

**МЕТОДИКА РАСЧЕТА ДИНАМИЧЕСКИХ  
ХАРАКТЕРИСТИК ПОДВЕСКИ СИДЕНЬЯ ДЛЯ  
ТЕКСТИЛЬНЫХ МАШИН**

*Кочетов О. С.*

*(МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕКСТИЛЬНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ  
ИМ. А. Н. КОСЫГИНА)*

Вибрация является одним из основных вредных производственных факторов для предприятий текстильной промышленности [1]. В связи с этим актуальной задачей является создание эффективных технических средств виброзащиты производственного персонала.

Одним из достаточно эффективных и вместе с тем простых в смысле технической реализации способов виброзащиты являются виброзащитные настилы, помосты и сиденья для человека-оператора, которые находят применение в текстильной промышленности.

Одним из примеров использования сидений на текстильных машинах являются "передвижные стулья", которые применяются для облегчения обслуживания мотальных машин [2]. Однако в данной конструкции сиденья не предусмотрена низкочастотная подвеска, которая бы гасила колебания низкой частоты, как наиболее вредные для здоровья человека-оператора. Известно, что собственные частоты отдельных органов человека-оператора лежат в частотном диапазоне порядка 6...18 Гц. Это обстоятельство учтено в санитарно-гигиенических нормативах на общую вибрацию, где наиболее жесткие требования предъявляются именно в низкочастотной области.

На предприятии "Люберецкие ковры", на отделочной операции "оверлок" используется линия, где рабочие места операторов представляют собой виброзащитные сиденья телескопической конструкции с резиновым упругим элементом. Недостатком сиденья, закрепленного на рамной конструкции линии является невысокая эффективность за счет малого динамического хода подвески сиденья и высокой собственной частоты (порядка 20 Гц), лежащей в диапазоне частот возбуждения рамной конструкции линии. В результате чего на рабочих местах наблюдается повышенная вибрация, превышающая нормативные значения. Поэтому актуальной является проблема создания виброзащитных сидений с низкой частотой собственных колебаний системы "подвеска-оператор", которая бы лежала в диапазоне частот 2...5 Гц, т.е. была ниже частот вибровозбуждения этих машин.

В данной работе рассмотрена методика расчета таких систем. Предложена схема виброизолированной подвески сиденья с учетом биомеханических характеристик тела человека-оператора, представляющая собой двухмассовую упруго-инерционную систему с демпфированием. В рамках выбранной модели динамика рассматриваемой системы виброизоляции описывается следующей системой обыкновенных дифференциальных уравнений:

$$\begin{cases} m_1 s^2 Z_1 + b_1 s(Z_1 - Z_2) + c_1(Z_1 - Z_2) = 0, \\ m_2 s^2 Z_2 + b_1 s(Z_2 - Z_1) + c_1(Z_2 - Z_1) + b_2 s(Z_2 - U) + c_2(Z_2 - U) = 0. \end{cases} \quad (1)$$

Для анализа виброизолирующих свойств системы введем в рассмотрение ее передаточную функцию  $T(s)$  по каналу "виброскорость основания - виброскорость

сиденья", где  $s = j\omega$  комплексная частота,  $j$  - мнимая единица,  $\omega$  - круговая частота колебаний.

Передаточную функцию  $T(s)$  нетрудно найти из (1) посредством метода преобразования Лапласа:

$$T(s) = \frac{z_2}{U} = \frac{(m_1 s^2 + b_1 s + c_1)(b_2 s + c_2)}{(m_1 s^2 + b_1 s + c_1)(m_2 s^2 + b_1 s + c_1 + b_2 s + c_2) - (b_1 s + c_1)^2}. \quad (2)$$

Применяя метод преобразования Лапласа, из (1) и (2) имеем

$$T(s) = (a_0 s^3 + a_1 s^2 + a_2 s + a_3) / (k_0 s^4 + k_1 s^3 + k_2 s^2 + k_3 s + k_4), \quad (3)$$

где

$$\begin{aligned} a_0 &= m_1 b_2; \\ a_1 &= b_1 b_2 + m_1 c_2; \\ a_2 &= b_2 c_1 + b_1 c_2; \\ a_3 &= c_1 c_2; \\ k_0 &= m_1 m_2; \\ k_1 &= b_1 m_2 + m_1 b_1 + m_1 b_2; \\ k_2 &= c_1 m_2 + m_1 c_1 + b_1 b_2 + m_1 c_2; \\ k_3 &= c_1 b_2 + b_1 c_2; k_4 = c_1 c_2. \end{aligned} \quad (4)$$

где  $m_1$  и  $m_2$  - соответственно массы человека-оператора и подвижных частей подвески сиденья;  $b_1$  и  $b_2$  - коэффициенты относительного демпфирования человека-оператора и подвески сиденья;  $c_1$  и  $c_2$  - жесткости систем человека-оператора и подвески сиденья.

На ПЭВМ по предложенной модели был проведен анализ виброхарактеристик сиденья и найдены рациональные (по критериям - материальных затрат, долговечности и эргономическим показателям) технические параметры подвески сиденья для операторов текстильных машин с учетом регламентируемых санитарно-гигиенических требований.

В расчетах задавались следующие параметры человека-оператора:

$$m_1 = 100 \text{ кг}, b_1 = 52700 \text{ Н/м}, c_1 = 1070 \text{ Нс/м}.$$

Параметры подвески сиденья варьировались в пределах:

$$m_2 = 50 \dots 80 \text{ кг}, b_2 = 72100 \dots 90000 \text{ Н/м}, c_2 = 100 \dots 5000 \text{ Нс/м}.$$

Результаты расчетов позволили определить оптимальные параметры виброизолированной подвески сиденья оператора: собственная частота колебаний - 12,56 рад/сек, относительное демпфирование - 0,5. Результаты расчета показывают, что при прочих равных условиях массу подвижных частей сиденья следует увеличивать, так как в этом случае коэффициент передачи снижается (а виброизоляция увеличивается) дополнительно на 20 %. По результатам данных исследований была создана низкочастотная подвеска сиденья для текстильных машин на базе тарельчатых пружин [3].

#### Литература:

1. ГОСТ 12.1.012 - 90. ССБТ. Вибрация. Общие требования безопасности.
2. Кельберт Д.Л. Охрана труда в текстильной промышленности. М.: Лепромыбытиздат, 1990.

3. Патент РФ № 2072671. Виброзащитная система для сиденья/ Кочетов О.С., Щербаков В.И. Бюл. № 3,1997.