ГАСИТЕЛЬ КОЛЕБАНИЙ УДАРНОГО ТИПА

Хреновский А.С., Пушкарев М.С.
Научный руководитель: Гаврилин А.Н., к.т.н., доцент
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр-т Ленина, 30
E-mail: ssowi@ya.ru

Модель относится к машиностроению и предназначена для защиты от вибраций различных объектов, в частности, металлорежущих станков.

Известен динамический гаситель содержащий пневматический демпфер. Этот гаситель содержит массу, присоединенную к защищаемому объекту посредством упругого элемента, отличающийся тем, что упругий элемент выполнен в виде балки, закрепленной консольно, и прикреплен к защищаемому объекту через корпус и ударный механизм, при этом масса имеет Т-образную форму, в верхней части которой сделан сквозной паз для балки, а в нижней выполнено сквозное резьбовое отверстие для ходового винта, и имеет возможность перемещения за счет применения ходового винта и шагового двигателя от системы управления. /см. патент РФ №98792, кл. F16F7/112, 2006.

Недостатками данного устройства является отсутствие автоматической настройки пневматического демпфера, что существенно снижает эффективность гасителя, гашение колебаний в малом диапазоне, а также небольшой ресурс демпфера.

Задача полезной модели состоит в расширении ее функциональных возможностей, а также полной автоматизации настройки гасителя на рабочую частоту.

Поставленная задача достигается тем, что для гашения изгибных колебаний балки используется ударный механизм (наковальня), которая имеет возможность перемещения за счет применения ходового винта и шагового двигателя от системы управления.

Конструкция устройства поясняется чертежами на рис.1, рис.2, рис.3.

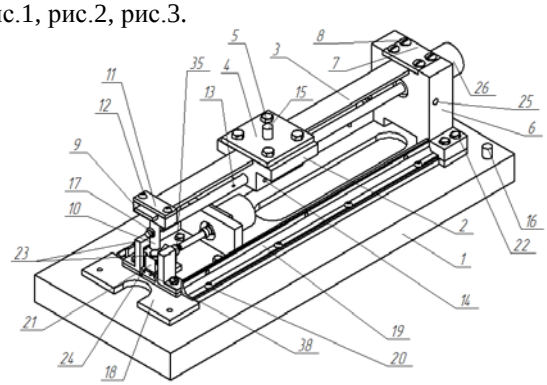

Рис. 1. Общий вид конструкции гасителя

На рис.1. показан общий вид конструкции гасителя. На рис.2 - общий вид в разрезе. На рис.3. – разрез А-А на рис.2. На рис.4. – разрез Б-Б на рис.2. Работа устройства осуществляется следующим образом.

Динамический гаситель жестко крепится при помощи болтов к объекту 1, колебания которого нужно гасить. При возникновении вертикальных колебаний на объекте 1 опосредованно системой управления осуществляется перемещение массы 2 через ходовой винт 13 вдоль упругой балки 3. Балка 3 начинает совершать изгибные колебания, которые гасит подвижная наковальня, нижнее основание 38 которой перемещается опосредованно системой управления через ходовой винт 37.

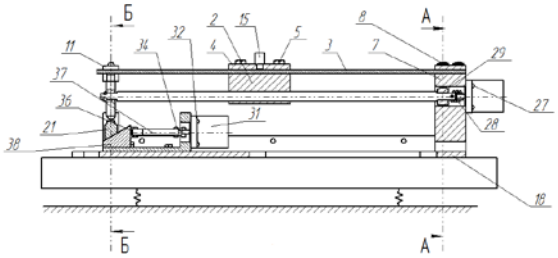

Рис. 2. Общий вид в разрезе

Для гашения колебаний объекта 1 необходимо так настроить гаситель путем изменения жесткости упругой балки 3, чтобы собственная частота гасителя соответствовала частоте вынужденных колебаний объекта 1. В предлагаемой конструкции такая настройка осуществляется автоматически по алгоритму, заложенному в системе управления. А при помощи использования подвижной наковальни увеличиваем диапазон амплитуд и частот изгибных колебаний, совершаемых балкой 3, соответственно настройка будет осуществляться также по алгоритму, заложенному в системе управления.

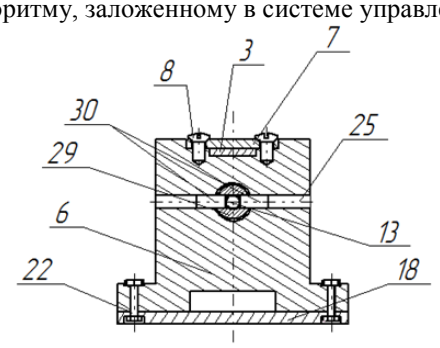

Рис. 3. Разрез А-А

Использование наковальни, позволяет контролировать зазор ударного гасителя между бойком и наковальней. Этот зазор можно устанавливать приблизительно равным нулю, меньше или больше нуля. Если принять его приблизительно равным нулю получится устойчивое гашение колебаний, в требуемом диапазоне, при использовании зазора больше нуля эффективность гасителя возрастет, но могут возникнуть проблемы с пуском гасителя. Использование зазора менее нуля необ-

ходимо, когда требуется обеспечить включение гасителя при определенном уровне возбуждения объекта. Датчик 15, установленный на массе 2, сравнивает частоту колебаний с датчиком 16, установленном н защищаемом объекте 1. При достижении частоты колебания виброгасителя и частоты объекта 1 возникает эффект виброгашения. Муфта 28 перелает крутящий момент от шагового двигателя 26 на ходовой винт 13. Дополнительно рабочий диапазон гасителя можно изменять за счет изменения массы 2, с помощью дополнительных грузов. Рабочий диапазон можно изменять за счет использования изменения жесткости пружин 39. Втулка 29 с роликами 30 обеспечивают движение ходового винта 13 в заданном направлении, остальные движения игнорируются. Подвижная наковальня позволяет изменять коэффициент демпфирования для исключения значительных амплитуд колебаний демпфера.

Предлагаемое устройство гасит поперечные колебания только в заданном направлении.

В отличие от известных устройств, для гашения колебаний, использование предлагаемого динамического гасителя позволяет значительно расширить функциональные возможности, за счет применения двух ходовых винтов и двигателей с системой управления. Процесс настройки гасителя проходит полностью в автоматическом режиме. Отсутствует необходимость в ручной настройке. За счет полной автоматизации отсутствуют большие шаговые погрешности, возникающие при ручной настройке гасителя.

Анализ работы гасителя при помощи моделирования процесса в Matlab R2012a

Составление системы диффуравнений и определение параметров системы:

{m*y1” + b2*(y’2 - y’1) +c1*y1 +c2*(y2- y1) =a*sin (w*t)*t; {m2*y2”+b2*(y’2-y’1)+ c2*(y2- y1) =0;

y1’’-виброускорение объекта; y1’-виброскорость объекта; y2’’-виброускорение шарика; y2’-виброскорость шарика; y1-виброперемещение объекта; y2-виброперемещение шарика; m1-масса объекта; m2-масса шарика; c1-жесткость подвеса объекта; c2-жесткость подвеса шарика; b1-коэффициент демпфирования объекта

$b2 = \frac{1-r^2}{2\pi}\frac{m_1 m_2}{m_1+m_2}\omega$-коэффициент демпфирования ударного гасителя

Составляем набор системы диффуравнений в Matlab, производим ввод графической части.

Метод Рунге-Кутта 4-5 порядка:

[T,Y]=ode45('diffuri',[0:0.2:60],[0 0 0 0]);

T=0:0.2:60; plot(T,Y)

Начальные данные tначал=0 шаг интегрирования d= 0,2 конечное время tконечн = 60с. (60*t)*t – скорость разгона системы.

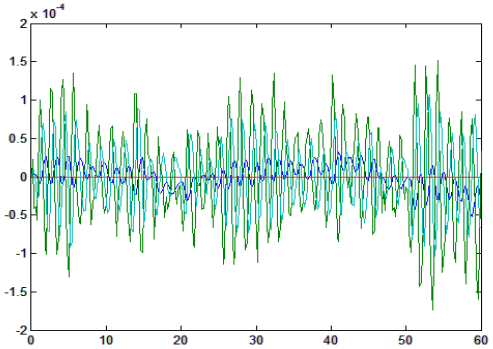

Рис.4.

Поменяем значение зазора z=-0,8

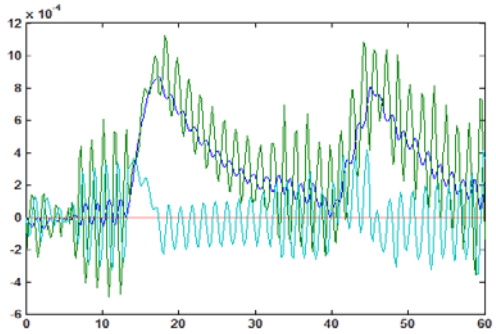

Рис.5.

Поменяем значение зазора z=1

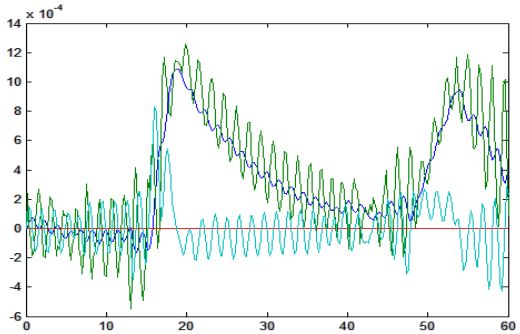

Рис.6.

Выводы: По данным полученным из модели, можно сделать вывод, что наиболее эффективно гаситель работает при значении зазора равным приблизительно нулю. В случае, когда зазор больше нуля или боек поджат, есть шанс возникновения резонансных частот.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вибрации в технике: Справочник. В 6-ти т./Ред. совет: В. Н. Челомей (пред.). —М.: Машиностроение, 1981. — Т. 6. Защита от вибрации и ударов/Под ред. К. В. Фролова. 1981,456 с, ил.
2. Поршнев С.В. Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB. – М.: Телеком, 2003. – 592 с
3. Потемкин В.Г. Вычисления в среде MATLAB. – М.: Диалог-МИФИ, 2004. – 720 с.