

Хмельник С.И.

# Униполярный двигатель Фарадея и закон сохранения импульса

## Аннотация

Рассматривается причина возникновения безопорное движение в униполярном двигателе Фарадея и сходных конструкциях. Показывается, что такое движение возникает благодаря тому, что в них вместе с движущим импульсом появляется поток электромагнитного импульса, замыкающийся внутри конструкции.

## Оглавление

1. Введение
2. Поток импульса
  - 2.1. Униполярный двигатель Фарадея
  - 2.2. Соленоид Сигалова
  - 2.3. Стержень Балабая-Иванько
- Литература

## 1. Введение

Широко известен униполярный двигатель Фарадея, используемый в промышленности [1]. Простейший вариант такого двигателя изображен на рис. 1 [6].

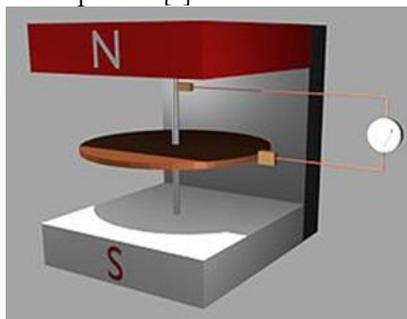


Рис. 1.

В этом двигателе индукция магнитного поля  $B$  постоянных магнитов взаимодействует с током  $J$ , протекающим по радиусу токопроводящего диска. При этом на токонесущий радиус диска действует сила Лоренца  $F_L$ , вращающая диск. В свою очередь, этот ток взаимодействует с токами, протекающими в теле магнитов и создающими магнитное поле. Силы такого взаимодействия приложены к магнитам и направлены противоположно силе Лоренца. Обозначим эти силы как  $F_N$ . Таким образом, тут (как и в любом электродвигателе) статор (магниты) действует на ротор (диск) силой  $F_L$ , а ротор действует на статор силой  $F_N$ . Тем самым реализуется закон сохранения импульса.

Существуют, однако, конструкции, в которых магниты и диск (статор и ротор) объединены в одном теле – см. рис. 2 [3]. Именно эту конструкцию предложил Фарадей. В ней электропроводящий магнитный диск, свободно насажен на ось. При формировании радиального тока  $J$  путем подачи разности потенциалов между ободом и осью наблюдается самопроизвольное непрерывное вращение диска. Казалось бы, не соблюдается закон сохранения импульса, т.к. противоположно направленные силы  $F_L$  и  $F_N$  действуют внутри одного тела и не могут придать ему импульс.

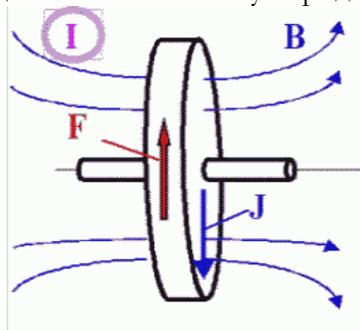


Рис. 2.

Наиболее ярко можно наблюдать это на конструкции, изображенной на рис. 3. "Изобретатель данного мотора взял дисковый неодимовый магнит с никелевым покрытием, намагниченный по оси, к нему в центре примагнитил шуруп с острым концом, а этот конец примагнитил к плюсу круглой батарейки. Минусовой вывод батарейки он соединил тонким проводом (как щетка) с цилиндрической поверхностью магнита. Таким образом между острием шурупа и плюсовым выводом

образовался подшипник с очень малым трением. Когда минус батареек был соединен с окружностью магнита, магнит закрутился сразу и в течении пары секунд развил скорость порядка 15,000 об/мин, после чего за счет дисбаланса сорвался с шурупа и улетел!" [4].



Рис. 3.

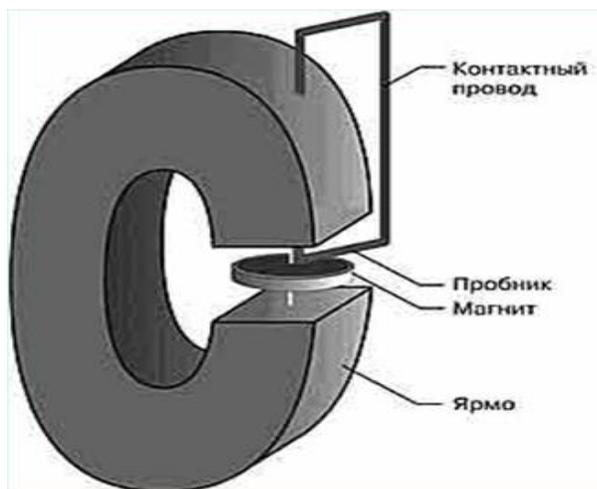


Рис. 3а.

Иногда предполагают, что в этой конструкции подводящий провод испытывает силу Лоренца, а механическое усилие передается через контакт на магнит. Прежде всего, можно возразить, что провод находится далеко от основного магнитного поля, а волосиконтакта не могут передать механическое усилие. Поэтому рассмотрим еще одну конструкцию [10], представленную на рис. 3а. В ней для замыкания магнитного поля, созданного цилиндрическим постоянным магнитом, используется дополнительный свободно

вращающимся на линии своей оси. железный сердечник - ярмо, благодаря чему магнитное поле не действует на контактный провод.

Известны опыты Сигалова [8] по демонстрации безопорного движения, которые можно объяснить взаимодействием токов. Есть, однако, среди них такой, который невозможно объяснить таким образом. Сигалов обнаружил поступательное движение соленоида с током при взаимодействии его с собственным прямолинейным участком тока – см. рис. 4 [3]. Очевидно, все участки этого токопровода взаимодействуют так, что суммарная сила, действующая на него, равна нулю. Тем не менее, есть импульс, движущий эту конструкцию.

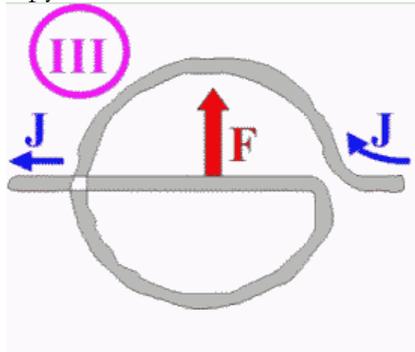


Рис. 4.

Наблюдаемое противоречие между экспериментами и законом сохранения импульса стимулирует естественное желание любознательных людей найти объяснение и известны многочисленные публикации на эту тему – см., например, [2, 3, 4, 5]. Для объяснения принципа действия униполярного генератора привлекается теория относительности [10]. Но подобное объяснение принципа действия униполярного двигателя представляется неубедительным, поскольку оно означает противоречие между теорией относительности и законом сохранения импульса. Таким образом, отсутствует общепризнанная теория, согласующая перечисленные эксперименты с законом сохранения импульса.

## 2. Поток импульса

Фейнман в своих лекциях [8] ясно доказывает, что нарушение закона сохранения импульса в механике не является нарушением общезначимого закона сохранения импульса, ибо есть еще импульс электромагнитного поля.

В электромагнитных системах (где есть магнитная индукция  $\overline{B}$  и электрическая напряженность  $\overline{E}$ ) есть, как правило, поток энергии электромагнитного поля с плотностью

$$\overline{S} = \varepsilon \cdot c^2 \overline{E} \times \overline{B} \quad (1)$$

и импульс электромагнитного поля с плотностью

$$\overline{g} = \overline{S} / c^2. \quad (2)$$

И то, и другое могут существовать даже в статической системе - Фейнман в [8] приводит пример потока энергии в системе, содержащей только электрический заряд и постоянный магнит, покоящиеся рядом. Следовательно, в такой системе есть и поток импульса. Предположим, что в подобной системе возник (за счет энергии внутреннего источника) импульс  $\overline{g}_1$ , приложенный к системе, и противоположный ему импульс электромагнитного поля  $\overline{g}_2 = -\overline{g}_1$ , циркулирующий внутри системы. При этом закон сохранения импульса не нарушается, однако система приобретает "внешний" импульс  $\overline{g}_1$  и, следовательно, начинает движение в направлении этого импульса. Такое движение является безопорным.

Итак, поток электромагнитного импульса в системе, позволяет ей совершать безопорное движение. Имея это в виду, рассмотрим некоторые конструкции.

### 2.1. Униполярный двигатель Фарадея

Рассмотрим снова рис. 2. В теле этого двигателя существует магнитная индукция  $\overline{B}$  и электрическая напряженность  $\overline{E} \equiv \overline{J}$ . Следовательно, в нем циркулирует импульс электромагнитного поля с плотностью (2). Кроме того, на него действует сила Лоренца, создающая импульс  $\overline{g}_L$ . Сумма этих импульсов равна нулю. Однако диск приводится во вращение импульсом  $\overline{g}_L$  и нет внешнего объекта, на который двигатель действует таким же импульсом. Если же двигатель имеет конструкцию, показанную на рис. 1, то импульс электромагнитного поля является обменным импульсом магнита и диска – импульс магнита действует на диск и наоборот.

## 2.2. Соленоид Сигалова

Рассмотрим снова рис. 4. Вдоль оси соленоида существует магнитная индукция  $\vec{B}$ , а вдоль диаметрального провода существует электрическая напряженность  $\vec{E} \equiv \vec{J}$ . Следовательно, в проводах соленоида циркулирует импульс электромагнитного поля с плотностью (2). Кроме того, на этот провод действует сила Лоренца (пропорциональная произведению  $\vec{B} \times \vec{J}$ ), создающая импульс  $\vec{gL}$ . Сумма этих импульсов равна нулю. Однако соленоид перемещается импульсом  $\vec{gL}$  и нет внешнего объекта, на который соленоид действует таким же импульсом.

## 2.3. Стержень Балабая-Иванько

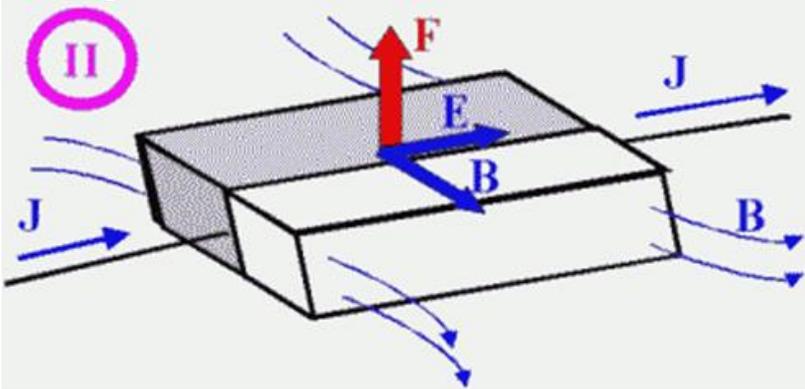


Рис. 5.

В [3] рассмотрен длинный магнит, намагниченный вдоль узкой стороны, по которому вдоль длинной стороны идет ток – см. рис. 5. В этой конструкции также существует магнитная индукция  $\vec{B}$  и электрическая напряженность  $\vec{E} \equiv \vec{J}$ . Следовательно, в ней циркулирует импульс электромагнитного поля с плотностью (2). Кроме того, на магнит действует сила Лоренца, создающая импульс  $\vec{gL}$ . Сумма этих импульсов равна нулю. Однако диск приводится в движение о вращение импульсом  $\vec{gL}$  и нет внешнего объекта, на который стержень действует таким же импульсом. Возникновение безопорной силы в этой конструкции можно проверить на весах. Для сравнения рассмотрим конструкцию, в которой магнит является составным - состоит из двух длинных магнитов, между которыми проложен провод, изолированный от магнитов. В такой

конструкции импульс электромагнитного поля является обменным импульсом магнитов и провода, в результате чего безопорная сила не возникает, что также можно проверить на весах.

Таким образом, безопорное движение в униполярном двигателе Фарадея и сходных конструкциях возникает благодаря тому, что в них вместе с движущим импульсом возникает поток электромагнитного импульса, замыкающийся внутри конструкции.

## Литература

1. Л.А. Суханов. Электрические униполярные машины, <http://bourabai.kz/toe/unipolar.htm>
2. Движение в униполярном поле, научный форум dxdy, <http://dxdy.ru/topic41807.html>
3. Балабай В. И., Иванько Ю. В. Основы опорного и безопорного движения, <http://www.skif.biz/index.php?name=Pages&op=page&pid=120>
4. Геннадий Ивченков, Магнитное поле – статическое образование, не принадлежащее носителю поля, или парадокс униполярных машин, <http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/11565.html>
5. Геннадий Ивченков, Реактивное движение и "безопорное" движение. Электродинамические безопорные двигатели <http://www.skif.biz/index.php?name=Pages&op=page&pid=120>, <http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/11452.html>
6. Faraday disc.jpg, [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Faraday\\_disc.jpg?uselang=ru](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Faraday_disc.jpg?uselang=ru)
7. Р. Фейнман, Р. Лейтон, М. Сэндс. Фейнмановские лекции по физике. Т. 6. Электродинамика. Москва, изд. "Мир", 1966.
8. Сигалов Р.Т., Шаповалова Т.И., Каримов Х.Х., Самсонов Н.И. Новые исследования движущих сил магнитного поля. - Ташкент: ФАН, 1975.
9. Малыгин В.М. Униполярный генератор: электромагнитная индукция и теория относительности. Электричество, 2003, №10.
10. Униполярный мотор-генератор, <http://www.energoinform.org/professionals/unipolarmotorgenerator.aspx>