DOI: 10.17117/na.2016.05.03.103

<http://ucom.ru/doc/na.2016.05.03.103.pdf>

Поступила (Received): 28.05.2016

Кочетов О.С.
Математические модели виброизоляции аппарата
с горизонтальным вибрирующим лотком
и с эксцентриковым вибратором

Kochetov O.S.
Mathematical models of vibration insulation of the device with the
horizontal vibrating tray and with the eccentric vibrator

Работа посвящена исследованию динамических характеристик вибросушилок, установленных на межэтажном перекрытии производственного помещения с применением резинометаллических виброизоляторов. В качестве межэтажного перекрытия рассмотрены различные варианты оснований для математических моделей расчета: безынерционное упругое основание, лишенное демпфирования, инерционное основание, лишенное жесткости и демпфирования

Ключевые слова: математическая модель, вибросушилка, резинометаллический виброизолятор

Work is devoted to research of dynamic characteristics of the vibrodryers installed on interfloor overlapping of the production room with application of rubber-metal vibroinsulators. As interfloor overlapping various options of the bases for mathematical models of calculation are considered: the inertialess elastic basis deprived of damping, the inertial basis deprived of rigidity and damping

Key words: mathematical model, vibrodryer, rubber-metal vibroinsulator

Кочетов Олег Савельевич

Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой

Московский технологический университет

г. Москва, ул. Стромынка, 20

Kochetov Oleg Savelyevich

Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of Department

Moscow technological university

Moscow, Stromynk st., 20

На рис.1 показана принципиальная схема аппарата с горизонтальным вибрирующим лотком, состоящим из лотка 2, закрепленного посредством наклонных пружин 1 на тяжелой плите 13. Почти вдоль всего лотка с нижней его стороны проходит ребро жесткости 12, к которому на шарнире закреплен шатун эксцентрикового вибратора 11. Определенный наклон пружин 1 при работе вибратора 11 создает возвратно-поступательный характер перемещения лотка в направлении, нормальном к оси пружин, обеспечивая заданный угол бросания материала относительно поверхности лотка. Применение виброизоляторов позволяет устанавливать аппараты на сравнительно легких конструкциях, на которые не передаются ни динамические нагрузки, ни вибрация [1,с.139; 2,с.29; 5,с.67]. Данная задача должна решаться с обязательным рассмотрением вопросов динамики работы вибросушилки на конкретном, имеющем определенные

динамические характеристики, основании или межэтажном перекрытии с применением виброизоляторов соответствующей жесткости. Рассмотрим наиболее часто встречающиеся случаи установки вибросушилок на отечественные виброизоляторы типов ОВ-30, ОВ-31, ОВ-33 [3,с.239; 4,с.195; 6,с.235].

Схема № 1. Система виброизоляции без демпфирования. Безынерционное упругое основание, лишенное демпфирования (рис. 2а).

$$|T(p)| = \frac{1}{1 - \frac{p^2}{c_1} \frac{(c_1 + c_2)}{c_1}}, \quad (1)$$

где c_1 – жесткость основания.

В этих схемах дополнительными исходными данными для расчета параметров системы виброизоляции являются величины m_1 , c_1 и h_1 , характеризующие инерционно-упругие свойства межэтажного перекрытия, которые получают экспериментальным методом осциллографирования и обследованием межэтажного перекрытия, предусматривающими помимо взятия «шурфов» запись свободных колебаний перекрытия при неработающем цехе (возбуждение – импульс единичной силы), а также вынужденных колебаний при различных режимах работы оборудования.

Рис. 1. Принципиальная схема аппарата с горизонтальным вибрирующим лотком с эксцентриковым вибратором

Схема № 2. Система виброизоляции без демпфирования. Инерционное основание, лишенное жесткости и демпфирования (рис. 2б).

$$|T(p)| = \frac{1}{(1 - \frac{p^2}{m_1} \frac{m_2}{m_1})}; \quad (2)$$

где m_1 – масса основания.

Анализируя результаты исследований по схеме № 2 можно сделать вывод, что на частоте вынужденных колебаний вибросушилки, равной $148,6 \text{ с}^{-1}$ (1420

об/мин), при установке ее на виброизоляторы модели ОВ 30-1-1 при значении $P_2 = 1000$ кгс режим виброизоляции отсутствует. Однако, начиная с $P_2 = 1250$ кгс коэффициент передачи на частоте работы вибросушилки становится меньше 1, т.е. система виброизоляции включается в работу.

Рис. 2. Расчетные схемы системы «вибросушилка на виброизоляторах» типа ОВ-30 при установке ее на реальное (нежесткое) основание: а) безынерционное упругое основание, лишенное демпфирования; б) инерционное основание, лишенное жесткости и демпфирования

Рис. 3. Коэффициент передачи системы «вибросушилка на виброизоляторах типа ОВ 30-1-2»

Из проведенного машинного эксперимента следует, что на частоте вынужденных колебаний вибросушилки, равной $148,6 \text{ с}^{-1}$ (1420 об/мин), при

установке ее на виброизоляторы модели ОВ 30-1-2 с собственной частотой перекрытия $f = 16$ Гц ($\omega_1 = 100,48$ сек⁻¹) имеет место режим виброизоляции при всех значениях P_2 , ($P_2 = 1000$ кГц) ... $0,19$ ($P_2 = 2000$ кГц, см. рис.3).

Анализируя результаты исследований можно сделать вывод, что на частоте вынужденных колебаний вибросушилки, равной $148,6$ с⁻¹ (1420 об/мин), при установке ее на виброизоляторы модели ОВ 30-1-1 с собственной частотой перекрытия $f = 16$ Гц ($\omega_1 = 100,48$ сек⁻¹) имеет место режим виброизоляции при всех значениях P_2 , причем коэффициент передачи на частоте работы вибросушилки колеблется соответственно в диапазоне:

$$0,002 (P_2 = 1000 \text{ кГц}) - 0,001 (P_2 = 2000 \text{ кГц}).$$

Расчет, выполненный на основании вышеизложенных теоретических положений, показал, что система виброзащиты с виброизоляторами типа ОВ 30-1-1 уменьшает динамические нагрузки, передаваемые вибросушилкой на межэтажное перекрытие, в 2-3 раза и обеспечивает вибробезопасность аппаратов во всем нормируемом диапазоне частот.

Список используемых источников:

1. Сажин Б.С., Кочетов О.С. Снижение шума и вибраций в производстве: Теория, расчет, технические решения. М., 2001. 319 с.
2. Кочетов О.С. Способы оценки комфортности рабочей зоны // Безопасность труда в промышленности. 2012. № 4. С. 27-30.
3. Синев А.В., Кочетов О.С., Сажин Б.С. Динамические свойства систем виброизоляции. М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2002. 278 с.
4. Синев А.В., Кочетов О.С., Сажин Б.С. Виброзащитные системы технологического оборудования. М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2003. 277 с.
5. Кочетов О.С. Тарельчатый упругий элемент с комбинированным демпфером // Современное общество, образование и наука. Ч. 1. Тамбов: Консалтинговая компания Юком, 2014. С. 65-67.
6. Кочетов О.С. Расчет системы виброзащиты технологического оборудования на межэтажных перекрытиях // Science Time. 2014. № 10. С. 229-238.

© 2016, Кочетов О.С.

Математические модели виброизоляции аппарата с горизонтальным вибрирующим лотком и с эксцентриковым вибратором

© 2016, Kochetov O.S.

Mathematical models of vibration insulation of the device with the horizontal vibrating tray and with the eccentric vibrator