

УДК 539.3

П.Л. Павлов (5 курс, каф. ТМ), П.Ю. Гедько (асп. каф. "Автоматы"),
А.С. Семёнов, к.ф.-м.н., доц., А.Б. Смирнов, д.т.н., проф.

АНАЛИЗ СОБСТВЕННЫХ ЧАСТОТ И ФОРМ КОЛЕБАНИЙ НЕСООСНОГО ПОЛОГО ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ЦИЛИНДРА

Определение собственных частот и форм свободных колебаний полого пьезоэлектрического цилиндра, являющегося основным элементом привода пьезокерамического актюатора микроробота, требуется для обеспечения корректного управления его движением при задаваемом вынуждающем гармоническом воздействии. На практике актюаторы не обладают идеальной цилиндрической формой. Целью данной работы является исследование влияния несоосности внешней и внутренней цилиндрических поверхностей на частоты и формы свободных колебаний актюатора.

Пьезопровод приводит в движение сферический шарнир, который имеет три степени подвижности и представляет собой шар, установленный на опору – пьезокерамическую трубку, которая является приводным элементом. Усилие с пьезопровода на шар передается за счет силы трения, точность привода обеспечивается чистотой обработки поверхности шара. Сферический шарнир позволяет изменять усилие прижима шара к опорам при помощи дополнительной нагрузки, что повышает нагрузочную способность микроробота (рис. 1).



Рис. 1. Внешний вид.

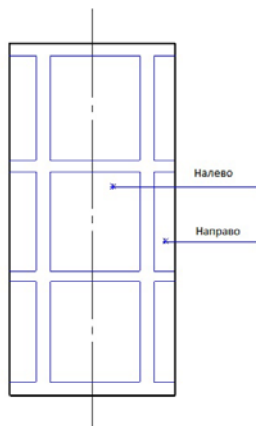


Рис. 2. Подача питания.

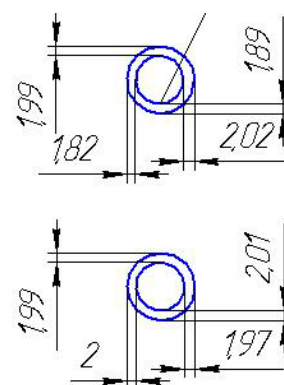


Рис. 3. Пример несоосности.

Для нагружения трубки используется источник электропитания, который обеспечивает следующие параметры: частота тока 34 кГц, амплитуда 400 В. Система работает на резонансных частотах. Направление движения задается выбором электрода трубки (рис. 2).

Вращение шара обусловлено разнотолщинностью пьезотрубки. При подаче переменного напряжения на один электрод возникает пульсирующая неоднородная деформация пьезоэлектрика, которая приводит вследствие наличия сил трения к сложному комбинированному вращательному и возвратно поступательному движению шара. Чем выше качество обработки шара, тем лучше показатели привода.

Так как привод работает на ультразвуковой частоте, можно получить хорошую разрешающую способность и, соответственно, высокую точность позиционирования до 0,1 мкм.

Результаты расчета первых 16 собственных частот и форм свободных колебаний полого соосного и несоосного пьезоэлектрического цилиндра показаны на рис. 4. Расчеты выполнены на основе использования метода конечных элементов с применением метода Ланцоша для нахождения собственных чисел матриц. В расчетах использовались характеристики материала соответствующие поликристаллической пьезокерамике ЦТС-19.

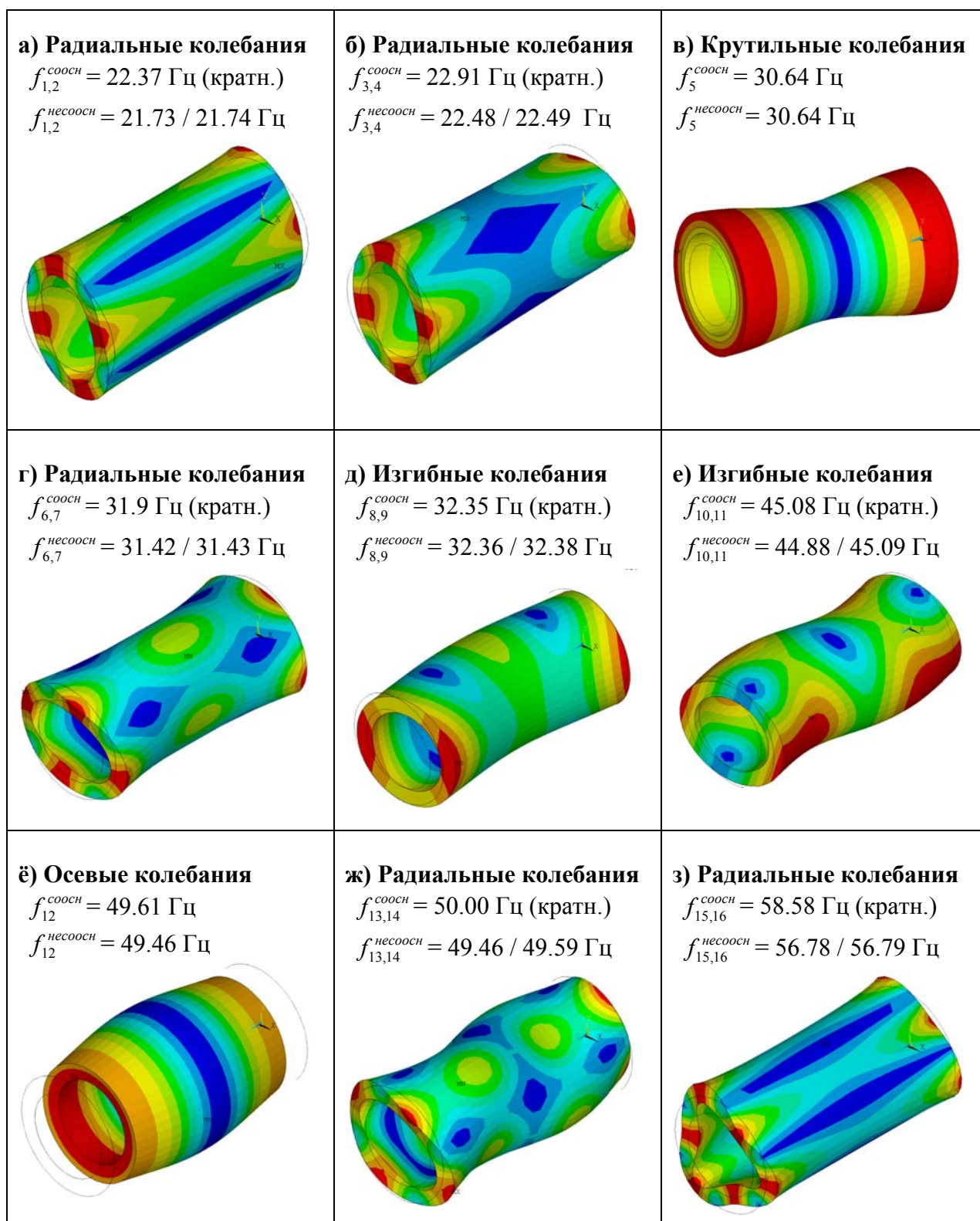


Рис. 4. Собственные частоты и формы свободных колебаний полого соосного и несоосного пьезоэлектрического цилиндра.

Полученные результаты показали, что наблюдаются незначительные отличия в значениях собственных частот (менее 3.1%) для соосного и несоосного цилиндров, в то время как, отличия в геометрии форм колебаний являются более существенными.