DOI: 10.17117/na.2016.11.02.159

<http://ucom.ru/doc/na.2016.11.02.159.pdf>

Поступила (Received): 30.11.2016

Кочетов О.С.**Расчет трехмерной системы виброизоляции с учетом параметров виброизолируемого объекта****Kochetov O.S.****Calculation of three-dimensional system of vibration insulation taking into account parameters of the vibroisolated object**

Работа посвящена расчету трехмерной системы виброизоляции с учетом массы объекта, моментов инерции массы виброизолируемого объекта относительно осей, проходящих через центр масс; а также жесткости виброизоляторов, круговых частот собственных колебаний относительно координатных осей

Ключевые слова: виброизоляция, жесткость, динамические характеристики, моменты инерции

Кочетов Олег Савельевич

Доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой Московский технологический университет г. Москва, ул. Стромынка, 20

Work is devoted to calculation of three-dimensional system of vibration insulation taking into account the mass of object, the moments of inertia of mass of the vibroisolated object concerning the axes passing through the center of masses; and also rigidity of vibroinsulators, circular frequencies of own fluctuations of rather coordinate axes

Key words: vibration insulation, rigidity, dynamic characteristics, inertia moments

Kochetov Oleg Savelyevich

Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of Department Moscow technological university Moscow, Stromynka st., 20

Основными параметрами трехмерной системы виброизоляции (рис.1) являются: масса машины M ; моменты инерции массы J_{ox} , J_{oy} , J_{oz} виброизолируемой машины относительно осей, проходящих через центр масс; жесткости виброизоляторов K_x , K_y , K_z ; круговые частоты собственных колебаний относительно координатных осей. Эффективность виброизоляции при действии гармонических нагрузок должна оцениваться коэффициентом передачи [1, с.33; 2, с.19; 3, с.75]. Расстояние между опорными местами и центром масс машины находится при вычислении собственных частот вращательных колебаний. При выборе расположения опорных мест учитывается, что собственные частоты вращательных колебаний зависят от расположения опорных мест.

Величины необходимых суммарных линейных и угловых жесткостей системы виброизоляции для различных координат должны определяться по формулам:

$$\begin{aligned} A_x &= M \omega^2; & C_x &= J_{ox} \omega_{\varphi x}^2; \\ A_y &= M \omega^2; & C_y &= J_{oy} \omega_{\varphi y}^2; \\ A_z &= M \omega^2; & C_z &= J_{oz} \omega_{\varphi z}^2. \end{aligned} \quad (1)$$

где A_x, A_y, A_z – суммарные жесткости системы виброизоляции относительно осей X_0, Y_0, Z_0 , Нм; C_x, C_y, C_z – суммарные угловые жесткости системы виброизоляции относительно осей X_0, Y_0, Z_0 , Нм.

Рис. 1. Расчетная схема трехмерной системы виброизоляции

Рис. 2. Тарельчатый упругий элемент с сетчатым демпфером: а) фронтальный разрез, б) вид сверху

Суммарные жесткости системы виброизоляции выражаются через жесткости отдельных виброизоляторов следующим образом:

$$\begin{aligned} A_x &= \sum_1^n K_{xi}; & C_x &= \sum_1^n K_{zi} y_{oi}^2 + \sum_1^n K_{yi} z_{oi}^2; \\ A_y &= \sum_1^n K_{yi}; & C_y &= \sum_1^n K_{zi} x_{oi}^2 + \sum_1^n K_{xi} z_{oi}^2; \\ A_z &= \sum_1^n K_{zi}; & C_z &= \sum_1^n K_{yi} x_{oi}^2 + \sum_1^n K_{xi} y_{oi}^2; \end{aligned} \quad (2)$$

где K_{xi}, K_{yi}, K_{zi} – жесткости i -го виброизолятора в направлении осей X_0, Y_0, Z_0 ; x_{oi}, y_{oi}, z_{oi} – координаты i -го виброизолятора в системе координат X_0, Y_0, Z_0 ; n – число виброизоляторов [4,с.64; 5,с.50; 6,с.140; 7,с.235; 8,с.44; 9,с.140].

На рис.2 представлена схема тарельчатого упругого элемента с сетчатым демпфером, который содержит по крайней мере два плоских упругих коаксиально расположенных кольца, внешнего 1 и внутреннего 2 с центральным отверстием 5, расположенных в параллельных горизонтальных плоскостях, жестко соединенных между собой посредством, двух упругих элементов 3 и 4, радиально расположенных в горизонтальной плоскости, и под углом, находящимся в пределах $10^\circ \div 80^\circ$, – в вертикальной плоскости. Полости, образованные плоскими упругими коаксиально расположенными кольцами, внешнего 1 и внутреннего 2 с центральным отверстием 5, заполнены упруго-демпфирующим сетчатым элементом 10, выполненным армированным из сетчатого каркаса, залитого эластомером, например полиуретаном [10, с.45; 11, с.155].

На рис.3 изображены следующие кривые испытаний: кривая 1 – нормативные значения по ГОСТ 12.1.012-90; кривая 2 – 6 станков СТБ 2-175 установлены «жестко», точка замера: т. № 2; кривая 3 – 6 станков СТБ 2-175 с кареткой СКН-14 установлены «жестко», точка замера: т. № 1; кривая 4 – 6 станков СТБ 2-175 установлены на тарельчатые виброизоляторы, т. № 1; кривая 5 – 6 станков СТБ 2-175 установлены на тарельчатые виброизоляторы, т. № 2.

Из представленных материалов видно, что прохождение резонансного режима работы станка на тарельчатых виброизоляторах на первой гармонике (3,67 Гц) практически не отразилось на его эффективности в требуемом диапазоне частот (8-16 Гц) [12, с.22; 13, с.21].

Рис. 3. Результаты испытаний виброизоляторов с тарельчатыми элементами

Список используемых источников:

1. Кочетов О.С. Расчет пространственной системы виброзащиты. Безопасность труда в промышленности. 2009. № 8. С.32-37.
2. Кочетов О.С. Виброизоляторы типа «ВСК-1» для ткацких станков. Текстильная промышленность. 2000. № 5. С. 19-20.
3. Кочетов О.С. Исследование систем виброзащиты человека-оператора. Охрана и экономика труда. 2014. № 1(14). С.70-76.
4. Кочетов О.С. Виброизолирующая система для металлорежущих станков. Главный механик. 2013. № 9. С. 64-65.
5. Кочетов О.С. Расчет тарельчатого упругого элемента системы виброзащиты технологического оборудования. Главный механик. 2013. № 12. С.47-51.
6. Кочетов О.С. Исследование системы защиты человека-оператора от вибрации на базе нелинейных упругих элементов. Science Time. 2014. № 9. С. 137-148.
7. Кочетов О.С. Расчет системы виброзащиты технологического оборудования на межэтажных перекрытиях. Science Time. 2014. № 10. С. 229-238.
8. Кочетов О.С. Исследование системы виброзащиты для человека-оператора. Research Journal of International Studies. 2014. № 7-1 (26). С. 41-45.
9. Кочетов О.С. Расчет пространственной системы виброизоляции. Научный альманах. 2015. № 10-3(12). С. 138-142.
10. Кочетов О.С. Пространственная система виброизоляции с тарельчатыми упругими элементами. Инновационная наука. 2015. № 1-2. С. 44-48.
11. Кочетов О.С. Упругий элемент со встроенным демпфером. Инновационная наука. 2015. № 3. С. 156-157.
12. Кочетов О.С. Исследование системы виброзащиты человека-оператора на базе нелинейных упругих элементов. Символ науки. 2015. № 4. С. 21-23.
13. Кочетов О.С., Кочетова М.О. Тарельчатый упругий элемент Кочетова. Патент на изобретение RUS 2362060. 23.01.2008.

© 2016, Кочетов О.С.

Расчет трехмерной системы виброизоляции с учетом параметров виброизолируемого объекта

© 2016, Kochetov O.S.

Calculation of three-dimensional system of vibration insulation taking into account parameters of the vibroisolated object