DOI: 10.17117/na.2017.01.03.093

<http://ucom.ru/doc/na.2017.01.03.093.pdf>

Поступила (Received): 30.01.2017

Кочетов О.С.

Расчет системы виброизоляции для ткацких станков с кареточным зевообразовательным механизмом

Kochetov O.S.

Calculation of system of vibration insulation for weaving looms with the karetochny zevoobrazovatelny mechanism

Рассмотрен вопрос размещения нового, более высокопроизводительного оборудования, ткацких станков типа СТБ2-175 с кареточным зевообразовательным механизмом СКН-14 на тарельчатые виброизоляторы, на производственных площадях 3-его этажа ткацкого корпуса ОАО «Октябрь» в осях 3-5/А-В. Проведен сравнительный анализ при установке станков «жестко» и на тарельчатые виброизоляторы с числом оборотов главного вала – 220 мин⁻¹

The question of placement of new, more high-performance equipment, STB2-175 weaving looms with the karetochny zevoobrazovatelny SKN-14 mechanism on dish-shaped vibroinsulators, on floor spaces of the 3rd floor of the weaver's case of JSC Oktyabr in axes 3-5/A-B is considered. The comparative analysis at installation of machines is carried out "rigidly" and on dish-shaped vibroinsulators with number of turns of the main shaft – 220 min⁻¹

Ключевые слова: система виброизоляции, тарельчатые упругие элементы, эффективность

Key words: system of vibration insulation, dish-shaped elastic elements, 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*

Сложность вопроса размещения нового, более высокопроизводительного оборудования, на старых производственных площадях, связана с увеличением жесткости межэтажных перекрытий [1, с.22; 2, с.10; 3, с.19]. Поэтому более предпочтителен вариант установки оборудования на виброизолирующие системы, так как не требует больших затрат на реконструкцию зданий [4, с.118; 5, с.245].

Так, например, в ОАО «Октябрь» был решен вопрос о снижении динамических нагрузок (см.табл.1) в ткацком производстве на перекрытия над 2-м этажом в осях 3-5/А-В (рис.1.) в пользу установки оборудования на виброизолирующие системы [6, с.103; 7, с.137; 8, с.48; 9, с.69; 10, с.25; 11, с.268].

В качестве упругих элементов системы виброизоляции использовались тарельчатые пружины (рис.2) [13, с.47; 14, с.100]. Остановимся на методике расчета такого виброизолятора.

Рис. 1. Схема опытного участка на 3-ем этаже ткацкого корпуса ОАО «Октябрь», расположенного в осях 3-5/А-В

Рис. 2. Расчетная схема упругого тарельчатого элемента виброизолирующей системы

Сначала выбираются параметры тарельчатой пружины, расчетная схема которой представлена на рис.2, согласно опорным реакциям станка по максимально допустимой нагрузке P_3 , кгс [12,с.140; 15,с.50].

Таблица 1. Среднеквадратичные значения вертикальной виброскорости ($мс^{-1} \times 10^{-2}$), измеренные на 3-ем этаже ткацкого корпуса МПКО «Октябрь» в осях 3-5/А-В

№	Условия эксперимента	Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц					
		2,0	4,0	8,0	16	31,5	63
1	6 станков СТБ 2-175 с кареткой СКН-14 установлены «жестко», точка замера: т. № 1	0,04	0,08	0,17	0,23	0,09	0,05
2	6 станков СТБ 2-175 установлены на тарельчатые виброизоляторы, т. № 1	0,04	0,11	0,07	0,09	0,05	0,04
3	6 станков СТБ 2-175 установлены «жестко», точка замера: т. № 2	0,05	0,09	0,20	0,25	0,10	0,06
4	6 станков СТБ 2-175 установлены на тарельчатые виброизоляторы, т. № 2	0,05	0,12	0,09	0,08	0,06	0,03
5	Нормативные значения, ГОСТ 12.1.012-90	0,64	0,23	0,12	0,12	0,12	0,12

Выбираем тарельчатую пружину нормальной точности; геометрические параметры пружины: наружный диаметр $D=50$ мм; внутренний диаметр $D_1=25$ мм; статическая осадка под максимальной нагрузкой $f_3=1,45$ мм; толщина тарельчатой пружины $s=1,8$ мм; высота в свободном состоянии $h_0=3,25$ мм [7, с.75; 8, с.270; 9, с.230]. 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,

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

где E – модуль упругости для стали, равный $2,1 \times 10^6$ кГс/см²,
 μ – коэффициент Пуассона для стали $\mu=0,3$;

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

Суммарная жесткость системы виброизоляции в вертикальном направлении

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

Собственная частота колебаний системы «станок на виброизоляторах» в вертикальном направлении:

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

Коэффициент передачи силы на частоте вынужденных колебаний станка

$$\begin{aligned} f_{e1} &= \frac{n_1}{60} = \frac{220}{60} = 3,67 \text{ Гц}; \quad f_{e2} = 7,33 \text{ Гц}; \quad f_{e3} = 11,01 \text{ Гц}; \\ \eta_Z^1 &= \sqrt{\frac{1+\gamma^2}{\left(1-\frac{f_{e1}^2}{f_Z^2}\right)^2 + \gamma^2}} = \sqrt{\frac{1+0,037^2}{\left(1-\frac{3,67^2}{3^2}\right)^2 + 0,037^2}} = 2; \end{aligned} \quad (7)$$

Коэффициенты виброизоляции для гармоник: $\eta_Z^2 = 0,21$; $\eta_Z^3 = 0,08$.

Список используемых источников:

1. Кочетов О.С. Методика расчёта параметров системы виброизоляции объектов. Технологии техносферной безопасности. 2013. № 4 (50). С. 22.

2. 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.
3. Кочетов О.С. Виброизоляторы типа «ВСК-1» для ткацких станков. Текстильная промышленность. 2000. № 5. С. 19.
4. 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.
5. Кочетов О.С. Расчет системы виброизоляции для вязально-прошивных машин. Science Time. 2016. № 1 (25). С. 244-250.
6. Кочетов О.С. Методика расчета виброизоляторов рессорного типа для ткацких станков. Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2002. № 2. С. 103.
7. Кочетов О.С. Методика расчета виброизоляторов для ткацких станков на базе тарельчатых упругих элементов. Science Time. 2016. № 9 (33). С. 134-140.
8. Кочетов О.С. Методика расчета пространственных систем виброизоляции. Инновационная наука. 2016. № 11-2. С. 47-49.
9. Кочетов О.С., Шмырев В.И., Коверкина Е.В. Пружинный виброизолятор с сетчатым демпфером. В сборнике: Теоретические и прикладные вопросы науки и образования сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции: в 16 частях. 2015. С. 68-69.
10. Кочетов О.С. Расчет системы виброзащиты технологического оборудования. Охрана и экономика труда. 2015. № 3 (20). с. 21-26.
11. Кочетов О.С. Методика расчета упругодемпфированных систем виброзащиты. Science Time. 2015. № 1 (13). с. 264-270.
12. Кочетов О.С. Расчет пространственной системы виброизоляции. Научный альманах. 2015. № 10-3 (12). с. 138-142.
13. Кочетов О.С. Пространственная система виброизоляции с тарельчатыми упругими элементами. Инновационная наука. 2015. т. 1. № 1-2. с. 44-48.
14. Kochetov O.S. Design of rubber shock absorbers for pneumatic-rapier looms. Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2000. № 3. с. 100-104.
15. Кочетов О.С. Расчет тарельчатого упругого элемента системы виброзащиты технологического оборудования. Главный механик. 2013. № 12. с. 47-51.

© 2017, Кочетов О.С.

Расчет системы виброизоляции для ткацких станков с кареточным зевобразовательным механизмом

© 2017, Kochetov O.S.

Calculation of system of vibration insulation for weaving looms with the karetochny zevoobrazovatelny mechanism