DOI: 10.17117/na.2017.01.03.089

<http://ucom.ru/doc/na.2017.01.03.089.pdf>

Поступила (Received): 30.01.2017

Кочетов О.С. Расчет на ПЭВМ виброзащитной подвески сиденья оператора

Kochetov O.S. Calculation on PEVM of a vibroprotective suspension bracket of a seat of the operator

Рассмотрена динамика системы виброизоляции подвески сиденья с учетом поведения тела человека-оператора, описываемой системой обыкновенных дифференциальных уравнений. Приведен расчет на ПЭВМ исследования динамических характеристик системы «оператор на виброизолирующем сиденье». Выявлена величина амплитудного провала, обусловленного поведением тела человека-оператора как динамического гасителя

Ключевые слова: система виброизоляции, собственные частоты, динамический гаситель

Dynamics of system of vibration insulation of the suspension bracket of a seat taking into account behavior of a body of the person operator described by system of the ordinary differential equations is considered. Calculation is given in PEVM of research of dynamic characteristics of system "the operator on an anti-vibration seat". The size of the amplitude failure caused by behavior of a body of the person operator as a dynamic quencher is revealed

Key words: system of vibration insulation, own frequencies, dynamic quencher

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

Вибрация является одним из основных вредных производственных факторов [1, с.33; 2, с.94; 3, с.97; 4, с.75; 5, с.84], поэтому одной из актуальных задач исследователей на современном этапе является создание эффективных технических средств виброзащиты производственного персонала от их воздействия.

На рис.1 изображен общий вид виброзащитного сиденья с равночастотными свойствами [6, с.10; 7, с.72; 8, с.137; 9, с.43; 10, с.155; 11, с.10].

Динамика рассматриваемой системы виброизоляции описывается следующей системой обыкновенных дифференциальных уравнений:

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

где: m_1 – масса оператора; c_1 – жесткость оператора; b_1 – его относительное демпфирование: $b_1 = \frac{h_1}{2\sqrt{c_1 m_1}}$ (здесь h_1 и h_2 – абсолютное демпфирование); m_2 – масса подвижных частей подвески сиденья; c_2 – ее жесткость и b_2 – демпфирование.

Рис. 1. Общий вид подвески виброзащитного сиденья с направляющим механизмом параллелограммного типа

Рис. 2. Математическая модель виброизолирующего сиденья человека-оператора с учетом его биомеханических характеристик

Динамический гаситель колебаний, включающий все параметры колебательной системы m_1 , c_1 , b_1 , с наибольшей достоверностью имитирует поведение тела человека-оператора в реальных условиях. Для теоретического исследования динамических характеристик была составлена программа расчета на ПЭВМ (язык программирования «СИ++») [12, с.188; 13, с.22].

Рис. 3. Динамические характеристики системы «оператор на виброизолирующем сиденье» при следующих параметрах:
 $P_1 = 80 \text{ кгс}$; $\omega_1 (\text{var } 20 \dots 40 \text{ с}^{-1})$; $b_1 = 0,2$; $P_2 = 50 \text{ кгс}$; $\omega_2 = 37,68 \text{ с}^{-1}$; $b_2 = 0,05$

С уменьшением ω_1 уменьшается величина первого резонансного пика динамической характеристики со смещением влево по частотной оси, а величина второго резонансного пика динамической характеристики увеличивается также смещаясь влево.

Рис. 4. Динамические характеристики системы «оператор на виброизолирующем сиденье» при следующих параметрах:
 $P_1 = 80 \text{ кгс}$; $\omega_1 = 25,4 \text{ с}^{-1}$; $b_1 = 0,6$; $P_2 = 50 \text{ кгс}$; $\omega_2 = 62,8 \text{ с}^{-1}$; $b_2 (\text{var } 0...1)$

При этом величина амплитудного провала, обусловленного поведением тела человека-оператора как динамического гасителя, уменьшается со смещением его максимума влево по частотной оси (рис. 3,4). Изменение демпфирования в схеме, моделирующей тело оператора, т.е. b_1 в диапазоне от 0 до 1,0 слабо сказывается на изменении в динамической характеристике системы (за исключением случая, когда $b_1 = 0$, при этом появляется второй резонансный пик) [14, с.103; 15, с.21; 16, с.30; 17, с.100].

Список используемых источников:

1. Кочетов О.С. Расчет виброзащитного сиденья оператора. Безопасность труда в промышленности. 2009. № 11. С.32-35.
2. Кочетов О.С., Щербаков В.И., Филимонов А.Б., Терешкина В.И. Двухмассовая механическая модель виброизолирующего помоста основовязальных машин. Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 1995. № 5. С. 92-95.
3. Сажин Б.С., Кочетов О.С., Пирогова Н.В., Петухова И.В. Расчет динамических характеристик подвески сиденья для текстильных машин. Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2000. № 1. С. 95-100.
4. Oleg S. Kochetov. Study of the Human-operator Vibroprotection Systems // European Journal of Technology and Design. Vol. 4, No. 2, pp. 73-80, 2014.
5. Кочетов О.С. Виброизолирующие подвески сидений для человека-оператора. Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 1-1. с. 83-85.
6. Кочетов О.С. Системы защиты человека-оператора от вибрации. Вестник Академии знаний. 2015. № 12 (1). С. 6-14.
7. Кочетов О.С. Исследование систем виброзащиты человека-оператора. Охрана и экономика труда. 2014. № 1 (14). С. 70-75.
8. Кочетов О.С. Исследование системы защиты человека-оператора от вибрации на базе нелинейных упругих элементов. Science Time. 2014. № 9. С. 137-147.
9. Кочетов О.С. Исследование систем виброзащиты для человека-оператора. Международный научно-исследовательский журнал. 2014. № 7-1 (26). С. 41-45.
10. Кочетов О.С. Характеристики виброзащитных подвесок для операторов транспортных средств. Science Time. 2014. № 8. С. 151-157.

11. 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.
12. Кочетов О.С. Расчет динамических характеристик средств защиты оператора от вибраций. Научный альманах. 2016. № 10-3 (24). с. 187-190.
13. Кочетов О.С. Исследование системы виброзащиты человека-оператора на базе нелинейных упругих элементов. Символ науки. 2015. № 4. с. 21-23.
14. Кочетов О.С. Математическая модель систем виброзащиты оператора при проектировании сидений и помостов. Инновационная наука. 2016. № 6-2. с. 101-104.
15. Кочетов О.С. Динамические характеристики виброзащитной системы человека-оператора. Технологии техно-сферной безопасности. 2013. № 4 (50). с. 21.
16. Кочетов О.С., Елин А.М. Испытания систем виброзащиты человека-оператора. Охрана и экономика труда. 2015. № 4 (21). С. 27-33.
17. Кочетов О.С., Ходакова Т.Д., Стареева М.О. Математическая модель виброзащиты человека-оператора. Science Time. 2015. № 2 (14). С. 98-104.

© 2017, Кочетов О.С.

Расчет на ПЭВМ виброзащитной подвески сиденья оператора

© 2017, Kochetov O.S.

Calculation on PEVM of a vibroprotective suspension bracket of a seat of the operator