Итак, скорость ротора при движении на промежуточной орбите зависит как от положения орбиты, так и от величины остаточной массы оболочки. Из сравнения (2.38) с формулой (1.44) для случая, рассмотренного в главе 1, когда оболочка сбрасывается целиком, следует, что значение V_n больше, чем $V_{орб}$ в $(1 + \mu_n)^{1/2}$ раз и совпадает с ним при $\mu_n = 0$. Это объясняется тем, что в исследуемом случае ротор, играя роль силового элемента, необходим не только для подъема, но и поддержания на орбите инертной массы оболочки.

Найдем кинетический момент и кинетическую энергию системы на промежуточной орбите:

$$L_n = mr_n^2\dot{\varphi}_n + m_о^{(n)}r_n^2\dot{\psi}_n = \left(mV_0 + m_о^{(n)}V_e\right)R;$$

$$K_n = \frac{mV_n^2}{2} + \frac{m_о^{(n)}V_{en}^2}{2} = \frac{mV_0^2 + m_о^{(n)}V_e^2}{2x_n^2}.$$

Эти же величины в момент старта системы:

$$L_0 = \left(mV_0 + m_0V_e\right)R; \quad K_{сист}^0 = \frac{1}{2}\left(mV_0^2 + m_0V_e^2\right).$$

Потери при выходе на промежуточную орбиту составляют:

$$\Delta L = L_0 = L_n = \left(m_0 - m_n\right)V_eR;$$

$$\Delta K = K_{сист}^0 - T_n = \frac{mV_1^2}{2}\left[\beta\left(1 - \frac{1}{x_n^2}\right) + \beta_e\left(\mu_0 - \frac{\mu_n}{x_n^2}\right)\right].$$

Уменьшение кинетического момента происходит только вследствие сброса части $m_о - m_о^{(n)}$ массы оболочки. Причины уменьшения кинетической энергии различны и являются следствием, главным образом, подъема масс ротора и части оболочки на орбиту, поэтапного сброса частей оболочки, а также преодоления сопротивления атмосферы, сил трения и упругости.

Учитывая формулу (2.27) для β, найдем:

$$\Delta K = \frac{mV_1^2}{2}\left[\left(1 + \mu_n\right)\left(x_n - \frac{1}{x_n}\right) + \beta_e\left(\mu_0 - \mu_n\right)\right].$$

Если пренебречь здесь вторым слагаемым, то

$$\Delta K \approx \frac{mV_1^2}{2}\left(1 + \mu_n\right)\left(x_n - \frac{1}{x_n}\right).$$

Вычислим работу по подъему ротора и оболочки на орбиту x_n, при этом для массы оболочки принимаем среднее значение $\frac{1}{2}\left(m_о + m_о^{(n)}\right)$:

$$A(G) = \left[m + \frac{1}{2}\left(m_о + m_о^{(n)}\right)\right]gR^2\int_{r_0}^{r_n}\frac{dr}{r^2} = \frac{mV_1^2}{2}\left(2 + \mu_0 + \mu_n\right)\left(\frac{1}{x_0} - \frac{1}{x_n}\right).$$

Согласно закону сохранения энергии имеем, не учитывая малые величины β_e других работ, $\Delta K = A(G)$. Отсюда, пренебрегая величиной после преобразований, получим соотношение (2.33), найденное ранее другим путем.

Полученные соотношения позволяют:

– наглядно и просто находить зависимость начальной и конечной (остаточной) масс оболочки с учетом положения промежуточной орбиты;

– с позиций общего закона сохранения энергии получить подтверждение принципиальной возможности диссипации энергии радиального движения ротора за счет подъема частей оболочки;

– поставить задачу о диссипации энергии радиального движения при непрерывном изменении массы оболочки, используя закон линейного изменения массы оболочки (2.35). При этом ожидаются лучшие характеристики движения системы; в частности, путем ликвидации промежуточных остановок общее время движения можно резко сократить.

2.7. Динамика системы при выходе на постоянную орбиту

Как следует из (2.36) и (2.37), угловые и линейные скорости ротора и оставшейся части оболочки резко отличаются после выхода системы на промежуточную орбиту в положение x_n. Для выполнения монтажных работ, промышленного производства, обмена грузами с другими системами и т. д. необходимо предварительно обеспечить выравнивание вращательных скоростей ротора и оболочки.