

УДК 621.9.04

Обеспечение подавления автоколебаний с помощью применения активного демпфера при фрезеровании

Калинин Вячеслав Николаевич

*Студент - магистр 2 курса,
кафедра «Металлорежущие станки»
Московский государственный технический университет им Н.Э. Баумана (МГТУ им.
Н.Э. Баумана)*

*Научный руководитель: А.А. Молчанов,
доцент, доцент кафедры «Металлорежущие станки»*

Аннотация

При ускоренном перемещении консольных элементов, установленных на крупногабаритных многоцелевых фрезерных и расточных станках, динамическая жесткость системы во время механического процесса обработки заготовки может значительно изменяться и способствовать к потере производительности станка и появлению вибраций. Что в свою очередь приводит к преждевременному износу режущего инструмента, низкому качеству обрабатываемой поверхности заготовки, снижению размерной точности и возникновению шума. В данной статье, для предотвращения перечисленных явлений, рассматривается применение активного демпфирующего устройства, способного на практике увеличить жесткость динамической системы оборудования.

Введение

С целью увеличения жесткости и сохранения виброустойчивости, активное демпфирующее устройство внедряется в торец ползуна, к ближайшему месту возникновения колебаний. С целью точного считывания поведения системы по датчикам и активного изменения динамической системы, за счет подачи ответных вибраций определенной амплитуды и частоты при отклонении от заданного значения.

Демпфирующее устройство

Активный демпфер состоит из основных элементов (рисунок 1):

1. Корпус привода
2. Подвижная масса, находящаяся в центре корпуса.
3. Линейный двигатель, закреплённый на подвижной массе.
4. Упругие элементы (пружинная сталь EN 1CS67)
5. Резиновые концевые упоры

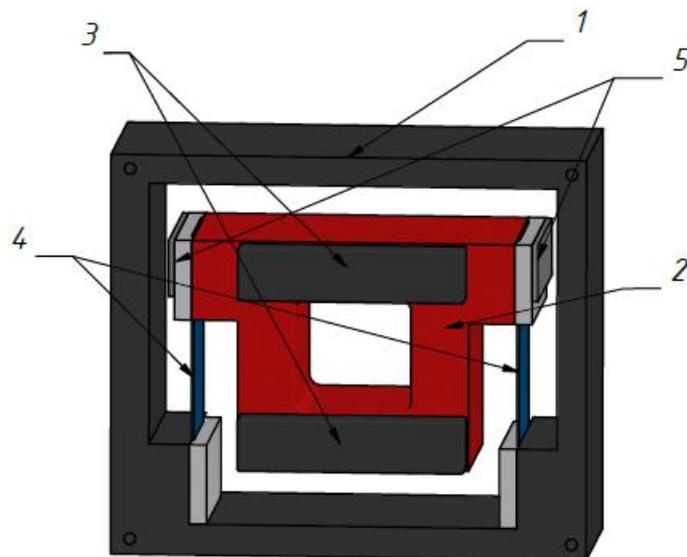


Рисунок 1 - 3D модель активного демпфера

Активный демпфер непосредственно установлен с обеих сторон ползуна фрезерно-расточного станка фирмы SRALUCE модели FXR-10000 (рисунок 2).

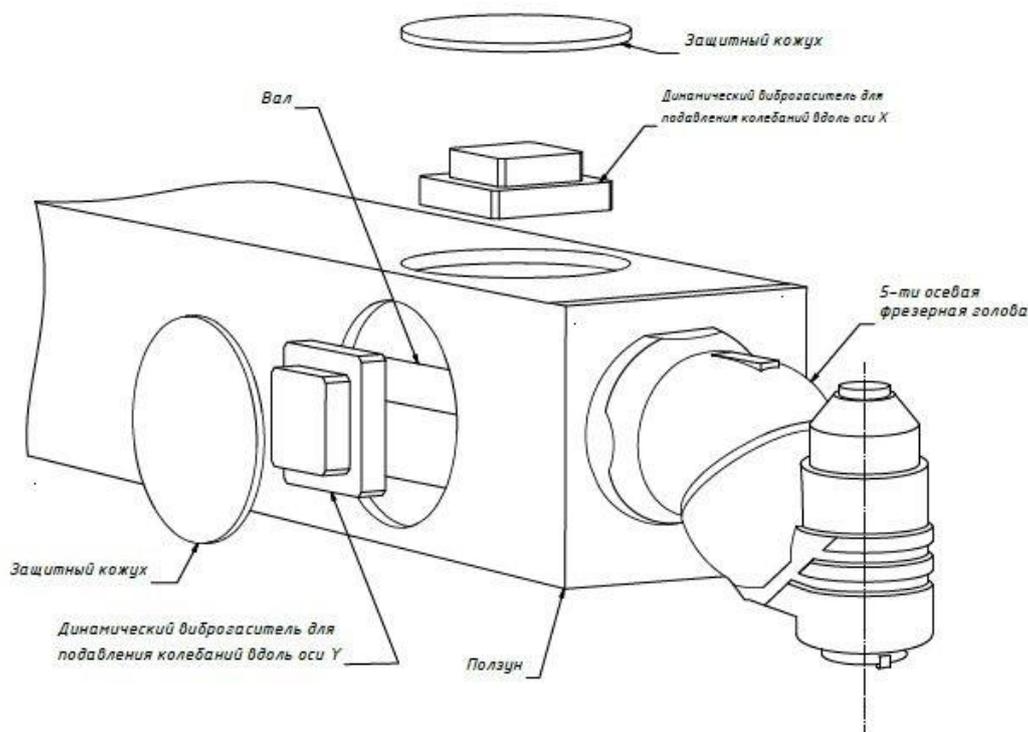


Рисунок 2 - Расположение динамического виброгасителя в ползуне

Таким образом, ползун возможно представить в виде основного осциллятора, в котором встроен дополнительный осциллятор в виде виброгасителя (рисунок 3), и соединенные между собой пружиной. Так, при возникновении колебаний во время механической обработки, ползун передает энергию демпфирующему устройству, который в свою очередь, начинает воздействовать на полученную энергию в

противофазе за счет линейных приводов, тем самым компенсируя отклонения рабочего узла и увеличивая его жесткость.

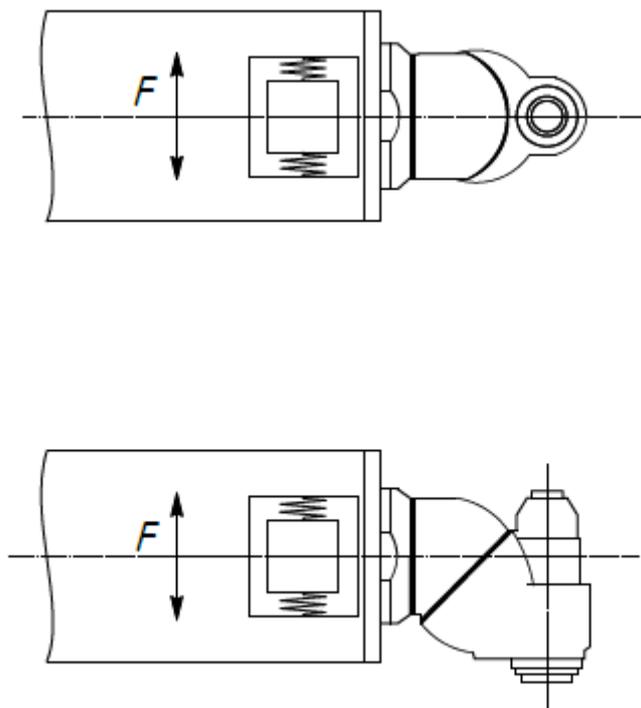


Рисунок 3 - Перемещение активной массы в ползуне

Эксперимент

Для предоставления достоверности увеличения жесткости динамической системы фрезерно-расточного станка фирмы Soraluce модели FXR-10000, был проведен эксперимент, заключающийся в фрезеровании поверхности магниевого сплава МЛ – 5 торцевой фрезой. Диаметр торцевой фрезы – 160 мм, количество зубьев фрезы – 8. В процессе проведения эксперимента, изменялась только глубина резания и скорость вращения шпинделя, скорость подачи и ширина фрезерования оставались постоянной. Параметры режимов фрезерования представлены в таблице 1.

Таблица 1. Параметры режимов резания

Кол-во проведенных экспериментов	1	2	3	4
Глубина резания (мм)	3	4	4.5	5
Скорость вращения шпинделя (об/мин)	360		550	
Ширина фрезерования (мм)	120			
Скорость подачи (мм/мин)	420			

Эксперименты проводились при не активированной и активированной системы подавления колебаний.

Так, при фрезеровании заготовки при выключенной системы, на глубине в 4.5 мм и скорости вращения шпинделя в 550 об/мин - были заметны колебания ползуна, шума и неудовлетворительного качества обрабатываемой поверхности (рисунок 4). На рисунке 5 представлен возмущающий пик. При активации демпфирующего устройства, как заметно на рисунке 6, исчезает вынужденный пик и качество обработанной поверхности значительно становится выше (рисунок 7).

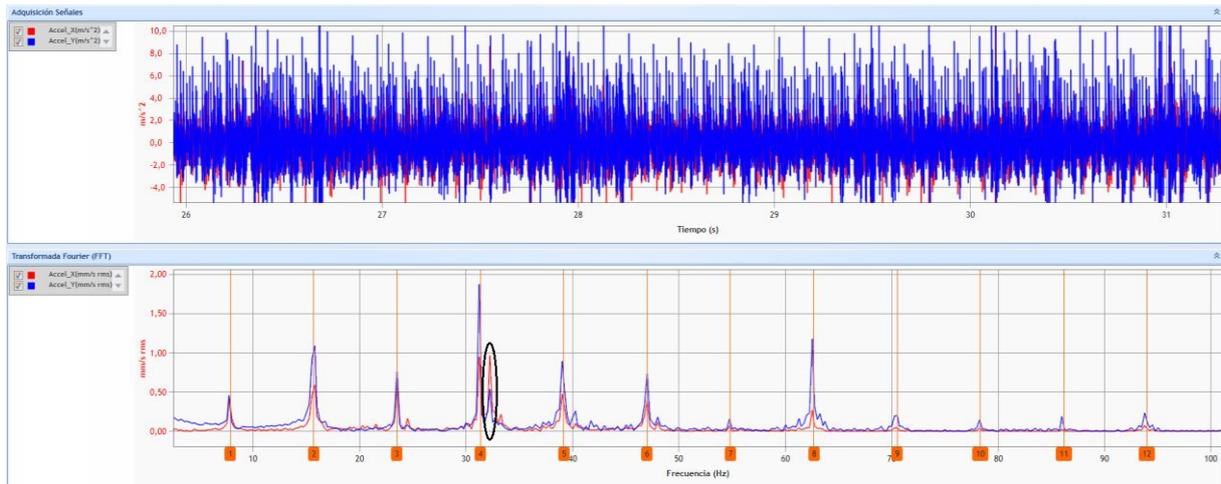


Рисунок 4 - Динамическая система не активирована

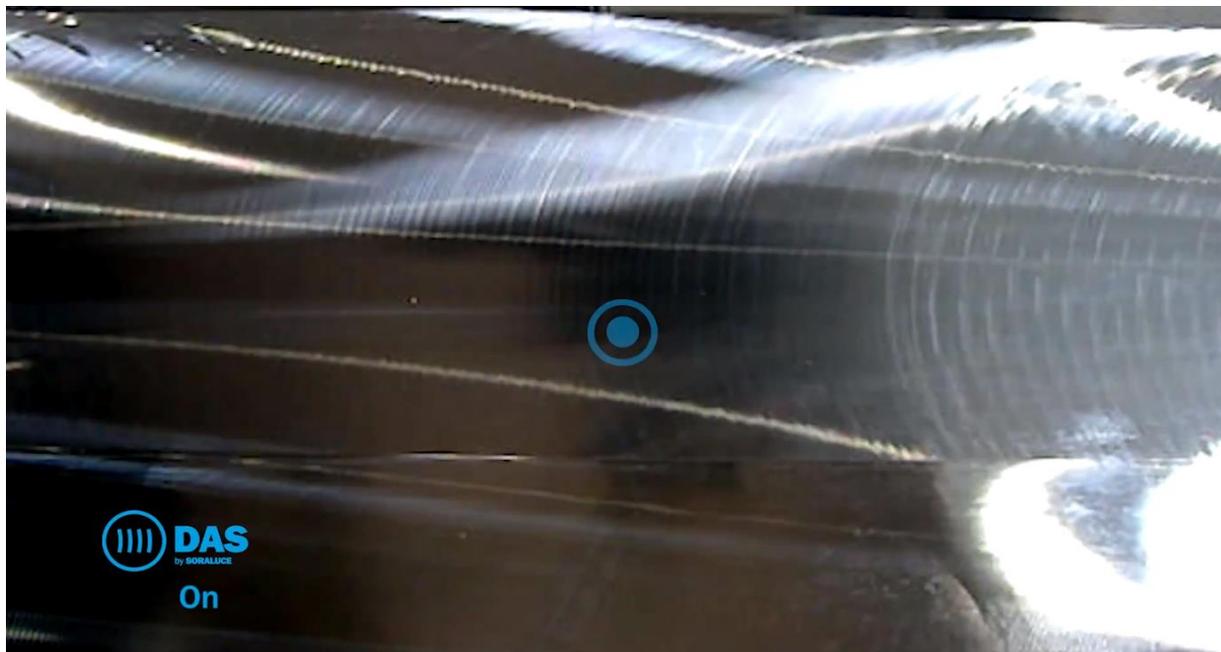


Рисунок 5 - Качество обрабатываемой поверхности при не активированной системе

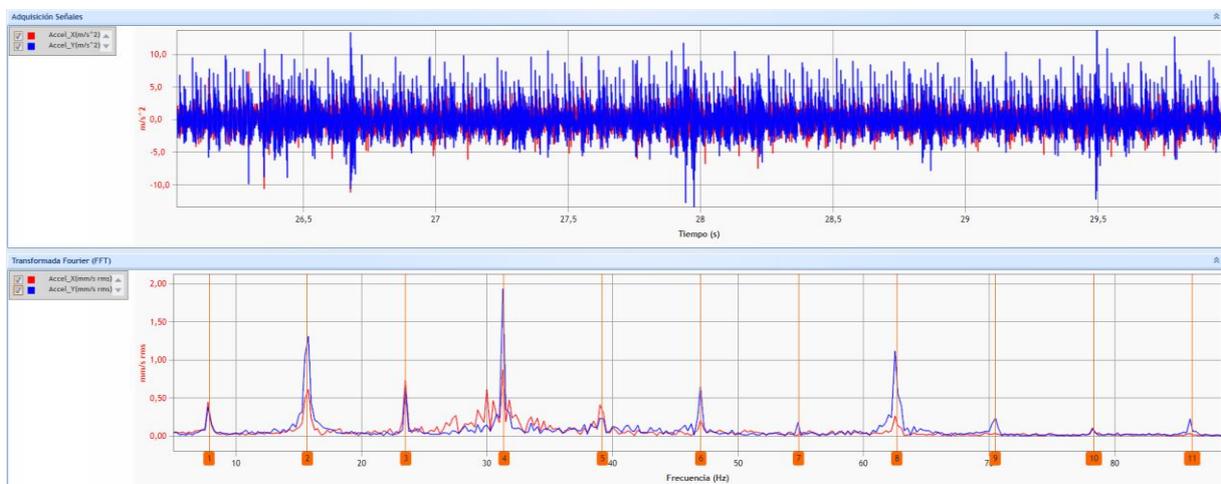


Рисунок 6 - Динамическая система активирована



Рисунок 7 - Качество обрабатываемой поверхности при активированной системе

Заключение

В данной работе описывается основное применение активного виброгасителя, его конструкция и принцип действия. В приведенном эксперименте рассматривается функциональное и практическое применение динамического виброгасителя. Выполнен ряд экспериментов при обработке заготовки, с изменением скорости вращения шпинделя и глубины резания. Применение данного устройства, интегрированного в данный тип станка, значительно увеличила жесткость системы, доказанной конкретным примером обработки заготовки и сравнением качества поверхности.

Литература

1. *Dijk N., van de Wouw N., Doppenberg E., Oosterling H., Nijmeijer H.* Robust active chatter control in the high-speed milling process - IEEE Transactions on Control Systems Technology. – 2012. – Vol.20. – Iss.4. – P. 901–917.
2. *Munoa J., Beudaert X., Dombovari Z., Altintas Y., Budak E., Brecher C., Stepan G.* Chatter suppression techniques in metal cutting // CIRP Annals – Manufacturing Technology. – 2016. – Vol. 65. – P. 785–808.
3. *Altintas Y.* Metal cutting mechanics, machine tool vibration and CNC design - Cambridge University press – 2010 – P.612-613.