = \sum_{k=1}^{\infty} \frac{C_i}{\omega_{ik}} \cdot \sin(\omega_{ik} t) \cdot \sin(\lambda_k \cdot x_n) \cdot \sin(\lambda_k \cdot x)$ — общий вид ядер. Для

нахождения контактных сил в дискретизированной системе применялись *обобщенный алгоритм Крамера и регуляризирующий алгоритм А. Н. Тихонова*. Таким образом, система ИУ (2) в матричной форме имеет вид (3):

$$\begin{pmatrix} \mathbf{A1}_{11} + \mathbf{A3}_{11} & \mathbf{A3}_{12} \\ \mathbf{A3}_{21} & \mathbf{A2}_{22} + \mathbf{A3}_{22} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \mathbf{R}_1 \\ \mathbf{R}_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -\mathbf{A3}_{13} \cdot \mathbf{R}_3 \\ -\mathbf{A3}_{23} \cdot \mathbf{R}_3 \end{pmatrix}, \quad (3)$$

где матрица $\mathbf{Ai}_{nm}$ соответствует дискретной форме $\mathbf{Ki}_n(x_m, t_j)$.

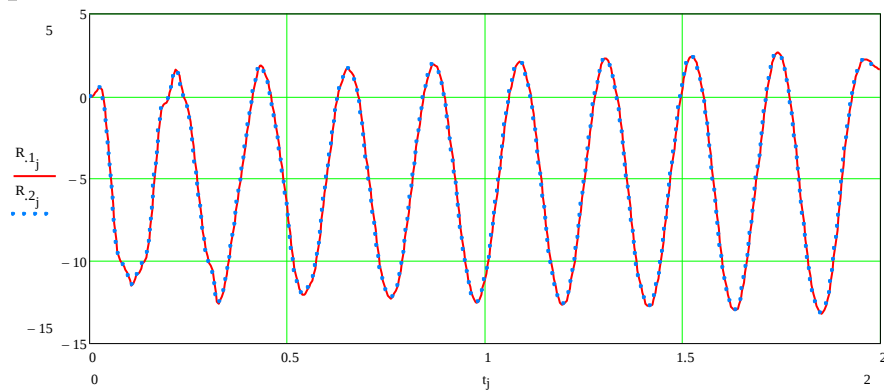


Рисунок 1 — Значения контактных сил

Свойства канатов выбирались одинаковые, а механическая схема была симметричной, значит, значения контактных сил R_1, R_2 должны совпадать, что демонстрирует рис. 1. Это совпадение подтверждает достоверность вычислений.