

Как замкнутый тонкостенный тор рассматривается оболочка, выдерживающая статическое и динамическое давление атмосферы и способная упруго растягиваться до выхода из плотной атмосферы и отделения от ротора. Форма оболочки в сечении может варьироваться от круговой до хорошо обтекаемой каплеобразной.

В рамках принятой модели ротора и оболочки и других оговоренных выше ограничений и свойств определим следующее.

1. Общие условия, необходимые для вывода ротора на заданную круговую орбиту радиуса R_k : величину стартовой скорости V_{p0} ротора, соотношения между исходными параметрами в начале радиального движения, моменты разделения на фрагменты, длины участков упругого и фрикционного расширения и т. д.

2. Параметры управляющего воздействия – в данном случае силы трения – для гашения энергии ротора в радиальном движении с целью неколебательного вывода на орбиту.

3. Параметры радиального и вращательного движения ротора – положение, скорость, ускорение на различных этапах, время движения в режимах аperiодического движения и свободных колебаний и т. д.

4. Условия на конечном этапе, обеспечивающие в положении, определяющем заданную орбиту, одновременное обращение в нуль радиальной скорости, радиального ускорения и деформации фрагментов ротора, что является необходимыми условиями для дальнейшего движения ротора на этой орбите.

1.2. Дифференциальные уравнения движения элемента системы «ротор – оболочка» в атмосфере

Исследуем влияние упругих сил, представляющих собой внутренние силы системы, на ее движение. Рассмотрим элемент, состоящий из дуги ротора и окружающей его оболочки с начальной длиной l и массами m_p и m_o (рисунок 13). В качестве обобщенных координат системы принимаем угол поворота φ и текущий радиус r_p орбиты ротора. Кинетическая энергия элемента системы

$$K = \frac{1}{2} (m_p r_p^2 \dot{\varphi}^2 + m \dot{r}_p^2),$$

где $m = m_o + m_p$; $\dot{\varphi} = \frac{d\varphi}{dt}$ – угловая скорость ротора; $\dot{r}_p = \frac{dr_p}{dt}$ – радиальная скорость ротора и оболочки.

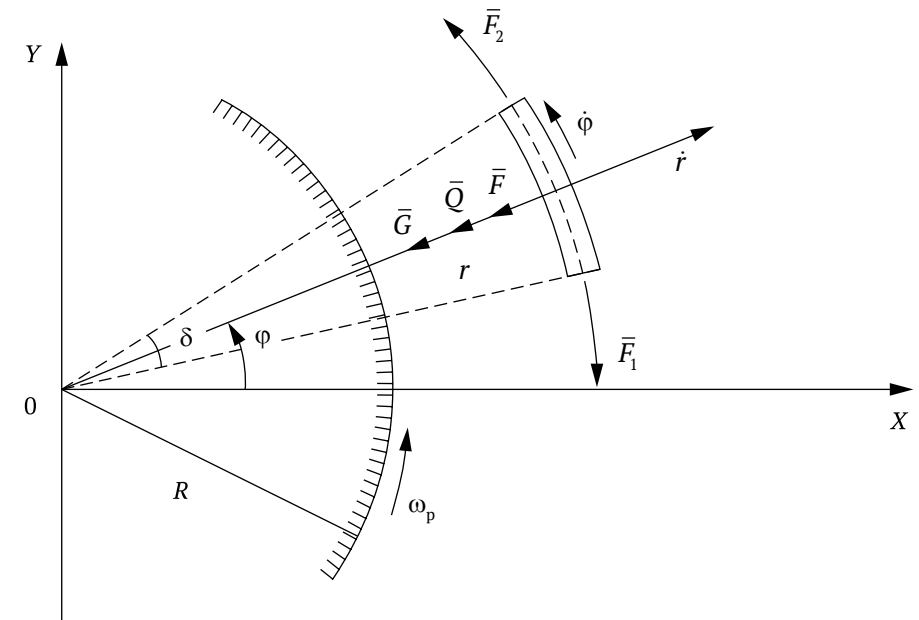


Рисунок 13 – Схема движения элемента системы «ротор – оболочка»

Силы, действующие на выделенный элемент системы:

1. Сила притяжения к центру Земли

$$G = mg \frac{R^2}{r_p^2}, \quad (1.1)$$

где g – гравитационное ускорение на экваторе [4]; R – радиус экватора.

2. Силы упругости F_1, F_2 , действующие на концах элемента со стороны остальной части системы «ротор – оболочка», при этом $F_1 = F_2 = F$, $F = C\Delta L$, где $C = C_o + C_p$ – суммарная жесткость ротора – оболочки; $\Delta L = 2\pi(r_p - R)$ – удлинение системы «ротор – оболочка». Равнодействующая F сил $\vec{F}_1$ и $\vec{F}_2$ приложена в центре элемента и направлена по радиусу к центру Земли; ее модуль $F = 2F_1 \sin \frac{\delta}{2}$, где $\delta = l/R$ – центральный угол дуги l . Ввиду малости δ запишем $F = \delta F_1$, тогда

$$F = 2\pi Cl \left(\frac{r_p}{R} - 1 \right).$$