$$f_2(x) = F(x, \mu_1) - K_0(x-1)$$

получим уравнение первого порядка с переменными коэффициентами:

$$u' + 2f_1(x)u - 2f_2(x) = 0, \qquad (1.10)$$

общее решение которого

$$u(x) = 2\exp\left[-F_1(x)\right]\int_{x_0}^{x} f_2(x)\exp\left[-F_1(x)\right]dx,$$

где

$$F_1(x) = 2\int_{x_0}^{x} f_1 dx = -\frac{2p}{\alpha_п}\left\{\exp\left[-\alpha_п(x-1)-1\right]\right\}.$$

Интегралы уравнений (1,6) и (1.10) позволяют получить в квадратурах решение задачи о законе движения системы на этапе движения в атмосфере. Имеем $\dot{x} = \left[u(x)\right]^{1/2}$:

$$dt = \frac{dx}{\left[u(x)\right]^{1/2}}, \qquad (1.11)$$

откуда определяем момент времени, когда ротор достигает положения x:

$$t = \int_{x_0}^{x} \frac{dx}{\left[u(x)\right]^{1/2}} = P(x). \qquad (1.12)$$

Решая (1.12) относительно x, получим зависимость:

$$x = x(t). \qquad (1.13)$$

Согласно (1.16) $d\varphi = \omega_0 \dfrac{dt}{x^2}$. Воспользовавшись (1.11), получим $d\varphi = \dfrac{\omega_0 dx}{x^2\left[u(x)\right]^{1/2}}$, откуда

$$\varphi = \omega_0 \int_{x_0}^{x} \frac{dx}{x^2\left[u(x)\right]^{1/2}} = \omega_0 \Phi(x). \qquad (1.14)$$

Здесь φ – угол поворота ротора по отношению к инерциальной системе отсчета $0XYZ$. Угловое положение φ' по отношению к системе отсчета $0X'Y'Z'$, связанной с Землей и вначале совпадавшей с $0XYZ$, определяется соотношением

$$\varphi' = \varphi - \omega_з t = \omega_0 \Phi(x) - \omega_з P(x). \qquad (1.15)$$

Используя зависимость (1.13), выразим φ и φ' в функциях t:

$$\varphi = \varphi(t); \quad \varphi' = \varphi'(t). \qquad (1.16)$$

Таким образом, получены соотношения, полностью определяющие динамику системы «ротор – оболочка» на этапе движения в атмосфере.

1.5. Динамика ротора на участке упругого растяжения в открытом космосе

После выхода из плотных слоев атмосферы, т. е. в положении $x_1 = 1 + \dfrac{H_а}{R}$, происходит сброс оболочки, которая не участвовала во вращательном движении, поэтому уравнение (1.2) и его интеграл (1.6) описывают также дальнейшее движение ротора.

Уравнение радиального движения упрощается, так как сопротивление атмосферы не учитывается, а величина $\mu_1 = 0$:

$$\ddot{x} - F(x, 0) + K_1(x - x_0) = 0, \quad x \geq x_1. \qquad (1.17)$$

Здесь коэффициент K_0 заменен на K_1:

$$K_1 = \frac{2\pi C_1 l}{m_1 R},$$

где $C_р$ и $m_р$ – жесткость ротора и масса его элемента.

Таким образом, радиальное ускорение увеличивается в точке x_1 скачком потому, что $\beta > \dfrac{\beta}{1+\mu_1}$ и $K_1 < K_0$; при дальнейшем расширении ротора радиальное ускорение монотонно уменьшается. Как и раньше, возможны два случая.

1. Если ускорение в конце предыдущего этапа удовлетворяет условию $\ddot{x}_1 \geq 0$, то после сброса оболочки оно принимает значение $\ddot{x}_{10} > \ddot{x}_1$, и радиальное движение ускоряется.