

### 3. Законы сохранения применительно к геокосмическому транспорту

#### 3.1. Закон сохранения энергии

Полная работа  $A_n$ , которую нужно совершить для доставки груза массой  $m_r$  с расстояния  $R$  от центра Земли до расстояния  $r$  (на круговую орбиту), равна\*

$$A_n = \frac{\mu_3 m_r}{R} \left( 1 - \frac{R}{2r} \right), \quad (1)$$

где  $\mu_3$  – гравитационный параметр Земли.

Для этого груз должен иметь характеристическую скорость  $V_x$  (у поверхности Земли):

$$V_x^2 = \frac{2\mu_3}{R} \left( 1 - \frac{R}{2r} \right) = V_2^2 \left( 1 - \frac{R}{2r} \right), \quad (2)$$

где  $V_2$  – вторая космическая скорость.

Транспортная система имеет следующие энергетические параметры.

1. Полные затраты энергии  $E_n$  на выведение в космос грузов:

$$E_n = \frac{A_n}{\eta_3} = \frac{K_r}{\eta_3} = \frac{m_r V_x^2}{2\eta_3} = \frac{m_r \mu_3}{\eta R} \left( 1 - \frac{R}{2r} \right), \quad (3)$$

где  $\eta_3$  – энергетический КПД ГКТ (с учетом всех предполетных и полетных потерь энергии);  $K_r$  – кинетическая энергия груза, имеющего скорость  $V_x$ .

2. Полная мощность  $N_n$ , развиваемая ГКТ при выведении грузов на орбиту:

$$N_n = \frac{E_n}{t} = \frac{m_r \mu_3}{\eta R t} \left( 1 - \frac{R}{2r} \right) = \frac{m_r V_2^2}{\eta t} \left( 1 - \frac{R}{2r} \right), \quad (4)$$

где  $t$  – время работы ГКТ (время подведения энергии к грузу).

3. Количество энергии  $E_{oc}$ , выбрасываемой в окружающую среду:

$$E_{oc} = E_n - A_n = \frac{m_r V_x^2 (1 - \eta)}{2\eta} = \frac{m_r \mu_3 (1 - \eta)}{\eta R} \left( 1 - \frac{R}{2r} \right). \quad (5)$$

\* Фертрегт, М. Основы космонавтики / М. Фертрегт. – М.: Просвещение, 1969. – С. 114.

4. Мощность  $N_{oc}$  выброса энергии в окружающую среду:

$$N_{oc} = \frac{E_{oc}}{t} = \frac{m_r V_x^2 (1 - \eta)}{2\eta t} = \frac{m_r \mu_3 (1 - \eta)}{\eta R t} \left( 1 - \frac{R}{2r} \right). \quad (6)$$

#### 3.2. Законы сохранения импульса и момента импульса

Индустриальные кольца, размещенные на круговых экваториальных орбитах на высоте  $H = r - R$  и вращающиеся с орбитальной скоростью  $V_{op}$ , имеют только момент количества движения  $K_r$  грузов, доставленных на эту орбиту, а их количество движения относительно планеты равно нулю, так как равна нулю радиальная (относительно планеты) скорость. Поскольку орбитальные кольца должны сооружаться с Земли (индустриализация космоса будет осуществляться производственными, сырьевыми, энергетическими и трудовыми ресурсами планеты – к тому времени космос этим еще не будет располагать\*), то должно соблюдаться условие:

$$J_k \omega_k - J_r \omega_3 = \Delta K_3, \quad (7)$$

где  $J_k$  и  $\omega_k$  – соответственно, момент инерции и угловая скорость вращения орбитального кольца;  $J_r$  и  $\omega_3$  – то же, при нахождении исходных грузов, из которых сооружено орбитальное кольцо на поверхности Земли;  $\Delta K_3$  – изменение момента количества движения Земли.

С учетом того, что  $V_{op}^2 = \frac{\mu_3}{r}$ ,  $J_k = m_r r^2$  и  $J_r = m_r R^2$ , выражение (7) может быть записано:

$$\Delta K_3 = m_r (\sqrt{\mu_3 r} - R^2 \omega_3). \quad (8)$$

Из формулы (8) следует, что величина  $\Delta K_3$  не зависит от способа выведения груза на орбиту, а лишь от массы груза и высоты орбиты. Поскольку момент количества движения Земли  $K_3$  (относительно своей оси вращения) в любом случае должен измениться, то он обязательно должен быть передан планете от ГКТ. В общем виде КПД  $\lambda$  подведения импульса может быть и не равен единице, а в окружающую среду будет «выброшен» момент количества движения

$$K_{oc} = \frac{m_r (1 - \lambda)}{\lambda} (\sqrt{\mu_3 r} - R^2 \omega_3). \quad (9)$$

\* Экспансия может идти только изнутри, а не извне. Последнее может произойти, если околоземной космос начнут осваивать внеземные цивилизации, но для них это развитие будет осуществляться также изнутри.