

А К А Д Е М И Я Н А У К С С С Р
ЖУРНАЛ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ И ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

Письма в редакцию

Регистр. №393 от 17.05.1980.

.....

**О ВЗАИМОДЕЙСТВИИ КОНТУРОВ С ТОКАМИ
С УЧЁТОМ ГИРОСКОПИЧЕСКОГО МОМЕНТА**

А. Ф. Потехин

Тамбовский институт химического машиностроения
392620, Тамбов, ул. Ленинградская 1, Россия

Установлено, что взаимодействие контуров с токами объясняется появлением гироскопического момента, а электродинамическая сила Лоренца есть Кориолисова сила инерции.

Рассмотрим два круговых контура с токами I_1 и I_2 , плоскости которых расположены под углом α . Пусть, например, контур 2 неподвижно закреплён, а контур 1 может совершать сферическое движение – рис. 1. Ток I_1 образуется перемещающимися зарядами, суммарная масса M_1 которых в контуре 1 равна

$$M_1 = 2\pi R_1 s_1 n_1 m_1, \quad (1)$$

где m_1 – масса одного заряда, n_1 – объёмная концентрация зарядов, s_1 – площадь поперечного сечения проводника, R_1 – радиус контура 1.

Заряды, циркулирующие в контуре 1, образуют вращающийся с угловой скоростью ω_1 ротор гироскопа, который зарядами тока I_2 принуждается прецессировать с угловой скоростью ω_2 силами Кулоновского взаимодействия. В таком случае, возникает гироскопический момент

$$\bar{M}_{\text{зур}} = J_1 \bar{\omega}_1 \times \bar{\omega}_2, \quad (2)$$

от воздействия которого контур 1 будет прецессировать относительно контура 2 так, чтобы кратчайшим путём совместить вектор $\bar{\omega}_1$ с вектором $\bar{\omega}_2$. На рис.1 направление вектора $\bar{\omega}_2$ указано в предположении, что токи I_1 и I_2 образуются зарядами одного знака. Так как момент инерции ротора $J_1 = M_1 R_1^2$, а угловая скорость его вращения $\omega_1 = v_1 / R_1$, где v_1 – средняя скорость перемещения зарядов по контуру 1, то с учётом (1) и (2) получим

$$M_{\text{зур}} = 2\pi R_1^2 s_1 n_1 m_1 v_1 \omega_2 \sin \alpha. \quad (3)$$

Учитывая, что сила тока в первом контуре $I_1 = s_1 n_1 v_1 q_1$, где q_1 – величина единичного заряда, найдём из (3) следующее значение гироскопического момента

$$M_{\text{зур}} = 2\omega_2 \frac{m_1}{q_1} I_1 S_1 \sin \alpha. \quad (4)$$

Или, обозначив

$$B_2 = 2 \frac{m_1}{q_1} \omega_2, \quad (5)$$

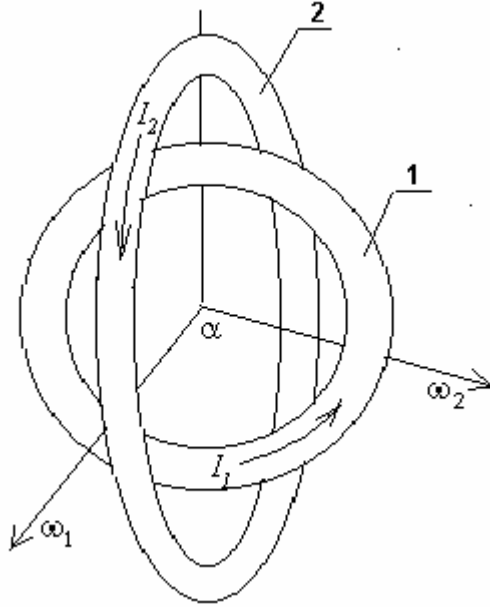


Рис.1 Схема взаимодействия контуров с токами

получим

$$M_{зур} = B_2 I_1 S_1 \sin \alpha, \quad (6)$$

Здесь $S_1 = \pi R_1^2$ - площадь контура 1.

Причиной появления гироскопического момента являются Кориолисовы силы инерции. Кориолисова сила инерции, действующая на единичный заряд контура 1, равна

$$\bar{F}^{кор} = -2m_1 \bar{\omega}_2 \times \bar{v}_1,$$

Или, с учётом обозначения (5)

$$\bar{F}^{кор} = q_1 \bar{v}_1 \times \bar{B}_2, \quad (7)$$

что совпадает с известным выражением для силы Лоренца в электродинамике, где вектор \bar{B}_2 назван вектором магнитной индукции.

Выделим в контуре 1 элемент Δl . Результирующая сил Кориолиса, действующих на этот элемент, равна

$$\Delta \bar{F}^{кор} = \Delta l s_1 n_1 \bar{F}^{кор},$$

или, с учётом (7),

$$\Delta \bar{F}^{кор} = \Delta l \bar{I}_1 \times \bar{B}_2, \quad (8)$$

где \bar{I}_1 - вектор тока

$$\bar{I}_1 = s_1 n_1 q_1 \bar{v}_1. \quad (9)$$

Если подвижный контур 1 обесточить и сообщить ему внешним моментом принудительную прецессию, то, согласно динамическому принципу Даламбера, в последнем контуре должен появиться ток такого направления, чтобы возникший при этом гироскопический момент противодействовал внешнему моменту. Величина установившегося тока определяется тем же соотношением (4).

Другие эффекты, возникающие при взаимодействии контуров с токами, могут быть получены, если применить не приближённую, а строгую теорию гироскопического движения.

Таким образом, установлено, что исходные принципы классической электродинамики связаны непосредственно с законами классической механики. Имеется основание утверждать, что за решением этого вопроса скрыта более глубокая сущность современных физических теорий.

1. Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. Краткий курс теоретической физики. Механика. Электродинамика. М.: Наука, 1969.

Примечание Переписку с Редакцией журнала по данной статье см. в разделе ПЕРЕПИСКА настоящего сайта