

ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ РОТОРНОГО ДВИГАТЕЛЯ НА ПОСТОЯННЫХ МАГНИТАХ

Томилин А.К.¹, Ануфриев М.Д.²

¹НИ ТПУ, ИШНПТ, профессор,

E-mail: aktomilin@tpu.ru

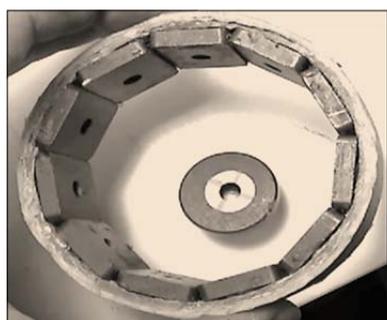
²НИ ТПУ, ИШПР, гр. 2Е11,

E-mail: mda7@tpu.ru

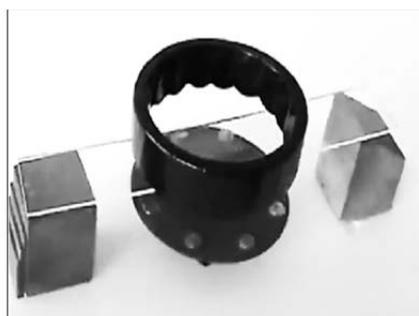
Известно несколько типов установок, в которых происходит постоянное вращение намагниченного ротора в магнитном поле статора из постоянных магнитов. Статор представляет собой кольцо из диэлектрического материала, внутри которого размещены постоянные магниты, северные полюсы которых обращены внутрь кольца. Динамика ротора в таких установках на первый взгляд представляется парадоксальной: затруднение вызывает определение магнитных сил и моментов, действующих на ротор. Кроме того, авторы этих изобретений часто называют их вечными двигателями. Понятно, что для научного объяснения динамики подобных двигателей на постоянных магнитах необходимо применить адекватные идеи, объясняющие наблюдаемое в экспериментах вращение ротора, определить временной ресурс работы и спроектировать систему управления движением ротора. Решение этих задач позволит создать компактные электрические машины различного назначения, не требующие подключения к электропитанию и стабильно работающие в течение определенного временного ресурса.

Современная электродинамика представляет магнитное поле сугубо вихревым. В ней используются силы Ампера и Лоренца, которые всегда ортогональны току. Однако, в трактате А.-М. Ампера «Электродинамика» [1] описаны два эксперимента, в которых проявляется магнитная сила, направленная вдоль токнесущего проводника. Продольная электромагнитная сила проявляется в электрическом контуре, включающем подвижные проводники. Исследование условий возникновения и теоретическое описание продольного электромагнитного взаимодействия привело к созданию обобщенной электродинамической теории, которая развивается с середины XX века [2, 3]. Система дифференциальных уравнений обобщенной электродинамики получена независимо несколькими авторами [4–8]. Основная идея, лежащая в основе обобщенной теории, заключается в представлении характеристик магнитного поля четырехмерными векторами или кватернионами [9]. Такая теория позволяет описывать электромагнитные поля сложных электродинамических систем, образованных многими контурами с током или постоянными магнитами. Примерами сложных электромагнитных систем могут служить электрические машины, состоящие из множества постоянных магнитов.

Цель исследования заключается в изучении конфигурации магнитного поля кольцевого статора и определении магнитных сил и моментов, действующих на дискообразный ротор с аксиальной намагниченностью. Кроме того, необходимо оценить временной ресурс работы такого двигателя.



а)



б)

Рис. 1. Примеры экспериментальных магнитных двигателей

Видеоролики с описанием действующих устройств выложены на различных видеохостингах, таких как YouTube. Данные устройства разделяются на два типа по конструкции ротора: 1) кольцевой магнит (рис. 1, а); 2) пластинка с расположенными на ней плоскими круглыми магнитами (рис. 1, б). Ротор имеет либо закрепленную ось, либо шарнирно-подвижную опору. Чаще всего эти конструкции называют «шлюзами Бедина или Хэмела», полагая, что их можно использовать как источники энергии.

Исследуем магнитное поле, индуцированное кольцевым статором из постоянных магнитов, обращенных северными полюсами внутрь (рис. 2).

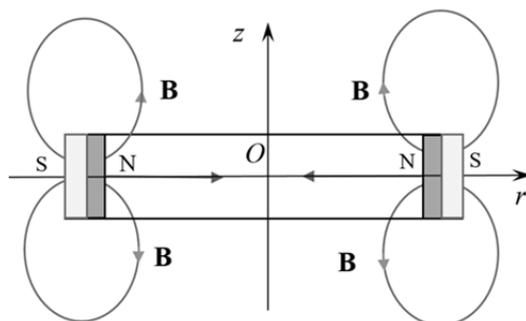


Рис. 2. Схема вихревого магнитного поля кольцевого статора

Обратим внимание на векторы магнитной индукции \mathbf{B} , расположенные в плоскости симметрии. Они направлены к центру O окружности, образованной статором. Но там нет магнитного полюса, на который они могли бы замкнуться, поэтому, возникает вихревая компонента вектора \mathbf{B} (рис.3а). Силовые линии закручиваются по спирали, растянутой вдоль вертикальной оси, и замыкаются на южные полюсы, расположенные на боковой поверхности статора (рис. 3б). Направление вращения магнитных линий определяется в результате случайно возникающей асимметрии.

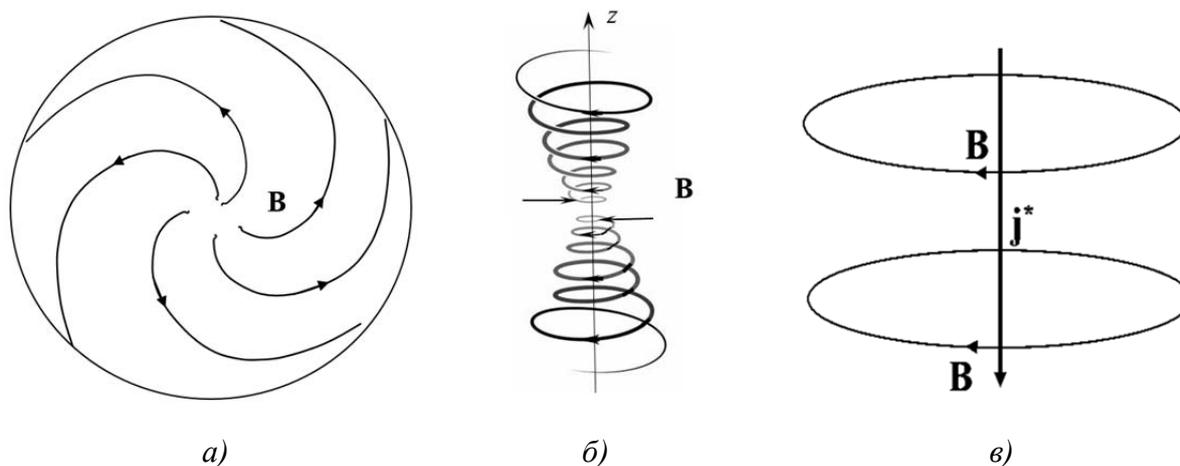


Рис. 3. Осевое завихрение магнитного поля статора

Отдельно рассмотрим круговую компоненту магнитного поля. Заметим, что магнитные силовые линии имеют одинаковое направление закручивания в верхней и нижней частях системы (рис. 3, б). Такое магнитное поле соответствует току, направленному в нашем случае вдоль оси Oz вниз (рис. 3, в).

Поскольку этот моделирующий ток не является бесконечным, он создает скалярное магнитное поле (СМП) [3], которое условно изображено на рис. 4 с учетом знаков двух его областей. СМП характеризуется скалярными функциями индукции B^* (Тл) и напряженности H^* (А·м). Важно заметить, что СМП по своей сути всегда является неоднородным, поэтому нужно определить его градиент. На рис. 3, в он совпадает по направлению с моделирующим током \mathbf{j} .

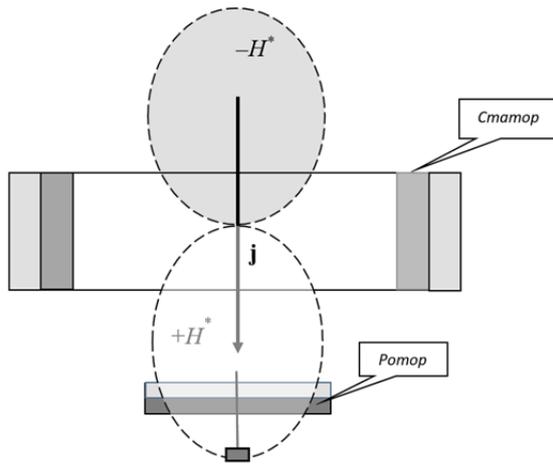


Рис. 4. Скалярное магнитное поле статора

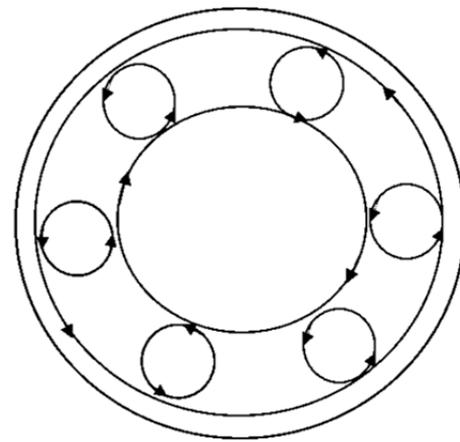


Рис. 5. Моделирующие токи ротора

Далее рассмотрим ротор. Он может быть собран из отдельных плоских магнитов с аксиальной намагниченностью. Каждый магнит можно представить кольцевым током. Если объединить все эти токи, то получим два кольцевых тока со взаимно противоположным направлением (рис. 5). В некоторых установках ротор представляет собой единый кольцевой магнит, который также моделируется двумя круговыми токами со взаимно противоположным направлением.

Поскольку ротор находится во внешнем СМП, на его круговые токи действуют электромагнитные силы, плотность которых определяется в соответствие с обобщенным законом электромагнитного взаимодействия [3]:

$$\mathbf{f}^* = B^* (\mathbf{j}_\perp - \mathbf{j}_\parallel), \quad (1)$$

где B^* – индукция внешнего СМП, \mathbf{j}_\perp – плотность токов, направленных в данной точке ортогонально градиенту внешнего СМП, \mathbf{j}_\parallel – плотность токов, которые располагаются на линии градиента внешнего СМП.

Если ротор находится в СМП, которое распределено строго осесимметрично относительно ротора, то градиент СМП имеет радиальное направление. В этом случае для моделирующих токов ротора

$$\mathbf{j}_\parallel = 0, \text{ и } \mathbf{j}_\perp = \mathbf{j}. \quad (2)$$

Как показано в монографии [3] замкнутый ток в целом собственного СМП не создает, поэтому он не взаимодействует с осесимметричным внешним СМП:

$$\mathbf{f}^* = \mathbf{j}B^* = 0.$$

Поэтому при совпадении вертикальных осей симметрии статора и ротора движения нет, что и наблюдается в эксперименте. Для вращения ротора необходима некоторая асимметрия в распределении СМП относительно его центра.

В этом случае внешнее СМП действует на некотором участке кругового тока (рис.6), который имеет собственное СМП, при этом возникает продольная магнитная сила,

$$\mathbf{f}^* = \mathbf{j}B^* \neq 0, \quad (3)$$

момент которой вызывает вращение ротора:

$$\mathbf{M}_z^* = \int_V (\mathbf{r} \times \mathbf{f}^*) dV.$$

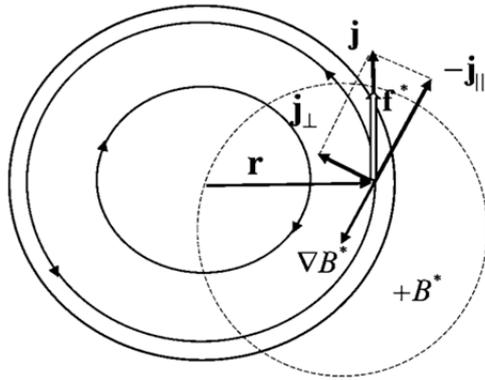


Рис. 6. Возникновение продольной магнитной силы

Продольную магнитную силу (1) можно назвать силой Ампера-Николаева, поскольку впервые ее обнаружил А.-М. Ампер [1], а Г.В. Николаев [2] установил условия проявления, объяснил ее физическую суть и предложил теоретическое описание.

Далее встает вопрос об источнике энергии, приводящей ротор в движение. Очевидно, что здесь используется энергия намагничивания, «закачанная» в магниты. В процессе работы они размагничиваются, так как имеются встречно направленные магнитные поля. Энергия СМП расходуется на совершение работы по преодолению моментов диссипативных сил, возникающих при вращении ротора. Можно оценить время работы такого двигателя из условия баланса потраченной энергии намагничивания, и работы моментов диссипативных сил. Аналогичная задача решена в статье [10].

Можно предложить два способа оценки временного ресурса такой магнитной установки. Первый способ: пусть за время $T_{1/2}$ энергия намагничивания уменьшается в два раза ($\Delta W_{1/2}$) при постоянном вращении ротора с угловой скоростью ω . Момент диссипативных сил M_d в лабораторной установке можно определить экспериментально. Тогда период «полуразрядки» магнитной системы можно оценить по формуле

$$T_{1/2} = \frac{\Delta W_{1/2}}{M_d \omega}. \quad (4)$$

Во втором способе плоский магнит моделируется замкнутым током I соответствующей формы. В результате энергия системы магнитов с общим объемом V и относительной проницаемостью μ' определяется по формуле:

$$W = \frac{B^2 V}{2\mu' \mu_0}.$$

Из условия энергетического баланса получаем выражение для периода «полуразрядки» магнитов:

$$T_{1/2} = \frac{B^2 V}{4\mu' \mu_0 M_d \omega}. \quad (5)$$

Авторами доклада изготовлена действующая лабораторная установка со следующими параметрами:

$$\Delta W_{1/2} = 0,6 \text{ Дж}; \quad \omega = 5 \text{ с}^{-1}; \quad M_d = 5 \cdot 10^{-9} \text{ Н} \cdot \text{м}; \quad B \approx 1,2 \text{ Тл}, \quad V = 18 \cdot 10^{-8} \text{ м}^3, \quad \mu' = 1,05.$$

Результаты расчетов по формулам (4) и (5) практически совпадают: $T_{1/2} \approx 280$ суток. Ресурс непрерывной работы установки можно оценить примерно в 1 год.

К сожалению, такие двигатели не являются вечными, они не позволяют «качать» энергию эфира, как предполагают некоторые авторы подобных изобретений. Однако, они

могут иметь полезное практическое применение: можно создать малогабаритные электрические машины без подключения к источникам энергии. Их преимущества: автономность, электробезопасность, экологичность, компактность в отсутствие батарей или аккумуляторов. К недостаткам следует отнести ограниченный временной ресурс работы. Однако в условиях малой диссипации, например, в безвоздушном пространстве, подобные машины, как показывают расчеты, могут работать в течение нескольких лет. При проектировании таких машин встает актуальная задача управления их работой. Как показано в настоящем исследовании, в качестве управляющего фактора следует использовать расстояние между осями симметрии статора и ротора.

Список литературы

1. Ампер А.-М. Электродинамика. М.: АН СССР, 1954. – 434 с.
2. Николаев Г.В.. Современная электродинамика и причины её парадоксальности. Томск, «Твердыня», 2003. – 149 с.
3. Томилин А.К. Обобщенная электродинамика. М., «Триумф», 2020. – 300 с. DOI: 10.32986/978-5-93673-270-6-2020-04
4. Ohmura T. A new formulation on the electromagnetic field. Prog. Theor. Phys., 1956, Vol. 16. –P. 684–685.
5. Хворостенко Н.П. Продольные электромагнитные волны. Изв. вузов. Физика, 1992, № 3. – С. 24–29.
6. Van Vlaenderen K.J., Waser A. Generalization of classical electrodynamics to admit a scalar field and longitudinal waves. Hadronic Journal, 2001, 24. – 609–628.
7. Woodside D.A. Three-vector and scalar field identities and uniqueness theorems in Euclidean and Minkowski spaces. Am. J. Phys. 2009, 77(5). – P. 438–446.
8. Arbab A.I., Satti Z.A. On the Generalized Maxwell Equations and Their Prediction of Electroscalar Wave. Progress in physics, 2009, v. 2. – P. 8–13.
9. Alexeyeva L.A. Biquaternionic Model of Electro-Gravimagnetic Field, Charges and Currents. Law of Inertia. Journal of Modern Physics, 2016, № 7. – P. 435–444.
10. Томилин А.К., Аксенова Н.В., Шевчук А.С. Анализ одного «вечного» двигателя. Молодой ученый, 2015, № 10 (90). С. 330–333. URL: <https://moluch.ru/archive/90/19021>