$$\psi_2(x) = \frac{K}{2}\psi_1(x)\int\frac{ds}{(S-b)^{1/2}} = K\psi_1(x)(S-b)^{1/2},$$

где

$$K = \beta^{3/2}(\beta-1); \quad b = \frac{1}{(\beta-1)^2}.$$

Проделав замены в обратном порядке, найдем второе частное решение:

$$\psi_2(x) = \frac{1}{(\beta-1)^2}\frac{\beta}{x}\left\{(x-1)\left[(\beta-2)x+\beta\right]\right\}^{1/2}.$$

Общее решение уравнения (3.16) равно линейной комбинации частных решений:

$$\psi(x) = C_1\psi_1(x) + C_2\psi_2(x),$$

где постоянные C_1, C_2 определяются из начальных условий (3.1):

$$C_1 = \frac{\psi_0\beta}{\beta-1}; \quad C_2 = 0.$$

Окончательно

$$\psi(x) = \frac{\psi_0}{\beta-1}\left(\frac{\beta}{x}-1\right), \quad x \geq x_0 = 1. \tag{3.21}$$

Таким образом, угол ψ, определяющий в первом режиме движение плоскости ротора П по отношению к плоскости экватора $П_1$, изменяется по простому закону (3.21).

Определим время движения ротора. Соотношение (3.15) позволяет найти явную зависимость времени движения t от положения x ротора:

$$t = \int_{x_0}^{x}\frac{dx}{\dot{x}} = \frac{1}{q^{1/2}}\int_{x_0}^{x}\frac{x\,dx}{\left[(\beta-2)x^2+2x-\beta\right]^{1/2}}.$$

Результаты интегрирования, зависящие от значения β по отношению к критической величине $\beta_{кр} = 2$, совпадают с выражениями, найденными в главе 1, и здесь не производятся. Анализ движения ротора, выполненный в п. 1.6, справедлив и здесь с некоторой корректировкой, учитывающей наличие еще одной координаты – угла ψ. Отметим лишь следующее.

1. Постоянная орбита ротора x_* достигается в положение, где $\ddot{x} = 0$:

$$\dot{x} = \beta.$$

2. Необходимая стартовая скорость ротора определяется формулой:

$$V_0 = V_1\frac{\beta^{1/2}}{\cos\psi_0}.$$

Эта величина превышает найденную ранее для экваториального варианта движения ротора и повышается по мере увеличения широтного угла стартовой позиции ротора.

3. Если $\beta < \beta_{кр}$, то ротор совершает колебания относительно положения x_*, с наибольшим удалением от центра планеты:

$$x_{**} = \frac{\beta}{2-\beta} = \frac{x_*}{2-x_*}. \tag{3.22}$$

4. Если $\beta = \beta_{кр} = 2$, то ротор удаляется на бесконечность, а стартовая скорость зависит от первой и второй космической скоростей:

$$V_0 = V_1\frac{\sqrt{2}}{\cos\psi_0} = \frac{V_2}{\cos\psi_0}. \tag{3.23}$$

Конечная радиальная скорость в этом случае обращается в нуль: $V_{r\infty} = \dot{x}_\infty R = 0$.

5. Если $\beta > \beta_{кр}$, то ротор также удаляется на бесконечность с конечным значением радиальной скорости:

$$V_{r\infty} = \dot{x}_\infty R = R\left[q(\beta-2)\right]^{1/2} = V_1(\beta-2).$$

В последних двух случаях ротор выводится из зоны притяжения планеты, и формула (3.23) определяет минимальное значение необходимой для этого стартовой скорости.