

В. Г. НАЗАРЕНКО, П. В. МИРОНОВА
«ИНСТИТУТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ» УО «БГУИР»
Минск, Беларусь

На практике часто требуется подобрать геометрические размеры конструктивного элемента, обеспечивающие заданную собственную частоту. При этом элемент конструкции представляют в виде упрощенной модели, а связи с отброшенной механической системой чаще всего выбирают в виде жестких заделок или шарниров.

Метод условной разгрузки является универсальным и пригоден для любых балочных элементов (кронштейны, детали крепления и др.) и пластинчатых (монтажные платы и т. п.). Его успешно применяли при конструировании резонаторов [1] и плит приспособлений [2]. Сущность метода заключается в следующем.

По заданной частоте f_{00} рассчитывают геометрические размеры ненагруженного элемента (масса нагрузки $M=0$). Частота f_{00} при нагружении элемента массой $M \neq 0$ уменьшается до значения f_{0M} , компенсируют которое последующим уточнением размеров.

Рассмотрим методику применения метода для различных балочных конструкций, собственная частота которых определяется выражением

$$f_{0M} = K_1 \sqrt{\frac{EJ}{l^3 \cdot m_{np}}}, \quad (1)$$

где $J = bh^3 / 12$ — момент инерции поперечного сечения балки относительно нейтральной оси; b и h — соответственно ширина и высота балки; l — длина пролета; E — модуль упругости материала; $m_{np} = M + K_2 m$ — приведенная масса колебательной системы, m — распределенная масса балки, M — сосредоточенная масса нагрузки, приложенная в центре балки.

Значения коэффициентов K_1 и K_2 зависят от выбранной расчетной модели, например, при жестком защемлении концов балки $K_1=2,21$ и $K_2=0,74$; для шарнирно-опертой балки $K_1=1,1$ и $K_2=0,485$, для консольной балки $K_1=0,55$ и $K_2=0,24$. Подставляя значения $m = blh \rho$ (ρ — удельная плотность материала) и J в формулу (1), получим

$$f_{0M} = f_{00} / K_M, \quad K_M = \sqrt{1 + M / K_2 m}; \quad (2)$$

где K_M — коэффициент массы, учитывающий снижение собственной частоты колебательной системы при нагружении балки.

Рассмотрим пути повышения собственной частоты.

1. При увеличении в K_h раз высоты балки приведенная масса колебательной системы равна $m_{np} = M + K_2 K_h m$. Из уравнения (2) получим зависимость, графически представленную на рис. 1.

$$\frac{M}{K_2 m} = K_h^3 - K_h.$$

2. При уменьшении длины пролёта в K_l раз, приведенная масса системы равна $m_{np} = M + K_2 m / K_l$, а коэффициент длины находим методом итераций

$$K_l = \sqrt[3]{\frac{1}{K_l} + \frac{M}{K_2 m}}.$$

Зависимость $K_l = f(M/K_2 \cdot m)$ представлена на рис. 1.

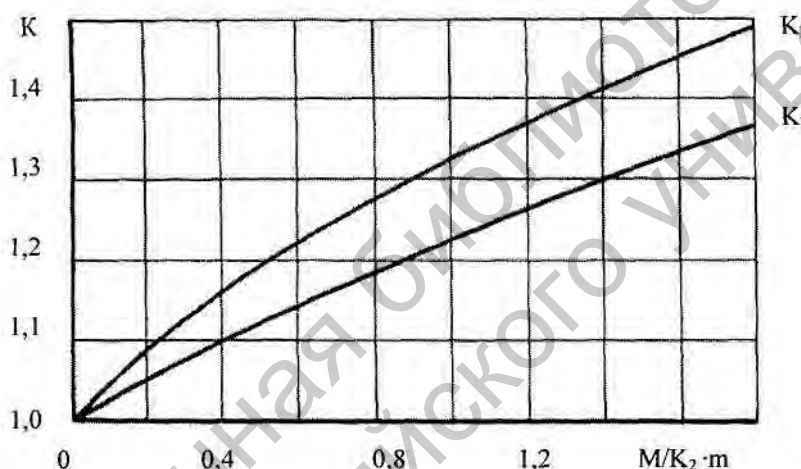


Рис.1. Зависимости поправочных коэффициентов K_h и K_l

Для уточнения высоты или длины балки вычисляют $M/K_2 \cdot m$, по которому с помощью рис. 1 находят K_h и K_l . Затем уточняют высоту или длину балки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Сурин, В. М.** Резонатор для вибрационных испытаний ИЭТ СВЧ / В. М. Сурин, В. Г. Назаренко, П. И. Цай // Электронная техника. Сер. Электроника СВЧ. – 1989. – Вып. 7 (421). – С. 49–51.
2. **Назаренко, В. Г.** Метод условной разгрузки для проектирования несущих конструкций ИЭТ на заданную резонансную частоту / В. Г. Назаренко // Современные средства связи. Известия Белорусской инженерной академии. – 2005. – № 1(19)/5. – С. 125–127.