

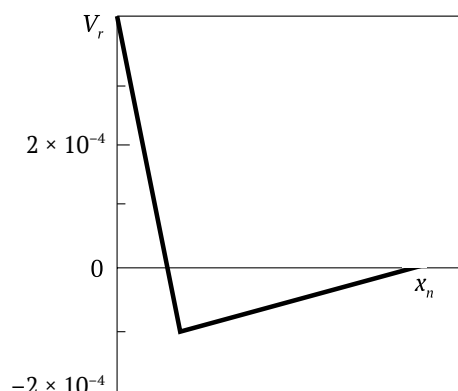


Рисунок 23 – Радиальное ускорение на заключительном этапе движения

Вследствие малости радиальных ускорений и скоростей, время t_n выхода на орбиту в рассматриваемом примере большое; его можно вычислять поэтапно, используя интегралы типа (2.11). В расчетах вместо квадратур использовалась дискретная процедура: $t_i = t_{i-1} + \Delta x / \dot{x}_i$, где t_{i-1} – время движения до данного участка; $\Delta x / \dot{x}_i$ – приращение времени на данном участке. Ввиду конечности перемещений Δx_i и близости к нулю ускорения $\dot{x}$ на концах этапов этот метод оказался грубым, существенно искажающим время движения системы. Величину t_n можно оценить, используя среднее значение радиальной скорости системы $V_{cp} \approx 157$ м/с. Тогда время движения $t_n \approx (r_n - R) / V_{cp} = 2,04 \times 10^4$ с ≈ 340 мин; в главе 1 на достижение такой же орбиты потребовалось около 100 мин.

После выравнивания скоростей ротора и остаточной части оболочки положение конечной орбиты и конечная окружная скорость системы определяются по формулам (2.48) и (2.50):

$$r_k \approx \frac{r_n}{1 + \mu_n} = 7978,3 \text{ км}; \quad x_k \approx 1,2522; \quad V_k = \frac{V_1}{x_k^{1/2}} = 7,064 \text{ км/с}.$$

Разность положений промежуточной и конечной орбит достигает $\Delta x = 0,2504$ или $\Delta r = 1607,7$ км, т. е. около четверти земного радиуса; по высоте над экватором конечная орбита в два раза ниже промежуточной.

Теоретические расчеты и приведенный пример обосновывают вывод о принципиальной возможности диссипации энергии радиального движения за счет подъема и поэтапного или непрерывного сброса частей оболочки. Фрикционные силы относительно малой величины используются

при этом только в двух случаях: для компенсации сил упругого растяжения ротора и оболочки после выхода из плотной атмосферы и на заключительном этапе перед выходом на промежуточную орбиту. Возможно также сочетание обоих факторов диссипации на всем протяжении этапа выхода системы на орбиту.

Важно, что кроме различия в физической природе этих факторов в одном случае используются внешние по отношению к системе «ротор – оболочка» силы гравитационного притяжения к Земле; а в другом случае – внутренние силы, требующие создания фрикционных элементов и обеспечения условий их функционирования.

Возможно оказывать влияние на процесс выравнивания вращательных скоростей ротора и остатков оболочки путем дальнейшего сброса ее частей, в этом случае параметры конечной орбиты будут, очевидно, иными. Не исключена возможность использования и других видов силовых взаимодействий, внутренних или внешних по отношению к системе, которые могут быть факторами диссипации.