DOI: 10.17117/na.2016.09.01.414

Поступила (Received): 30.09.2016

<http://ucom.ru/doc/na.2016.09.01.414.pdf>

Кочетов О.С. **Методика расчета виброизоляторов** **на базе тарельчатых упругих элементов**

Kochetov O.S.
Method of calculation of vibroinsulators on
the basis of dish-shaped elastic elements

Работа посвящена расчету динамических характеристик системы виброизоляции на базе тарельчатых упругих элементов для ткацких станков, установленных на межэтажном перекрытии производственного помещения

Ключевые слова: система виброизоляции, тарельчатый виброизолятор, ткацкий станок

Work is devoted to calculation of dynamic characteristics of system of vibration insulation on the basis of dish-shaped elastic elements for the weaving looms installed on interfloor overlapping of the production room

Key words: system of vibration insulation, dish-shaped vibroinsulator, weaving loom

Кочетов Олег Савельевич

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

Kochetov Oleg Savelyevich

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

Актуальность вопросов снижения шума и вибрации человека-оператора в настоящее время очевидна [1,с.102; 2,с.98; 3,с.34, 4,с.267; 5,с.103; 19,с.138].

По ГОСТ 3057-79 выбираем параметры тарельчатой пружины, расчетная схема которой представлена на рис.1, согласно опорным реакциям станка по максимально допустимой нагрузке P_3 , кгс. [6,с.140; 7,с.48; 8,с.106, 9,с.33; 10,с.48; 11,с.23; 12,с. 7; 13,с.245; 14,с.47; 15,с.64; 16,с.47; 17,с.307; 18,с.22].

Рис. 1. Расчетная схема упругого тарельчатого элемента виброизолирующей опоры

Определим вид упругой характеристики пружины по соотношению:

$$\begin{aligned} \frac{f_3}{s} < 0,6 - \text{линейная характеристика;} \\ \frac{f_3}{s} \geq 0,6 - \text{нелинейная характеристика;} \end{aligned} \quad (1)$$

Для наших размеров $\frac{f_3}{s} = \frac{1,45}{1,8} = 0,8$ – характеристика нелинейная

Теперь определим жесткость пружины по формуле

$$\begin{aligned} k_z &= \frac{4Es^3}{(1-\mu^2)YD^2} \left[\left(\frac{f_3}{s} \right)^2 - 3 \frac{f_3 \times f}{s^2} + \frac{3}{2} \left(\frac{f}{s} \right)^2 + 1 \right] = \\ &= \frac{4 \times 2,1 \cdot 10^6 \times 0,18^3}{(1-0,3^2) \times 0,687 \times 5^2} \left[(0,8)^2 - 3 \times 0,8 \left(\frac{0,116}{0,18} \right) + \frac{3}{2} \left(\frac{0,116}{0,18} \right)^2 + 1 \right] = 2225 \frac{\text{кГс}}{\text{см}}, \end{aligned} \quad (2)$$

где E – модуль упругости для стали, равный $2,1 \times 10^6$ кГс/см²,

μ – коэффициент Пуассона для стали $\mu=0,3$;

$$\begin{aligned} Y &= \frac{6}{\pi \ln A} \left[\frac{A-1}{A} \right]^2 = \frac{6}{3,14 \times \ln 2} \left(\frac{2-1}{2} \right)^2 = 0,687, \\ A &= \frac{D}{D_1} = \frac{50}{25} = 2 - \text{отношение диаметров пружины.} \end{aligned} \quad (3)$$

При последовательном соединении пружин в комплекте жесткость вычисляется по формуле

$$k_{z_{\text{общ}}} = \frac{k_z}{n} = \frac{2225}{10} = 222,5 \frac{\text{кГс}}{\text{см}}, \quad (4)$$

где n – число пружин в комплекте.

Определим суммарную жесткость системы виброизоляции в вертикальном направлении

$$C_Z = 4 \times k_{z_{\text{общ}}} = 4 \times 222,5 = 890 \frac{\text{кГс}}{\text{см}}; \quad (5)$$

Определим собственную частоту колебаний системы «станок на виброизоляторах» в вертикальном направлении:

$$f_z = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{C_Z \cdot g}{Q}} = \frac{1}{2 \times 3,14} \sqrt{\frac{890 \times 981}{2460}} = 3 \text{ Гц}; \quad (6)$$

Вычислим эффективность виброизоляции для схемы установки станка на абсолютно жесткое основание, причем следует отметить, что демпфирование в системе обусловлено внутренним поглощением энергии в материале виброизоляторов (коэффициент неупругого сопротивления $\gamma=0,037$). Определим коэффициент передачи силы на частоте вынужденных колебаний станка в вертикальном направлении, при числе оборотов главного вала $n_1 = 220$ мин⁻¹, для первых трех гармоник.

$$f_{\epsilon 1} = \frac{n_1}{60} = \frac{220}{60} = 3,67 \text{ Гц}; \quad f_{\epsilon 2} = 7,33 \text{ Гц}; \quad f_{\epsilon 3} = 11,01 \text{ Гц};$$

$$\eta_z^1 = \sqrt{\frac{1 + \gamma^2}{\left(1 - \frac{f_{e1}^2}{f_z^2}\right)^2 + \gamma^2}} = \sqrt{\frac{1 + 0,037^2}{\left(1 - \frac{3,67^2}{3^2}\right)^2 + 0,037^2}} = 2; \quad (7)$$

Аналогично были определены коэффициенты виброизоляции для 2-ой и 3-ей гармоник: $\eta_z^2 = 0,21$; $\eta_z^3 = 0,08$.

Список используемых источников:

1. Кочетов О.С. Design of rubber shock absorbers for pneumatic-rapier looms. Известия высших учебных заведений // Технология текстильной промышленности. 2000. № 3. С. 100-104.
2. Кочетов О.С. Методика расчета тарельчатых виброизоляторов для ткацких станков // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2000. № 4. С. 98.
3. Кочетов О.С. Расчет системы виброзащиты технологического оборудования // Охрана и экономика труда. 2014. № 2 (15). С. 30-36.
4. Кочетов О.С. Методика расчета упругодемпфированных систем виброзащиты // Science Time. 2015. № 1 (13). С. 264-270.
5. Кочетов О.С. Методика расчета виброизоляторов рессорного типа для ткацких станков // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2002. № 2. С. 103.
6. Кочетов О.С. Расчет пространственной системы виброизоляции // Научный альманах. 2015. № 10-3 (12). С. 138-142.
7. Кочетов О.С. Расчет тарельчатого упругого элемента системы виброзащиты технологического оборудования // Главный механик. 2013. № 12. С. 47-51.
8. Кочетов О.С. Методика расчета шума в производственных помещениях текстильных предприятий // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 1997. № 2. С. 106.
9. Кочетов О.С. Расчет виброзащитного сиденья оператора // Безопасность труда в промышленности. 2009. № 11. С. 32-35.
10. Кочетов О.С. Звукопоглощающие конструкции для снижения шума на рабочих местах производственных помещений // Безопасность труда в промышленности. 2010. № 11. С. 46-50.
11. Кочетов О.С. Расчет системы виброзащиты технологического оборудования // Охрана и экономика труда. 2015. № 3 (20). С. 21-26.
12. Кочетов О.С. Системы защиты человека-оператора от вибрации // Вестник Академии знаний. 2015. № 12 (1). С. 6-14.
13. Кочетов О.С. Расчет системы виброизоляции для вязально-прошивных машин // Science Time. 2016. № 1 (25). С. 244-250.
14. Кочетов О.С. Пространственная система виброизоляции с тарельчатыми упругими элементами // Инновационная наука. 2015. Т. 1. № 1-2. С. 44-48.
15. Кочетов О.С. Виброизолирующая система для металлорежущих станков // Главный механик. 2013. № 9. С. 64.
16. Кочетов О.С. Расчет конструкций для снижения шума на рабочих местах производственных помещений // Главный механик. 2014. № 11. С. 43-51.
17. Кочетов О.С. Испытания системы виброизоляции на базе тарельчатых упругих элементов // Science Time. 2016. № 2 (26). С. 306-311.
18. Кочетов О.С. методика расчета параметров системы виброизоляции объектов // Технологии техносферной безопасности. 2013. № 4 (50). С. 22.
19. Кочетов О.С. Исследование системы защиты человека-оператора от вибрации на базе нелинейных упругих элементов // Science Time. 2014. № 9. С. 137-147.