УДК 621.391

<u>*УСПЕНСКИЙ Б.В.,*</u> *АВРАМОВ К.В.,* докт. техн. наук

НЕЛИНЕЙНЫЕ ФОРМЫ КОЛЕБАНИЙ ОДНОДИСКОВОГО РОТОРА

Ротора являются неотъемлемой частью многих технических систем. В связи с этим, важным становится вопрос о характере движения ротора в условиях непрерывного вращения. Рассмотрение колебаний ротора в случае одной или двух нелинейно-упругих опор может позволить выбором параметров опор и самого ротора, а также рациональным управлением вращением ротора уменьшить износ самого ротора и взаимодействующих с ним деталей, увеличить долговечность конструкции и эффективность её работы.

Рассматривается система, указанная на рисунке. Система представляет собой однодисковый ротор на гибком валу, закреплённом на одной нелинейно-упругой и одной жёсткой опоре. Точка закрепления диска смещена относительно его центра масс на малый эксцентриситет.

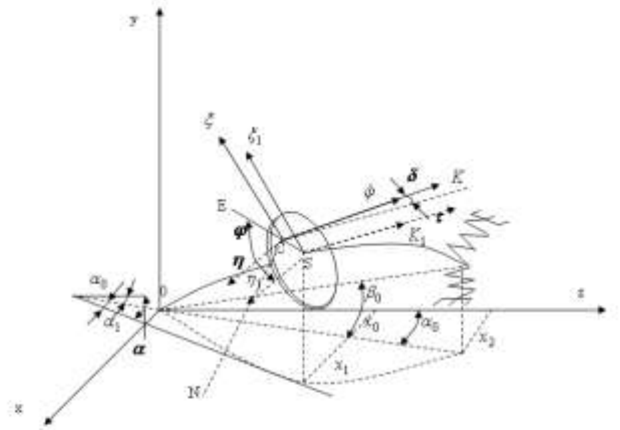

Рис. 1 – Схема системы

Движение системы описывается 4 обобщёнными координатами: линейными x и y, характеризующими смещение точки закрепления, и угловыми α и β, характеризующими поворот диска ротора.

Рассматривается движение системы под воздействием непрерывной подачи энергии в форме вращения с постоянной угловой скоростью, в условиях внутреннего и внешнего резонансов.

Уравнения движения системы, полученные в виде уравнений Лагранжа 2 рода, исследуются с помощью метода многих масштабов. Решения уравнений нулевого приближения представляются в форме:

$$x_0 = C_1 e^{i\sqrt{A}\tau_0} + \overline{C}_1 e^{-i\sqrt{A}\tau_0}; \, y_0 = C_2 e^{i\sqrt{A}\tau_0} + \overline{C}_2 e^{-i\sqrt{A}\tau_0}$$

$$\alpha_0 = \xi_1 e^{i\omega_1\tau_0} + \overline{\xi}_1 e^{-\omega_1\tau_0} + \xi_2 e^{i\omega_2\tau_0} + \overline{\xi}_2 e^{-\omega_2\tau_0} + \xi_н e^{i\sqrt{\mathrm{A}}\tau_0} + \overline{\xi}_н e^{-\sqrt{\mathrm{A}}\tau_0}$$

$$\beta_0 = \zeta_1 e^{i\omega_1\tau_0} + \overline{\zeta}_1 e^{-\omega_1\tau_0} + \zeta_2 e^{i\omega_2\tau_0} + \overline{\zeta}_2 e^{-\omega_2\tau_0} + \zeta_н e^{i\sqrt{\mathrm{A}}\tau_0} + \overline{\zeta}_н e^{-\sqrt{\mathrm{A}}\tau_0},$$

где C_1, C_2, ξ_1, ξ_2 - комплексные произвольные постоянные, не зависящие от быстрого масштаба времени, однако в общем случае медленно изменяющиеся в масштабе времени τ_1.

При рассмотрении уравнений первого приближения основное внимание уделялось поиску медленной зависимости C_1, C_2, ξ_1, ξ_2. Для этого из условия исключения секулярных членов была построена система 4 модуляционных уравнений в комплексных переменных в форме нелинейных дифференциальных уравнений первого порядка. Преобразованием переменных эта система была приведена к 8 уравнениям в действительных переменных, разрешённым относительно производных.

Был проведен поиск неподвижных точек этой системы путём численного разрешения соответствующей системы 8 алгебраических уравнений. Получены зависимости неподвижных точек C_1, C_2, ξ_1, ξ_2 системы от параметра расстройки.

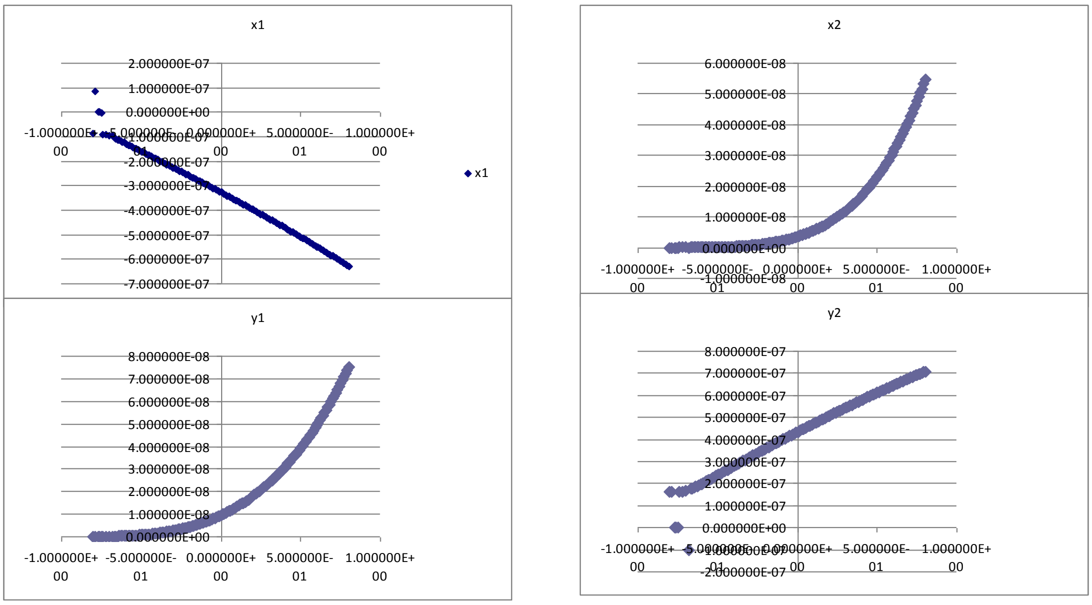

Рис. 2 – Зависимости решений модуляционных уравнений от параметра расстройки

Переменные, соответствующие угловым координатам, практически на всём исследуемом интервале изменения параметра расстройки оказались равны 0, за исключением узкого участка. Явления на этом участке будут исследованы более подробно позже.

Таким образом, при рассмотрении равномерных колебаний системы, равномерная прецессия в системе при большинстве значений параметра расстройки происходит на частоте собственных колебаний линейных обобщённых координат.

Список литературы: ***1.*** *Найфэ А.* Введение в методы возмущений. М.: Мир. – 1984. – 631с. ***3.*** С*токер Дж.* Нелинейные колебания в механических и электрических системах. М.: Издательство иностранной литературы. – 1953. – 256с. ***4.*** *Филиппов А.П.* Колебания механических систем. К.: Наукова думка. – 1965. – 716 с.