

Из (2.22) и (2.23) следует, что в начале и конце первого этапа ускорения обратно пропорциональны квадратам координат этих точек:

$$\frac{\ddot{x}(x_1)}{\ddot{x}(x_2)} = -\frac{x_2^2}{x_1^2}.$$

Радиальная скорость системы, равная нулю в крайних точках этапа, достигает максимального значения в точке x'_1 :

$$x(x'_1) = (x_2 - x_1) \left[\frac{q}{2x_1x_2(x_1 + x_2)} \right]^{1/2}. \quad (2.24)$$

Время движения системы $t(x)$ и углы поворота $\varphi(x)$, $\psi(x)$ определяются аналогично (2.11).

Разобьем интервал радиального движения системы «ротор – оболочка» до промежуточной орбиты, где одновременно обращаются в нуль радиальные скорость и ускорение, на n этапов $[x_i, x_{i+1}]$, $i = 0, 1, 2, \dots, n - 1$. На первых двух этапах движение рассмотрено; на последующих этапах, кроме последнего, оно аналогично движению на первом этапе: в начальных точках x_i происходит сброс некоторой массы $\Delta m_0^{(i)}$ оболочки, чтобы, возобновив движение, система останавливалась в конечных точках x_{i+1} с оставшейся частью оболочки массой $m_0^{(i)} = m_0^{(i-1)} - \Delta m_0^{(i)}$.

Кинематические и другие параметры системы на i -м этапе ($i = 1, 2, 3, \dots, n - 1$) определяются аналогично параметрам первого этапа; основные из них имеют вид:

$$\ddot{x} = \frac{q}{x^2} \left(\frac{\beta_i}{x} - 1 \right); \quad \dot{x}^2 = \frac{q(x - x_i)}{xx_i} \left(\beta_i \frac{x + x_i}{xx_i} - 2 \right);$$

$$\beta_i = \frac{\beta + \mu_i \beta_e}{1 + \mu_i} = \frac{2x_i x_{i+1}}{x_i + x_{i+1}}; \quad (2.25)$$

$$\mu_i = \frac{m_0^{(i)}}{m} = \frac{\beta(x_i + x_{i+1}) - 2x_i x_{i+1}}{2x_i x_{i+1} - \beta_e(x_i + x_{i+1})}, \quad x_i \leq x \leq x_{i+1}.$$

В крайних точках этапов радиальное ускорение отлично от нуля, а скорость обращается в нуль. Отсюда следует, что, регулируя массы сбрасываемых и оставшихся на роторе частей оболочки, невозможно одновременное

обращение в нуль радиального ускорения и радиальной скорости, необходимых для выхода системы на промежуточную орбиту. Однако можно достигнуть как угодно малых значений радиальной скорости системы. Действительно, максимальная величина скорости в промежуточных точках $x'_i = \beta_i$, где ускорение меняет знак, определяется по формуле (2.24), в которой индексы 1 и 2 заменяются на индексы x_i и x_{i+1} . Отсюда следует, что скорость убывает с приближением к конечной точке вследствие увеличения x_i и x_{i+1} , но в еще большей степени она может быть уменьшена путем уменьшения длины этапов $x_{i+1} - x_i$. Если в некоторой точке x_i прервать процесс сброса частей оболочки, то при нулевой радиальной скорости и отрицательном ускорении в этом положении система начнет движение в обратном направлении и затем станет совершать медленные колебания относительно положения, в котором $\ddot{x} = 0$, с отклонениями до крайних точек x_i и x_{i+1} соответствующего этапа. Чем меньше длина этапа, тем с большей вероятностью можно вывести систему на промежуточную орбиту в положение x'_i . Постоянная орбита достигается затем путем выравнивания окружных скоростей ротора и оставшихся частей оболочки, как будет показано в п. 2.7.

Апериодический процесс вывода системы на промежуточную орбиту обеспечивается действием другого вида диссипации, рассмотренного в следующем параграфе.

В заключение отметим, что можно поставить задачу о непрерывном изменении массы оболочки и определении соответствующей картины радиального движения системы, т. е. рассмотреть задачу о движении системы с переменной массой. Изменение массы ОТС по заданному закону обеспечит специальный балласт, сбрасываемый на активном участке движения. В качестве балласта будут использоваться вода, сжатый или сжиженный воздух, кислород или азот и другие экологически безопасные для окружающей среды, в первую очередь для атмосферы планеты, вещества и материалы.

2.5. Движение системы на последнем этапе

На заключительном этапе $[x_{n-1}, x_n]$ движения необходимо обеспечить одновременное обращение в нуль в конце этапа радиального ускорения и радиальной скорости системы.

При этом в начале ускорение должно быть положительным, чтобы система начала движение с нулевой начальной скоростью; затем, изменив знак, стать отрицательным, чтобы гасить набранную скорость и стать нулевым вместе со скоростью в точке x_n .