

ВОЗДЕЙСТВИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ДЕМПФИРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ПОПЕРЕЧНЫЕ КОЛЕБАНИЯ КАНАТОВ

Исследуются нестационарные поперечные колебания канатов и их систем с учетом дополнительных демпфирующих элементов и сосредоточенных масс. При исследовании малых поперечных колебаний канатов и их систем целесообразно использовать модель струны.

Строится общая схема системы уравнений, определяющая перемещения системы струн, состоящая из (J) выражений для каждой i -ой струны

$$u(x, t) = \sum_{n=1}^N \int_0^t K_n(x, t - \tau) \cdot R_n(\tau) d\tau, \quad (1)$$

где $K_n(x, t) = \sum_{k=1}^{\infty} \frac{C}{\omega_k} \cdot \sin(\omega_k t) \cdot \sin(\lambda_k \cdot x_n) \cdot \sin(\lambda_k \cdot x)$ – общий вид ядер. Эта система дополняется N_R соотношениями для дополнительных реакций в точках присоединения масс $u(x_M, t)$ и демпферов $u(x_D, t)$, и замыкается $(J-1)$ кинематическими соотношениями в точках контакта струн (поскольку $(J-1)$ струн пересекают J -ю, и не пересекаются между собой):

$$u(x_M, t) = \frac{1}{M} \int_0^t (t - \tau) R_M(\tau) d\tau, \quad u(x_D, t) = \frac{1}{K} \int_0^t R_D(\tau) d\tau, \quad u_i(x_{in}, t) = u_j(x_{jn}, t) \quad (2)$$

Более подробно рассматриваются колебания каната под действием сосредоточенной нагрузки вида $F(x, t) = P(t)\delta(x - x_3)$, где возмущающая сила изменяется во времени как верхняя полуволна синуса $P(t) = q_0 \cdot |\sin(\omega_0 t)| (H(t - t_0) - H(t - t_1))$ ($t_0 = 0.25$ с и $t_1 = 0.5$ с – начало и конец нагружения). При решении системы уравнений (1)-(2) в дискретной форме использовались обобщенный алгоритм Крамера в сочетании с регуляризирующим алгоритмом Тихонова. Таким образом, получены графики зависимости реакций между струной, и соответствующими демпферами, а так же перемещения самой струны.

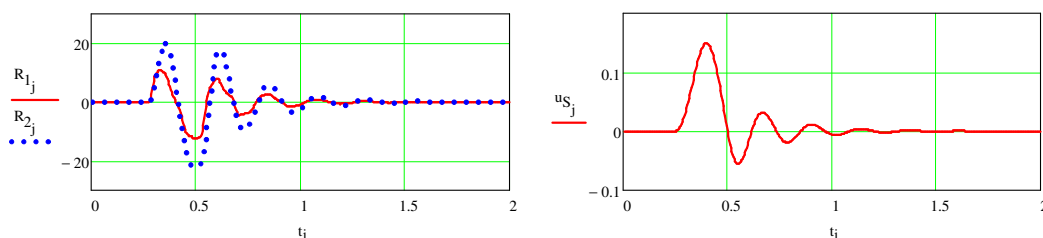


Рисунок 1 – Значения контактных сил и перемещений

Как видно из графиков, наличие демпферов существенно снижает амплитуды колебаний струн. На основе предложенного подхода можно исследовать поведение струны, а также исследовать влияние расположения демпферов и различных сосредоточенных нагружений в произвольных точках струны.