

$$F(x') = \frac{l}{R} F_{\text{упр}}(x') = 2\pi l(C + C_0)\Delta x,$$

или

$$f(x') = \frac{F(x')}{(m + m_0)R} = \frac{2\pi l(C + C_0)}{mR(1 + \mu_0)} = \frac{K}{1 + \mu_0}\Delta x = K_0\Delta x. \quad (2.14)$$

2.3. Радиальное движение системы с остановкой в положении $x = x'$

В положении $x = x' = x_0 + \Delta x$, где $\Delta x = H_a/R$, H_a – высота плотных слоев атмосферы, ротор и оболочка разделяются на фрагменты с телескопическими соединениями, при этом возможна разгерметизация оболочки. Система совершает радиальное движение со скоростью, определяемой формулой (2.12); фрагменты системы в момент разделения упруго растянуты силами (2.13) и имеют относительную деформацию Δx .

Для предотвращения резкого сжатия растянутых фрагментов необходима компенсация упругих сил, например, силами трения между фрагментами ротора и оболочки. Определим параметр μ_0 , связанную с ним стартовую массу m_0 элемента оболочки и параметры сил трения так, чтобы при радиальном движении ротор и оболочка остановились в заданном положении $x_1 > x'$, имея нулевую деформацию.

Закон изменения сил трения $F_{\text{тр}}$ определим, потребовав равенства их упругим силам в момент разделения на фрагменты и обращения в нуль в точке x_1 вместе с упругими силами и деформациями. Исходя из этого, зададим закон изменения $F_{\text{тр}}$ на участке $[x', x_1]$ линейной функцией:

$$F_{\text{тр}}(x) = F_{\text{упр}}(x') \frac{x_1 - x}{x_1 - x'}, \quad x' \leq x \leq x_1.$$

С уменьшением силы $F_{\text{тр}}$ будет уменьшаться равная ей результирующая сила упругого напряжения фрагментов ротора и оболочки, а также их упругая деформация, обращаясь в нуль в точке x_1 . В этой точке равны нулю радиальная скорость и радиальное ускорение. Дальнейшее движение системы происходит в обратном направлении от положения x_1 в направлении x_0 , а затем обратно. При таком колебательном движении часть энергии расходуется на преодоление сил сопротивления атмосферы и работу сил трения, при этом амплитуда колебаний уменьшается.

Чтобы не допустить обратного движения в момент остановки системы в точке x_1 и чтобы радиальное ускорение изменило знак, и система возобновила радиальное движение в сторону от Земли, предполагается сброс отдельных фрагментов оболочки.

При этом ввиду отсутствия деформаций и напряжений ни ротор, ни оставшиеся на нем и поддерживаемые электромагнитными силами фрагменты оболочки не изменяют своих размеров и формы.

Существует возможность вакуумную оболочку выполнить многослойной и сброс осуществлять либо целыми слоями, либо отдельными частями этих слоев, при этом отпадают многие сложные вопросы функционирования системы «ротор – оболочка», например, вопрос о локальных прогибах или изменении радиуса кривизны ротора в местах прохождения через оставшиеся фрагменты оболочки, о взаимодействиях ротора и фрагментов оболочки в точках входа и выхода из фрагмента и т. д.

Для простоты принимаем величину участка $[x', x]$ равной $\Delta x = x_1 - x'$. Равнодействующая сил напряжения элемента, направленная по радиусу к центру Земли, определяется аналогично (2.14):

$$f(x) = \frac{F_{\text{тр}}(x)}{R(m + m_0)} = \frac{K}{1 + \mu_0}(x_1 - x) = K_0(x_1 - x).$$

Дифференциальное уравнение радиального движения элемента системы на участке $[x', x]$ имеет вид (2.5), но силы сопротивления атмосферы не учитываются:

$$\ddot{x} = \frac{q}{x^2} \left(\frac{\beta_0}{x} - 1 \right) - K_0(x_1 - x), \quad x' \leq x \leq x_1.$$

Здесь использованы обозначения (2.6). Интеграл имеет вид:

$$\dot{x}^2(x) = \dot{x}^2(x_1) + (x - x') \left\{ \frac{q}{xx'} \left(\beta_0 \frac{x + x'}{xx'} - 2 \right) - K_0[2x_1 - (x + x')] \right\}, \quad (2.15)$$

где $\dot{x}(x')$ определяется формулой (2.12).

Если $\dot{x}(x_1) = 0$, то в точке x_1 обращается в нуль правая часть выражения (2.15). Подставляя сюда $\dot{x}(x')$, определяемое формулой (2.12), получим после преобразований

$$\mu_0 = \frac{\beta A_1 - A_2 - \frac{K}{q} A_3}{A_2 - \beta_e A_1}; \quad (2.16)$$