

УДК 534.833: 621

**ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК
ВИБРОИЗОЛЯТОРОВ РЕССОРНОГО ТИПА ДЛЯ ТКАЦКИХ СТАНКОВ**

Б.С. САЖИН, О.С. КОЧЕТОВ, Е.С. БОРОДИНА, М.А.ПИТОМЦЕВА, Е.О. БОБРОВА

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)

Воздействие вибрации на организм оператора приводит к развитию вибрационной болезни. ГОСТ 12.1.012–90 [1] и Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.556–96 "Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий" регламентируют параметры производственной вибрации и правила работы с виброопасным оборудованием. На ОАО "Хлопчатобумажный комбинат им. М.В. Калинина" (г. Щелково Московской обл.) были проведены работы по виброизоляции пневматических ткацких станков типа П-105 (число оборотов главного вала 360 мин⁻¹), размещенных на 1-м этаже (над подвальным помещением) ткацкого цеха (зал № 2) при вырабатываемой ткани арт. № 43. Для этих целей были разработаны виброизоляторы рессорного типа [4], конструктивная схема одного из них приведена на рис.1 (схема пространственного рессорного виброизолятора для ткацких станков).

Пространственный рессорный виброизолятор содержит стойку 4, жестко закрепленную перпендикулярно основанию, выполненную в виде стержня с резьбовым концом. На стойке 4 устанавливается П-образное основание 3, фиксирующее упругий элемент 2 рессорного типа с помощью упругих элементов 9, расположенных в пазах П-образного основания 3 посредством крышки 5. Цилиндрическая упругая шайба 6 одета на стержень 4. Виброизоли-

руемый объект 1 крепится на свободном конце рессорного упругого элемента 2. Фиксация крышки 5 осуществляется с помощью гайки 8, взаимодействующей с резьбовым концом стойки 4. Упругие элементы 9, фиксирующие упругий элемент 2 рессорного типа, и цилиндрическая упругая шайба 6 выполнены с жесткостью, большей жесткости упругого элемента рессорного типа.

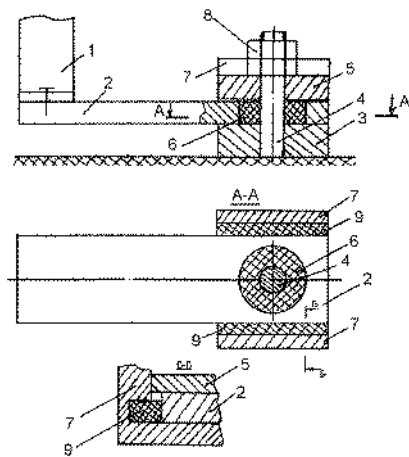


Рис. 1

При вынужденных колебаниях виброизолируемого объекта 1 возникает динамическая реакция, которая гасится упругим элементом 2 рессорного типа, который одновременно является направляющим устройством при вертикальных перемещениях объекта 1. Горизонтальная составляющая,

возникающая при работе плоской рессоры компенсируется в опорном узле за счет упругих элементов 9 и цилиндрической шайбы 6, обеспечивающих пространственную виброизоляцию на высоких частотах. Предварительный натяг упругих элементов 6 и 9 создается гайкой 8, расположенной на резьбовом конце стержня 4.

Вес пневматического ткацкого станка типа П-105 с навоем равен: $Q = 1480$ кГс, следовательно, нагрузка в опорной точке станка с учетом неравномерности статического распределения должна быть 400...500 кГс. На эту величину нагрузки и рассчитываем упругий элемент виброизолятора. В качестве материала пружины примем горячекатанную рессорно-пружинную сталь по ГОСТу 7419-74 [2].

Выберем по этому ГОСТу ширину b и толщину s рессорной полосовой стали, например, марки 65, обычной точности прокатки, и подберем длину пружины L_0 исходя из значений опорных реакций станка: $b = 70$ мм, $s = 14$ мм, $L_0 = 290$ мм.

Определим максимально допустимую нагрузку в опорной точке:

$$P_3 = \frac{bs^2[\sigma_{и}]}{6L_0} = \frac{7 \cdot 1,4^2 \cdot 7000}{6 \cdot 29} = 552 \text{ кГс}, \quad (1)$$

где $[\sigma_{и}] = 7000$ кГс/см² – допускаемое напряжение при изгибе.

Рассчитаем деформацию пружины при этой нагрузке:

$$F_3 = \frac{2L_0^2[\sigma_{и}]}{3sE} = \frac{2 \cdot 29^2 \cdot 7000}{3 \cdot 1,4 \cdot 2,1 \cdot 10^6} = 1,33 \text{ см}, \quad (2)$$

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

Теперь определим жесткость пружины:

$$k_z = \frac{P_3}{F_3} = \frac{552}{1,33} = 415 \frac{\text{кГс}}{\text{см}}. \quad (3)$$

Аналогично была определена жесткость рессорной подвески при тех же параметрах, но разной толщины: при $s=1,1$ см; $k_z=201,6$ кГс/см; при $s = 1,2$ см; $k_z=260$ кГс/см. Определим суммарную жесткость системы виброизоляции в вертикальном направлении:

$$C_z = 4k_z = 4 \cdot 415 = 1660 \frac{\text{кГс}}{\text{см}}. \quad (4)$$

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

$$f_z = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{C_z g}{Q}} = \frac{1}{2 \cdot 3,14} \sqrt{\frac{1660 \cdot 981}{1480}} = 5,28 \text{ Гц}. \quad (5)$$

Вычислим эффективность виброизоляции для схемы установки станка на абсолютно жесткое основание, причем следует отметить, что демпфирование в системе обусловлено внутренним поглощением энергии в материале упругого элемента виброизоляторов (коэффициент неупругого сопротивления примем $\gamma=0,037$). Определим коэффициент передачи силы на частоте вынужденных колебаний станка в вертикальном направлении, при числе оборотов главного вала $n_1 = 360$ мин⁻¹ для первых трех гармоник:

$$f_{в1} = \frac{n_1}{60} = \frac{360}{60} = 6 \text{ Гц}; \quad f_{в2} = 12 \text{ Гц}; \quad f_{в3} = 18 \text{ Гц};$$

$$\eta_z^1 = \frac{\sqrt{1 + \gamma^2}}{\sqrt{\left(1 - \frac{f_{в1}^2}{f_z^2}\right)^2 + \gamma^2}} = \frac{\sqrt{1 + 0,037^2}}{\sqrt{\left(1 - \frac{6^2}{5,28^2}\right)^2 + 0,037^2}} = 3,4. \quad (6)$$

Аналогично были определены коэффициенты виброизоляции для 2 и 3-й гармоник:

$$\eta_z^2 = 0,24; \eta_z^3 = 0,094.$$

Следует заметить, что максимальные динамические нагрузки у ткацких станков смещены в сторону 2 и 3-й гармонических составляющих процесса вибровозбужде-

ния, поэтому такие значения коэффициентов передачи вполне приемлемы.

В табл.1 (среднеквадратичные значения вертикального виброускорения, м/с²) приведены результаты испытаний пневматических ткацких станков типа П-105 (число оборотов главного вала 360 мин⁻¹, а в отдельных случаях до 400 мин⁻¹), установленных жестко и на разработанных виброизоляторах рессорного типа.

Т а б л и ц а 1

№ п/п	Условия эксперимента	Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц					
		2,0	4,0	8,0	16	31,5	63
1	Станки №131,132 без виброизоляторов, при работающем цехе	0,01	0,02	0,25	1,1	0,3	1,1
2	Станки №131,132 без виброизоляторов, при отключ. цехе	0,01	0,01	0,22	0,5	0,4	1,2
3	Станки №119,120 без виброизоляторов, при отключ. цехе	0,01	0,02	0,12	0,4	0,25	0,5
4	Станки №119,120 на виброизоляторах, при отключ. цехе	0,005	0,005	0,06	0,18	0,18	0,15
5	Станки №131,132 на виброизоляторах, при отключ. цехе	0,005	0,005	0,06	0,19	0,07	0,12
6	Станки №119,120 на виброизоляторах, при откл. цехе; 400 об/мин, (левая сторона)	0,001	0,009	0,08	0,3	0,25	0,3
7	Станки №119,120 на виброизоляторах, при откл. цехе; 400 об/мин, (середина)	0,001	0,005	0,07	0,28	0,25	0,28
8	Станки №119,120 на виброизоляторах, при откл. цехе; 400 об/мин, (правая сторона)	0,002	0,005	0,04	0,25	0,45	0,4
9	Станки №119,120 на виброизоляторах, при работающем цехе; 400 об/мин, (середина)	0,004	0,008	0,13	0,6	0,28	0,35
10	Норматив. значения, ГОСТ 12.1.012-90	0,14	0,1	0,11	0,2	0,4	0,8

Анализируя результаты экспериментальных данных, можно отметить справедливость нашего предположения о том, что максимум спектра вибрационной нагрузки на основе приходится на полосу частот 8...31,5 Гц, в которой находятся 2-я (12 Гц) и 3-я (18 Гц) гармонические составляющие. Следует отметить превышение уровней виброускорений на рабочих местах над санитарно-гигиеническими нормами как в том, так и в другом случае порядка в 3...5 раз. Испытания эффективности виброизоляторов проводились на станках № 119 и № 120 при отключенном цехе. Динамические нагрузки от станка на рессорных виброизоляторах на перекрытие в полосе частот 8...63 Гц уменьшаются в 2,5...3 раза,

приводя их в соответствие с нормативными значениями по ГОСТу 12.1.012-90.

В Ы В О Д Ы

1. Разработана методика расчета рессорных виброизоляторов для станков типа П-105 с учетом специфики распределения динамических нагрузок на межэтажные перекрытия.

2. Разработана и испытана система виброизоляции для ткацких станков, включающая в себя рессорные пружины, которая снижает динамические нагрузки на межэтажные перекрытия в полосе частот 8...63 Гц в 2,5...3 раза.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 12.1.0123–90. ССБТ. Вибрация. Общие требования безопасности. – М.: Госстандарт, 1991.

2. *Анурьев В.И.* Справочник конструктора-машиностроителя. – Т.3. – М.: Машиностроение, 1980.

3. *Кочетов О.С.* // Изв.вузов. Технология текстильной промышленности. – 1995, №1. С.88...92.

4. А.с. СССР № 1590759. Виброизолирующая подвеска Кочетова для ткацких станков /О.С.Кочетов.– Оpubл.1990. Бюл. № 33.

Рекомендована кафедрой процессов и аппаратов химической технологии и безопасности жизнедеятельности. Поступила 18.02.08.

