

ментальная проверка эффективности разработанной технологии подготовки преподавателей вузов к тьюторской деятельности показала, что после последовательного прохождения участниками эксперимента всех этапов, у них наблюдается положительная динамика и значительный рост уровня го-

товности к тьюторской деятельности по всем четырём критериям, что позволяет говорить о возможности её тиражирования с целью подготовки высококвалифицированных, конкурентоспособных преподавателей для системы ДО в контексте модернизации системы образования.

УДК 621.567.1 (088.8)

## МЕТОДИКА РАСЧЁТА ДВУХКОЛЬЦЕВОГО ВИБРОИЗОЛЯТОРА С ПЕРЕМЕННОЙ СТЕПЕНЬЮ ЭЛЛИПСНОСТИ

Пономарев Ю.К., Мелентьев В.С.

Самарский государственный аэрокосмический университет

### DESIGN PROCEDURE TWO-RING ALL-METAL FILTER OF VIBRATION WITH VARIABLE DEGREE OF ELLIPSOIDAL

*Ponomarev Yu.K., Melentyev V.S. Samara State Aerospace University. In work the design procedure stiff characteristics regulated two-ellipse all-metal filter of vibration taking into account geometrical nonlinearity is stated. Expressions for calculation of loading characteristics are proposed. For the first time for the given system the adjustable zone of quasizero rigidity is found out.*

На основе проведённых исследований [1] создана методика расчета жесткостных характеристик двухэллипсного виброизолятора (рис. 1), где  $L_1, L_2$  – длины упругих элементов;  $R_1, R_2$  – радиусы упругих элементов до стяжки;  $\delta_1, \delta_2$  – деформация упругих элементов при стяжке;  $\Delta_0$  – расстояние между упругими элементами до стяжки. Изменение формы упругих элементов происходит за счет переменной длины стяжки  $\Delta$ .

Сущность методики состоит в следующем. На первом этапе определяются геометрические параметры системы после стяжки (рис. 2). Затем находятся нагрузочные характеристики системы на основе гипотезы о её разбиении на две подсистемы: полуэллипс с жёсткими креплениями в зоне стяжек и два эллипса, после стяжки деформирующихся совместно, как пакет пружин, с последующим суммированием их деформаций. Статическая неопределенность раскрыта методом сил, нагрузочная характеристика (рис. 3) определена методом Мора.

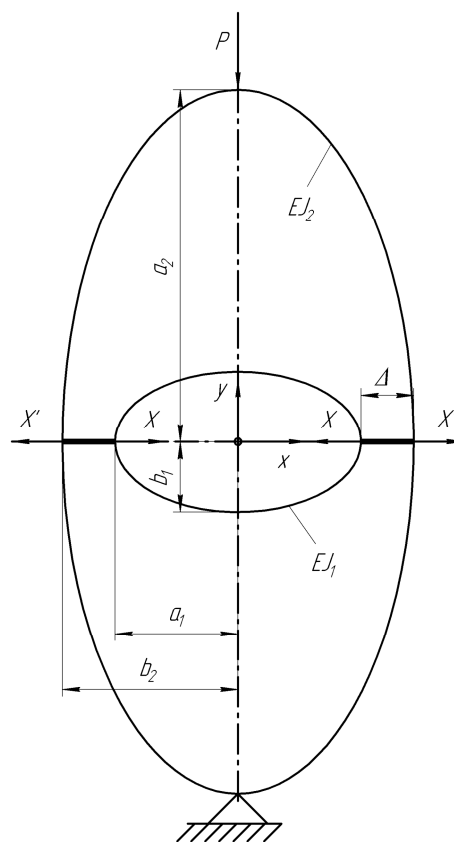


Рис. 1. Схема двухэллипсного виброизолятора

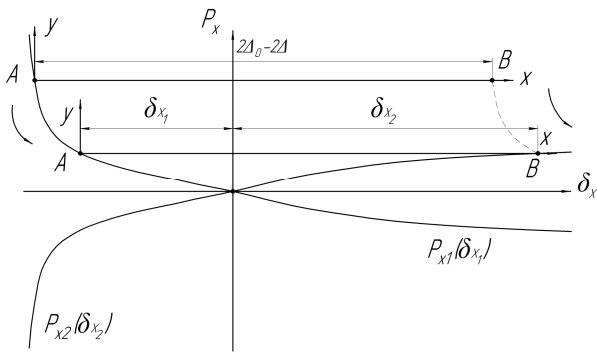


Рис. 2. Определение деформации колец при стяжке

Геометрическая нелинейность учитывалась по методу Гвоздева А.С. [2]. В начальном состоянии УДЭ представляют собой кольца, с нагрузочными характеристиками, показанными на рис.2. Из условий закрепления, характеристика второго кольца зеркальна первой. Показано, что если взять отрезок, равный длине стяжки, и поместить его концы на двух зеркально расположенных нагрузочных характеристиках, то координаты точек концов отрезка и будут искомыми перемещениями колец. Исходя из этого, получены зависимости безразмерных длин полуосей эллипсов от начальных параметров при любых формах

$$\left. \begin{aligned} \zeta_{a1} &= \frac{1}{\lambda - 1} + \xi \left( \frac{1}{1 + \frac{\mu}{\lambda^3}} - 1 \right) \\ \zeta_{b2} &= \frac{\lambda}{\lambda - 1} + \frac{\xi}{1 + \frac{\mu}{\lambda^3}} \end{aligned} \right\} \xi < 0, \quad (1)$$

где  $\zeta_a, \zeta_b$  – безразмерные длины полуосей эллипса,  $\lambda$  – безразмерный радиус,  $\mu$  – безразмерный момент инерции,  $\xi$  – безразмерная длина стяжки.

Рассмотрено два качественно различных случая нагружения: I:  $\Delta < \Delta_0$  ( $\xi < 0$ ), II:  $\Delta > \Delta_0$  ( $\xi > 0$ ). Выражения для определения нагрузочной характеристики получены в виде:

$$\beta = \frac{8 \cdot E^3(e_2) \cdot \zeta_{y\Sigma}}{\pi^3(1 - e_2^2) \cdot \left( K_{5a} + \frac{K_{6a}}{\frac{\gamma^3 K_{7a}}{\mu \sqrt{1 - e_1^2}} + 1} \right)}, \quad \xi < 0, \quad (2)$$

где коэффициенты  $K$  – комплексы геометрических параметров эллипсных колец, най-

денные из решения эллиптических интегралов.

Анализ результатов исследований показал, что использование двухкольцевого виброизолятора с переменной степенью эллипсности колец позволяет получить, существенное различие жесткостных свойств в рамках одной конструкции, которое может достигать двух порядков.

При этом изменение геометрии эллипсов оказывает на порядок большее влияние, чем изменение момента инерции поперечного сечения упругого элемента.

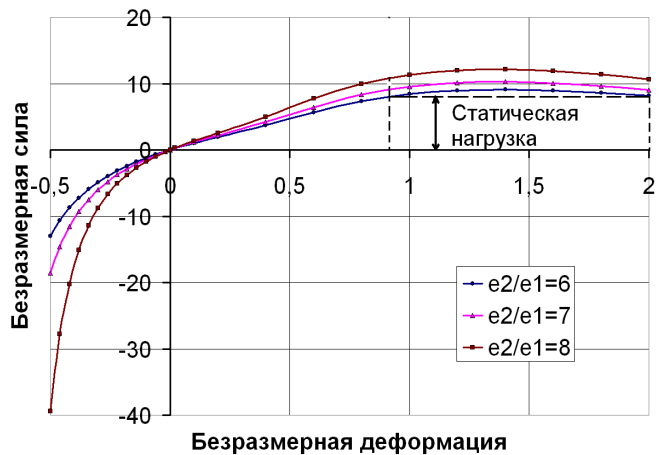


Рис. 3. График функции  $\beta = f(e_2/e_1, \zeta_y)$  с областью, где жесткость близка к квази нулевой

Впервые установлено, что на ветви сжатия двухэллипсного виброизолятора существует область (с регулируемой протяженностью и величиной допустимой статической нагрузки), где за счет взаимодействия эллипсов в зоне с переходом от бесперегибной к перегибной форме УДЭ, жесткость близка к нулевой (см. рис. 3), что позволяет добиться эффективности виброизоляции, близкой к 100%.

### Библиографический список

1. Мелентьев, В.С. Управление характеристиками многослойных цельнометаллических виброизоляторов [Текст] / В.С. Мелентьев, Ю.К. Пономарев // Молодежь, техника, космос: материалы II общероссийской молодежной научно-технической конференции, 17-19 марта 2009. – С-Пб.: БГТУ, 2009. – С. 141.