

4. Кремлевский П. П. Расходомеры и счетчики количества веществ: справочник / П. П. Кремлевский. – 5-е изд., перераб. и доп.. – СПб.: Политехника, 2002-2004. Кн. 2: Расходомеры: обтекания, силовые, тепловые, оптические, ионизационные, ядерно-магнитные, концентрационные, меточные, корреляционные, вихревые, электромагнитные, ультразвуковые (акустические). – 2004. – 412 с.

## **ПНЕВМАТИЧЕСКИЙ ГАСИТЕЛЬ КОЛЕБАНИЙ**

*Хайруллин А.Р.<sup>1</sup>, Мельнов К.В.<sup>1</sup>, Глиненко Е.В.<sup>2</sup>*

*Томский политехнический университет*

*Научные руководители:*

<sup>1</sup>*Гаврилин А.Н., к.т.н., доцент кафедры автоматизация и роботизация в машиностроении*

<sup>2</sup>*Мойзес Б.Б., к.т.н., доцент кафедры физических методов и приборов контроля качества*

Повышение качества и надежности работы технологических систем является актуальной темой. Для решения этой задачи можно выделить несколько групп методов, основными из которых являются технологические и конструкционные. К технологическим методам относится изменение режимов механообработки (подача, частота вращения шпинделя, глубина резания). К конструкционным методам относят установку специальных устройств, представляющих собой механизмы для повышения жесткости, снижения уровня вибраций, что позволяет значительно увеличить время стойкости инструмента, долговечности срока эксплуатации технологического оборудования технологической системы (ТС) [1–4].

К основным методам повышения жесткости системы относятся: геометрическая правильность стыковых поверхностей (плоскостность, цилиндричность) и чистота их обработки, уменьшение числа стыков конструкции, состояние и расположение некоторых слабых звеньев узла, центричность приложения нагрузки к стыку, создание предварительного натяга и т.п.

Как известно жесткость несущих элементов технологического оборудования на 70-80 % зависит от наличия стыков, вследствие чего работу ТС можно условно разделить на две зоны: «низкой» и «высокой» жесткости. Для увеличения жесткости ТС прикладывается некоторая сила натяга  $F_n$ , которая приводит к смещению

характеристики соотношения деформация-сила (рис.1). При этом достигается значительное повышение точности и качества обработки детали, повышается время стойкости работы инструмента, а также надежность работы ТС. Следует отметить, что указанный эффект достигается при малых экономических затратах.

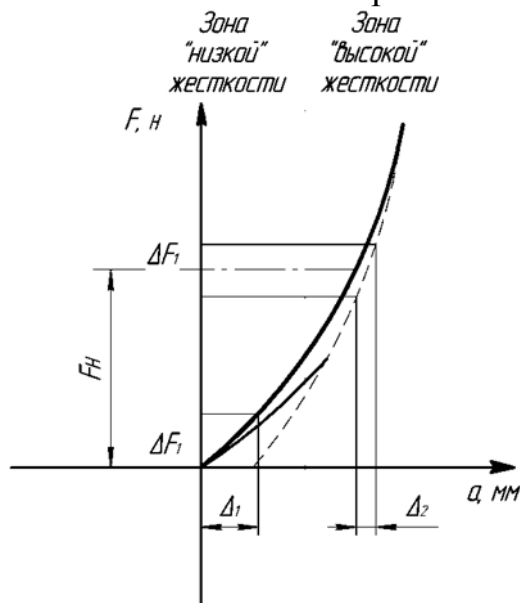
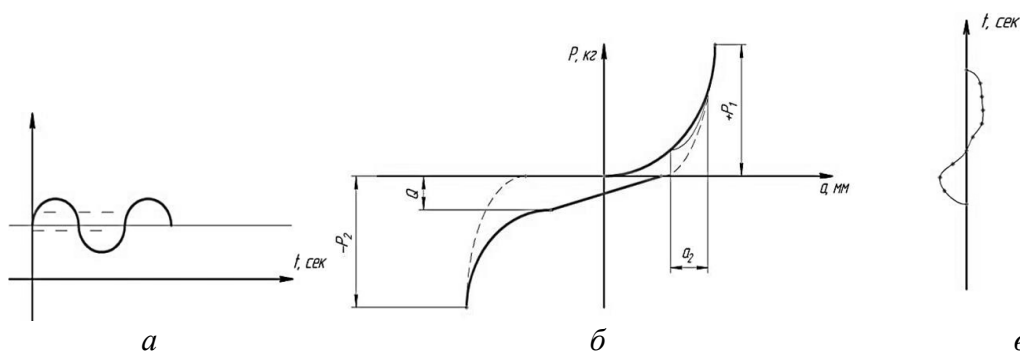


Рис. 1. График показывающий зависимость между прилагаемой силой и деформацией ТС

В зоне «малой» жесткости при работе возникает люфт в соединении, который сказывается на качестве обработки детали. В зоне «высокой» жесткости люфт отсутствует и жесткостная характеристика имеет зависимость, приведенную на рис. 2 [5].



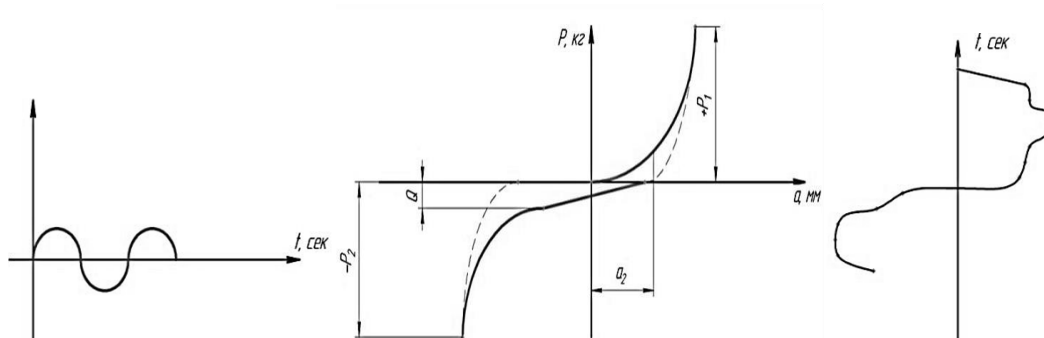


Рис.2 Форма виброперемещений при динамическом нагружении механического узла гармоническим законом: а) закон нагружения при наличии силы натяжения; б) картина вибрации в зоне «высокой» жесткости (при отсутствии люфта) в) амплитуда колебаний при наличии силы натяжения; г) закон нагружения без наличия силы натяжения д) картина вибрации в зоне «низкой» жесткости (при наличии люфта) е) амплитуда колебаний при наличии силы натяжения

Из анализа этой зависимости можно сделать вывод о повышении жесткости системы и снижении люфта в исполнительном органе ТС за счет создания предварительного натяга.

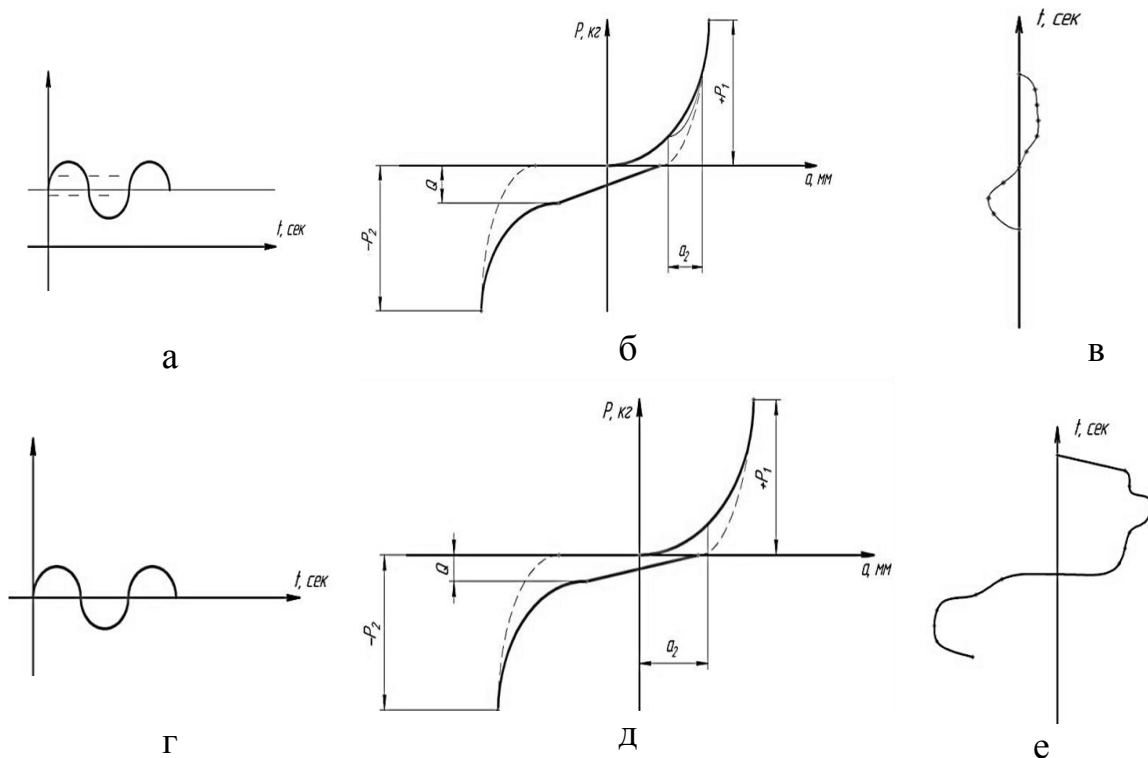


Рис.2 Форма виброперемещений при динамическом нагружении механического узла гармоническим законом: а) закон нагружения при наличии силы натяжения; б) картина вибрации в зоне «высокой» жесткости (при отсутствии люфта)

- в) амплитуда колебаний при наличии силы натяжения;
- г) закон нагружения без наличия силы натяжения
- д) картина вибрации в зоне «низкой» жесткости (при наличии люфта)
- е) амплитуда колебаний при наличии силы натяжения

Таким образом, для повышения жесткости подвижных элементов, например, винтового или реечного зубчатого зацепления, можно применить метод создания предварительного натяга. Обычно это осуществляется за счет подвеса груза, однако такое решение зачастую увеличивает динамические нагрузки в ТС за счет увеличения инерционности системы. Существуют решения для создания предварительного натяга при помощи пневмопружины, однако из-за ограниченности хода и невозможности оперативно изменять силовые характеристики таких пружин применение таких решений отчасти нивелируется.

Из анализа приведенной зависимости можно сделать вывод, что в зоне «высокой» жесткости, возникающие деформации, имеют меньшую амплитуду и ближе к гармоническому сигналу, по сравнению с деформациями при наличии люфта при работе системы в зоне «малой» жесткости [6].

Разрабатываемый пневматический гаситель (рис. 3) призван устранить указанные недостатки при простом конструктивном исполнении и надежности работы. В результате планируется достижение повышения жесткости и снижения вибрации.

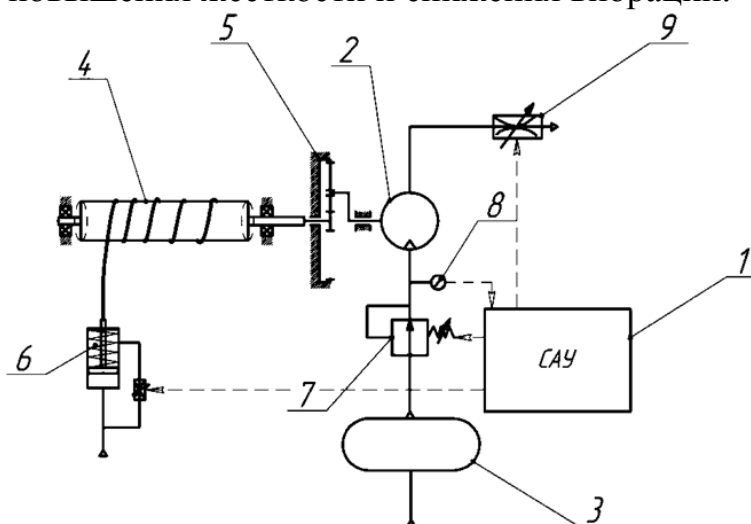


Рис. 3. Принципиальная схема пневматического гасителя:

- 1 – система автоматического управления; 2 – пневматический мотор;
- 3 – ресивер; 4 – барабан; 5 – планетарный редуктор; 6 – демпфирующее устройство, состоящее из пневмоцилиндра и дросселя; 7 – редукционный клапан; 8 – манометр; 9 – дроссель

Устройство для создания предварительного натяга ходового винта заключается в следующем. По пневматической линии воздух под требуемым давлением поступает к ресиверу 3. Через редукционный клапан 7 воздух поступает на пневмомотор 2 и через дроссель 9 сбрасывается в атмосферу. Дроссель 9 служит для управления режима работы пневмомотора 2, создавая крутящий момент, передающийся на барабан 4. При наматывании на барабан 4 канат натягивается и вытягивает шток демпфирующего устройства 6. Демпфирующее устройство 6 связано с исполнительным органом технологического оборудования, в котором необходимо снизить люфт.

Дифференциальное уравнение, описывающее работу пневматического гасителя, имеет вид:

$$m\ddot{x} + \alpha\dot{x} + Cx = F_t,$$

где закон изменения  $F_t$  принимает значения от

$$F_t = \begin{cases} F_a \sin \omega t, & \text{в зоне малой жесткости} \\ F_H + F_a \sin \omega t, & \text{в зоне высокой жесткости} \end{cases}.$$

Данная математическая модель позволит провести теоретические исследования работы пневматического гасителя колебаний.

### Список информационных источников

1. Гаврилин А.Н., Мойзес Б.Б. Метод оперативной диагностики металлорежущего станка для обработки заготовок типа тел вращения // Контроль. Диагностика. – 2013. – №9 – С. 81-84.
2. Конструктивные методы повышения виброустойчивости металлорежущего оборудования. Гаврилин А.Н., Мойзес Б.Б., Черкасов А.И. Контроль. Диагностика. 2013. № 13. С. 82-87.
3. Метод снижения уровня вибраций при механической обработке Гаврилин А.Н. Контроль. Диагностика. 2013. № 11. С. 23-26.
4. Gavrilin, A., Moyzes, B., Zharkevich, O. Constructive and processing methods of reducing vibration level of the metalworking machinery elements. Journal of Vibroengineering, 17 (7), pp. 3495-3504.
5. Болдин Л.А. Металлорежущие станки. Вопросы эксплуатации. – М.: МАШГИЗ – 1957. – 260 с.

6. Пат. РФ 2106551, МКП F16F15/03. Магнитореологический виброгаситель / Кудряков Ю.Б., Крылов Н.И., Шурыгин М.Н., Щелыкалов Ю.Я. – Опубл. 10.03.1998. – 3 с.

## **ПРИМЕНЕНИЕ НАНОТЕХНОЛОГИИ В МАШИНОСТРОЕНИИ**

*Хабаров А.Н.*

*Юргинский технологический институт*

*Томского политехнического университета, г. Юрга*

*Научный руководитель: Федосеев С.Н., ассистент кафедры  
металлургии черных металлов*

Нанотехнологии представляют собой огромные выгодные условия для их внедрения в производство автомобилей. Можно сказать, что буквально каждый узел, каждая деталь могут быть в значительной степени улучшены.

На данный момент изобретены легко очищающиеся и водоотталкивающие покрытия для материалов, которые в свою основу включают использование диоксида кремния ( $\text{SiO}_2$ ).

Когда это вещество представлено в форме наночастиц это оно получает новые свойства, а именно, высокую поверхностную энергию, которая помогает частицам диоксида кремния при высушивании коллоидного раствора плотно соединяться с разными поверхностями, а именно к похожему по своему составу стеклу, и этим образуя, сплошной слой наноразмерных выступов. Поверхность становится гидрофобной.

Толщина таких покрытий наноразмерно, поэтому они абсолютно невидимы, и из-за их биоинертности кремнезема безопасны для здоровья человека и экологии. Они устойчивы к ультрафиолету и выдерживают температуры до  $400\text{ }^\circ\text{C}$ , а действие эффекта этого покрытия держится около четырех месяцев.

Технология самоочищающихся поверхностей основывается на применении диоксида титана ( $\text{TiO}_2$ ). Когда ультрафиолетовое излучение попадает на нанопокрывтие из диоксида титана осуществляется фотокаталитическая реакция. Во время этой реакции испускаются частицы, которые отрицательно заряжены - электроны, и вместо них остаются заряженные ионы. Из-за сочетания плюсов и минусов на поверхности, покрытой катализатором, молекулы воды,