DOI: 10.17117/na.2017.01.03.097

<http://ucom.ru/doc/na.2017.01.03.097.pdf>

Поступила (Received): 30.01.2017

Кочетов О.С.

Расчет трехмерной системы виброизоляции на базе тарельчатых упругих элементов

Kochetov O.S.

Calculation of three-dimensional system of vibration insulation on the basis of dish-shaped elastic elements

Расчет трехмерной системы виброизоляции выполнен с учетом основных параметров: массы машины M ; моментов инерции массы J_{ox} , J_{oy} , J_{oz} виброизолируемой машины относительно осей, проходящих через центр масс; жесткости виброизоляторов K_x , K_y , K_z ; круговых частот собственных колебаний относительно координатных осей. Эффективность виброизоляции при действии гармонических нагрузок оценивается коэффициентом передачи. Расстояние между опорными местами и центром масс машины находятся при вычислении собственных частот вращательных колебаний системы виброизоляции

Ключевые слова: трехмерная система виброизоляции, собственные частоты, эффективность

Calculation of three-dimensional system of vibration insulation is executed taking into account key parameters: mass of the car of M ; the moments of inertia of mass of J_{ox} , J_{oy} , J_{oz} of the vibroisolated car concerning the axes passing through the center of masses; rigidity of the vibroinsulators K_x , K_y , K_z ; circular frequencies of own fluctuations of rather coordinate axes. Efficiency of vibration insulation at action of harmonious loadings is estimated by transfer coefficient. Distance between basic places and the center of mass of the car are at calculation of own frequencies of rotary fluctuations of system of vibration insulation

Key words: three-dimensional system of vibration insulation, own frequencies, efficiency

Кочетов Олег Савельевич

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

Kochetov Oleg Savelyevich

Doctor of Engineering Sciences, Professor
Moscow technological university
Moscow, Stromynk 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.345; 2, с.140; 3, с.22]. При выборе расположения опорных мест необходимо учитывать, что собственные частоты вращательных колебаний относительно осей X_0 , Y_0 , Z_0 зависят от расположения опорных мест. Величины необходимых суммарных линейных и угловых жесткостей системы виброизоляции для различных координат должны определяться по формулам [4, с.102; 5, с.10; 6, с.19]:

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

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.

Суммарные жесткости системы виброизоляции выражаются:

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

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 тарельчатых виброизоляторов (рис.2) [7, с.120; 8, с.248; 9, с.103].

Рис. 1. Расчетная схема трехмерной системы виброизоляции

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

Параметры виброизоляторов (K_{xi}, K_{yi}, K_{zi}) должны быть выбраны таким образом, чтобы суммарные жесткости $A_x, A_y, A_z, C_x, C_y, C_z$ были не больше жесткостей, определенных по формуле (1) [10, с.137; 11, с.48; 12, с.60]. Для подвесной

схемы виброизоляции возможно применение одинаковых цилиндрических пружин для всех виброизоляторов. Однако наиболее оптимальным является применение нелинейных равночастотных пружин, например, тарельчатых.

Исследования эффективности применения пружинных виброизоляторов для пневмораспирных ткацких станков были проведены в производственных условиях на втором этаже ткацкого цеха Московской хлопчатобумажной фабрики им.М.В.Фрунзе, причем станок АТПР устанавливался на виброизоляторы ОВ-31, виброизолирующие прокладки типа АП-113 и пружинные виброизоляторы. Результаты испытаний представлены в табл.1, а также в работах [13, с.25; 14,с.270; 17,с.21].

Таблица 1. Результаты испытаний различных вариантов установки станка

Направление действия нагрузки	Снижение амплитуд динамических нагрузок, в дБ, при работе станка АТПР-120 на виброизолирующих устройствах по сравнению с жестким креплением станка		
	ОВ-31	АП-113	Пружинные виброизоляторы
по основе	1	3,5	25
по утку	5	8	14
по верт.	1	6	23

Как видно из табл.1 установка станка на пружинные виброизоляторы позволяет снизить амплитуды динамических нагрузок по основе, утку и в вертикальном направлении соответственно на 25, 14, 23 дБ [15, с.45; 16,с.50].

Список используемых источников:

1. Синев А.В., Кочетов О.С., Зубова И.Ю. Расчет динамических характеристик систем виброизоляции технологического оборудования. Динамика виброударных (сильно нелинейных) систем. Сборник трудов симпозиума РАН «DYVIS-2009». 2009. С.343-347.
2. Кочетов О.С. Расчет пространственной системы виброизоляции. Научный альманах. 2015. № 10-3 (12). с. 138-142.
3. Кочетов О.С. Методика расчёта параметров системы виброизоляции объектов. Технологии техносферной безопасности. 2013. № 4 (50). С. 22.
4. Kochetov O.S. Design of rubber shock absorbers for pneumatic-rapier looms. Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2000. № 3. с. 100-104.
5. Сажин Б.С., Кочетов О.С., Ходакова Т.Д. Методы и средства снижения шума и вибрации в текстильной промышленности. Безопасность жизнедеятельности. 2004. № 11. С. 10.
6. Кочетов О.С. Виброизоляторы типа «ВСК-1» для ткацких станков. Текстильная промышленность. 2000. № 5. С. 19.
7. Sazhin B.S., Kochetov O.S., Bulaev V.A., Pirogova N.V., Markova Y.A.Study of the effectiveness of acoustically insulating hosiery machines // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2000. № 2. С. 117-121.
8. Кочетов О.С. Расчет системы виброизоляции для вязально-прошивных машин. Science Time. 2016. № 1 (25). С. 244-250.
9. Кочетов О.С. Методика расчета виброизоляторов рессорного типа для ткацких станков. Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2002. № 2. С. 103.
10. Кочетов О.С. Методика расчета виброизоляторов для ткацких станков на базе тарельчатых упругих элементов. Science Time.2016. № 9 (33). С. 134-140.
11. Кочетов О.С. Методика расчета пространственных систем виброизоляции. Инновационная наука. 2016. № 11-2. С. 47-49.

12. Кочетов О.С., Шмырев В.И., Коверкина Е.В. Пружинный виброизолятор с сетчатым демпфером // Теоретические и прикладные вопросы науки и образования. 2015. С. 68-69.
13. Кочетов О.С. Расчет системы виброзащиты технологического оборудования. Охрана и экономика труда. 2015. № 3 (20). с. 21-26.
14. Кочетов О.С. Методика расчета упругодемпфированных систем виброзащиты. Science Time. 2015. № 1 (13). с. 264-270.
15. Кочетов О.С. Пространственная система виброизоляции с тарельчатыми упругими элементами. Инновационная наука. 2015. т. 1. № 1-2. с. 44-48.
16. Кочетов О.С. Расчет тарельчатого упругого элемента системы виброзащиты технологического оборудования. Главный механик. 2013. № 12. с. 47-51.
17. Кочетов О.С., Кочетова М.О. Тарельчатый равночастотный элемент. Патент на изобретение RU 2362064. 23.01.2008.

© 2017, Кочетов О.С.

Расчет трехмерной системы виброизоляции на базе тарельчатых упругих элементов

© 2017, Kochetov O.S.

Calculation of three-dimensional system of vibration insulation on the basis of dish-shaped elastic elements