Роман ШИБЕКО

Некоторые параметры антигравитационного крыла в виде тонкого диска

Вращение тонкого диска в гравитационном поле некоторой массы M меняет традиционные представления о нем. Если выделить элемент массы dm на расстоянии r от оси вращения диска, то он имеет линейную скорость $\upsilon = \omega r$, а следовательно этот элемент массы можно расписать:

$$dm = \frac{dm_0}{\sqrt{1 - \frac{\omega^2 r^2}{c^2}}},$$

где: dm_0 – масса элемента при отсутствии вращения; ω - угловая скорость вращения диска; c - скорость света в вакууме.

Исходя из этого, можно было бы, предположить, что диск имеет переменную плотность, возрастающую от центра к краю. Однако это не так. Длина окружности с некоторым радиусом r составит:

$$l = \frac{2\pi r}{\sqrt{1 - \frac{\omega^2 r^2}{c^2}}}.$$

Это говорит об увеличении длины окружности, а это влияет и на элементарный объем массы dm:

$$dV = \frac{dV_0}{\sqrt{1 - \frac{\omega^2 r^2}{c^2}}},$$

где: dV_0 – элементарный объем при отсутствии вращения.

В итоге, разделив элементарную массу на элементарный объем, получим:

$$\rho = \rho_0,$$

где: ρ_0 - плотность тонкого диска при отсутствии вращения.

Тогда масса диска составит:

$$m_д = 2\pi\rho h \int_0^{r_д} \frac{r}{\sqrt{1 - \frac{\omega^2 r^2}{c^2}}} dr,$$

где: $r_д$ – радиус диска; h – толщина диска.

Данное определение массы идет через плотность материала и определяет инертные свойства диска. Эта масса всегда положительна, а изменяется только знак равнодействующей нормальной силы (исходя из распределения потенциалов). За положительное направление принято направление к массе M.

С другой стороны массу можно определить через формулу Ньютона:

$$F = \frac{Gm_{\partial}M}{H^2},$$

где: G – гравитационная постоянная; H – расстояние от точечной массы M до диска.

Так как:

$$F(H) = 2\pi GM\rho hH\int_0^{r_{\partial}} \frac{r}{\sqrt{\left(1-\frac{\omega^2 r^2}{c^2}\right)\left(r^2+H^2\right)}}\left(\frac{1}{\left(r^2+H^2\right)\sqrt{1-\frac{\omega^2 r^2}{c^2}}} - \frac{\omega^2}{c^2}\left(1-\frac{\omega^2 r^2}{c^2}\right)^{-\frac{3}{2}}\right)dr.$$

Тогда:

$$m_{\partial} = 2\pi\rho hH^3\int_0^{r_{\partial}} \frac{r}{\sqrt{\left(1-\frac{\omega^2 r^2}{c^2}\right)\left(r^2+H^2\right)}}\left(\frac{1}{\left(r^2+H^2\right)\sqrt{1-\frac{\omega^2 r^2}{c^2}}} - \frac{\omega^2}{c^2}\left(1-\frac{\omega^2 r^2}{c^2}\right)^{-\frac{3}{2}}\right)dr.$$

Данная масса скорее всего определяет гравитационные свойства диска и может входить в формулу Ньютона как положительной, так и отрицательной (в зависимости от r_{∂}).

Далее будем использовать инертную массу. Пусть система состоит из диска и сопутствующей массы m_p (прочей массы летательного аппарата). В этом случае ускорение определяется следующим образом:

$$a(H) = \frac{2\pi GM\rho hH\int_0^{r_{\partial}} \frac{r}{\sqrt{\left(1-\frac{\omega^2 r^2}{c^2}\right)\left(r^2+H^2\right)}}\left(\frac{1}{\left(r^2+H^2\right)\sqrt{1-\frac{\omega^2 r^2}{c^2}}} - \frac{\omega^2}{c^2}\left(1-\frac{\omega^2 r^2}{c^2}\right)^{-\frac{3}{2}}\right)dr}{m_p + m_{\partial}},$$

где: H – текущее расстояние от точечной массы M до диска.

Данная формула $a(H)$ позволяет вычислить зависимость скорости диска от текущего расстояния от точечной массы M. Действительно, известно, что $a = d\upsilon/dt$, $dt = dH/\upsilon$, тогда $a = \upsilon \cdot d\upsilon/dH$. Интегрируя, получим:

$$\int_{H_0}^{H} a(H)dH = \int_{\upsilon_0}^{\upsilon} \upsilon d\upsilon,$$

где: H_0 – начальное расстояние движения; υ_0 – начальная скорость движения.

Тогда:

$$\upsilon(H) = 2\sqrt{\frac{\upsilon_0^2}{2} + \int_{H_0}^{H} a(H)dH}.$$

Кинетическая энергия поступательного движения, при малых скоростях определяется следующим образом:

$$W_{к} = \frac{(m_{р} + m_{д})\upsilon^2}{2}.$$

Рассмотрим подробнее кинетическую энергию вращательного движения, которое определяется выражением:

$$W_{к.в.} = \frac{I\omega^2}{2},$$

где: I – момент инерции диска.

Для момента инерции диска запишем общую формулу:

$$I = \int_0^{r_{д}} r^2 dm.$$

Так как:

$$dm = h \int_0^{\frac{2\pi r}{\sqrt{1-\frac{\omega^2 r^2}{c^2}}}} \rho_0 dr dl = 2\pi\rho_0 h \frac{r}{\sqrt{1-\frac{\omega^2 r^2}{c^2}}} dr.$$

В итоге получаем:

$$2\pi\rho_0 h \int_0^{r_{д}} \frac{r^3}{\sqrt{1-\frac{\omega^2 r^2}{c^2}}} dr.$$

Таким образом, кинетическая энергия системы является сумма $W_{к}$ и $W_{к.в.}$.

Об авторе статьи

Роман Владимирович Шибеко автор интеллектуального продукта “Потенциальная модель антигравитационного взаимодействия тел”, Россия, г. Комсомольск-на-Амуре;
E-mail: schibeko@mail.ru

Дата публикации

30 ноября 2001 г.

Дата последней редакции

27 декабря 2001 г.