

В.И.Князева

Изучение и сборка бесщёточного
двигателя на примере Мендосинского мотора

ГБОУ СОШ №2 г.Нефтегорска

Научный руководитель -учитель физики Т.А.Рыбакова

АКТУАЛЬНОСТЬ: Электродвигатель является одним из основных способов применения электрического тока в технических устройствах. Сейчас невозможно представить нашу жизнь без электродвигателей. Они приводят в действие станки, бытовую технику и инструменты, поезда, трамваи и троллейбусы, компьютеры, игрушки и разные подвижные механизмы, устанавливаются на производственных станках. Электрический двигатель — это электрическая машина (электромеханический преобразователь), в которой электрическая энергия преобразуется в механическую. Преобразование энергии в двигателях происходит за счет взаимодействия магнитных полей обмоток статора и ротора. Но главной проблемой любого агрегата является сила трения, ведущая к износу деталей. Люди не одно поколение пытаются найти способы уменьшения действия этой силы и упорно ищут им замену, развивая альтернативную энергетику. Мне понравилась идея создания одного из таких двигателей - **мендосинского мотора**. Данное изобретение часто называют солнечным вечным двигателем. У него нет проводов, шлангов или иных кабелей, через которые подводится питание. И если не знать, как он работает, то этот мотор можно назвать фантастическим. Он может вращаться просто так и при этом находиться в левитирующем состоянии.

Это и послужило основанием для актуальности моего исследования.

Цель моей работы экспериментальное изучение принципов работы бесщёточного двигателя и создание модели Мендосинского мотора.

ЗАДАЧИ:

1. рассмотреть виды бесщёточных двигателей и историю их создания
2. изучить принцип работы
3. выделить наиболее подходящие варианты
4. подобрать материал для сборки модели
5. собрать пробную схему, на которой провести предварительный эксперимент.

Объект исследования Мендосинский бесколлекторный магнитно-левитационный солнечный двигатель.

Предмет исследования электромагнитное поле двигателя.

ГИПОТЕЗА: бесщёточный двигатель на примере Мендосинского мотора возможно применить не только для демонстрации физических процессов, но и применить по назначению.

Практическая значимость моей работы в том, что собранное своими руками устройство можно будет использовать для демонстрации альтернативного получения электрической энергии на уроках физики и внеурочной деятельности.

Модель простейшего электродвигателя

Чтобы сделать самый простой магнитный двигатель своими руками, Вам понадобятся следующие подручные материалы: батарейка на 1,5 Вольта; рабочий держатель с контактами для пальчиковой батареи (как на фото); небольшой магнит; кусок эмалированной медной проволоки, диаметром 1 мм (для сборки потребуется не более 80 см); 30 см неизолированного провода, диаметром 1 мм.

Подготовив все нужные материалы можно переходить к сборке электродвигателя. Сделать маленький электрический моторчик в домашних условиях не сложно.



руками,

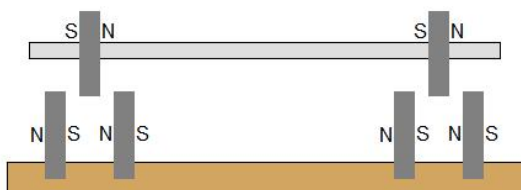
вечного

Проверка теоремы Ирншоу

Чтобы заставить предмет левитировать, нужно сделать две вещи. Во-первых, создать силу, направленную вертикально вверх, чтобы он не упал под действием земного тяготения. Во-вторых, надо позаботиться о том, чтобы зависший в воздухе предмет находился в устойчивом равновесии — то есть самостоятельно возвращался в свое первоначальное положение после того, как его покой

потревожат. Иными словами, помимо поддерживающей силы нужна еще и возвращающая. Разумеется, природа обеих сил не должна быть механической — иначе вся левитация сводится к тому, чтобы положить предмет на твердую опору или подвесить его.

Для изучения и проверки теоремы Ирншоу использовала набор магнитов, карандаш, подставку. В процессе изучения пришла к выводу, от того, в какую сторону полюса будут смотреть, не имеет значения, главное, чтобы они были установлены так, чтобы действовала сила отталкивания.



Сборка модели двигателя №1 (по схеме автора)

Сборку модели мендосинского мотора осуществляла по шагам:

Шаг 1: выбор материала

Для изготовления ротора нам понадобится:

- Металлический стержень от использованной шариковой ручки диаметром 4 мм (шарик будет играть роль подшипника);
- Термоклей;
- Обмоточная медная проволока диаметром 0,3 мм;
- Четыре солнечных панели 3,3см*6,5см «АК 65*33» (заявленная характеристика 4В, 65mA – реальные измерения показали следующие результаты: **1,72В, 60mA**);
- Четыре кольцевых магнита диаметром 1,5 см.

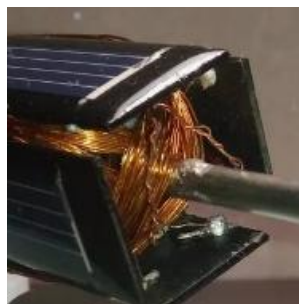
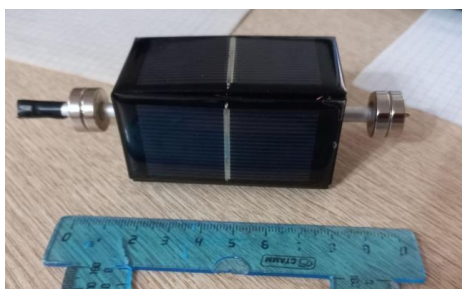
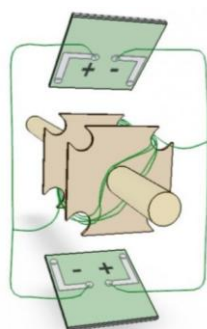
Для основы:

- Доска 8*13см;
- Стеклопанель от игрушечного домика;
- Восемь магнитов, кольцеобразных диаметром 2,5см;
- Один сплошной магнит под ротор.

Шаг 2: сборка

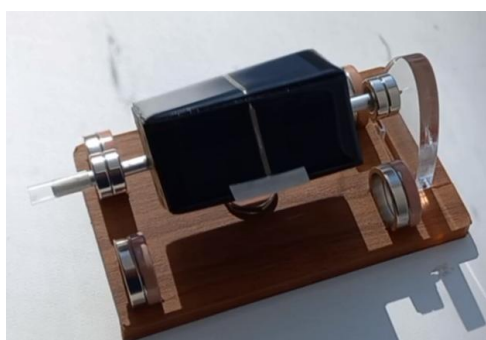
Двигатель будет состоять из вращающегося вала, который удерживается на магнитах, закрепленных друг напротив друга. Питание будут обеспечивать солнечные панели (установленные на вращающейся оси), что генерируют ток, который проходит через катушки ротора.

Ротор из плотного картона, соединённые клеем части. Наматывала провод вокруг ротора. 10 витков, держа провод на одной части вала, а потом ещё 10 в другую от вала сторону. Наматывая провод, считала витки. Повторила те же действия, на другой стороне, пересекая первичную обмотку. По 50 витков в каждой катушке. Подключила солнечные батареи (пара батарей и катушка). Солнечные панели подключены встречно параллельно.



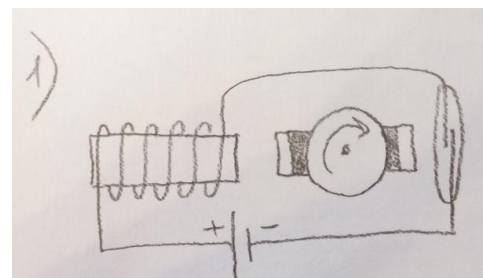
Шаг 3: запуск

Так как добиться идеальности не совсем удалось, запуск пришлось заводить, что называется «с толкача». Первый запуск был осуществлён при солнечном свете на балконе. Проработала модель довольно долго, пока Солнце не скрылось за крышу соседнего дома.



Сборка модели двигателя №2 (с изменениями)

В схему бесщёточного электродвигателя решено было внести изменения. Теперь в двигателе постоянные магниты (ротор) вращаются, а катушка провода (статор) не движется. Для определения положения ротора и изменения магнитного поля статора в подходящий момент использовать буду геркон.



Принцип работы электродвигателя (модель2):

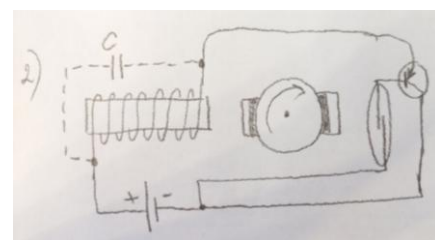
1. Когда магнит №1 находится около геркона, цепь замыкаем, ток подается в катушку, и электромагнит *отталкивает* постоянный магнит – ротор начинает вращаться.
2. Когда в результате вращения магнит удаляется, цепь размыкается, но ротор продолжает вращаться из-за инерции.
3. Когда магнит №2 приблизится к геркону, цепь вновь замкнется, и электромагнит вновь *оттолкнет* постоянный магнит – ротор продолжит вращаться.

Сборка модели двигателя №2 (с изменениями - доработка)

При работе двигателя внутри геркона возникала искра, что значительно сократило время жизни электродвигателя. Искра образуется из-за того, что геркон напрямую соединен с электромагнитом.

Лучшие результаты получаются при отделении геркона от электромагнита. Решено было использовать для этих целей *транзистор*.

Транзистор – небольшое электронное устройство, придуманное в 1947 году. Он состоит из трех слоев полупроводника и бывает двух типов: *pnp* или *npn*. Разница между ними только в направлении тока. Транзистор имеет три вывода, известных как база (**Б**), эмиттер (**Э**) и коллектор (**К**). Протекание небольшого тока в переходе база-эмиттер приводит к возникновению много большего тока в переходе коллектор-эмиттер. Поэтому транзистор может усиливать сигнал или работать как ключ.



ИЗМЕРЕНИЯ

Вычисление среднего значения частоты вращения двигателей и их сравнение.

Возможности камеры телефона не хватает, чтобы оценить частоту вращения двигателя по видео. Это большой минус, но с другой стороны – плюс, так как можно этот факт использовать для определения параметра вращения.

Определять частоту вращения двигателя решила с помощью программы «RPM Meter Strobe light», которую установила на телефон. Эта программа позволяет использовать «иллюзию остановки вращательного движения». Нанесла метку на торцевую часть двигателя, направила моргающий

источник света на метку, меняя его частоту на экране телефона. Добилась такого состояния, когда метка на диске как бы замерла на месте. Частота вращения, которое высветится в этот момент на экране телефона, и будет числом оборотов двигателя в одну минуту. Опыты производились при освещённости солнечным светом.

№ опыта	Частота вращения модели №1, об/мин	Среднее значение частоты вращения модели №1, об/мин	Частота вращения модели №2, об/мин	Среднее значение частоты вращения модели №2, об/мин
1.	89	93	95	95
2.	93		98	
3.	96		92	

Вывод: среднее значение частоты вращения модели двигателя №1 - 93 об/мин.
среднее значение частоты вращения модели двигателя №2 - 95 об/мин.

Исследование зависимости частоты вращения ротора от изменения освещённости.

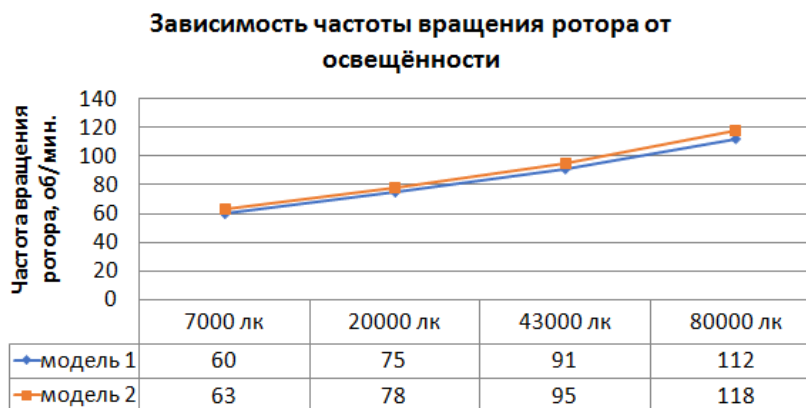
Для определения зависимости частоты вращения ротора двигателей от освещённости световым потоком, падающего на фотоэлементы мотора, был поставлен эксперимент, предусматривающий выполнения двух этапов:

1. Изменение освещённости светового потока.
2. Измерение частоты вращения мотора при различной освещённости.

С помощью программ: «RPM Meter Strobe light» и «Люксомер», которые установила на телефон и выполнила измерения и получила следующие результаты:

№ опыта	Источник света	Освещённость, лк	Частота вращения, об/мин	
			Модель 1	Модель 2
1.	Лампа (мощностью 100 Вт)	7000	60	63
2.	Дневной свет	20000	75	78
3.	Дневной солнечный свет	43000	91	95
4.	Дневной солнечный свет через собирающую линзу	80000	112	118

По данным таблицы построила графики зависимости частоты вращения ротора от освещённости:



Вывод: частота вращения ротора находится в прямой зависимости от освещённости светового потока, падающего на фотоэлементы, это значит, что двигатели можно использовать в качестве механического индикатора освещённости.

Испытания двигателей на нагрузку.

МОДЕЛЬ №1

Опыт	Результат
Нагрузка в виде маховика	Двигатель модели №1 справился. Маховик вращается будучи одетым на вал ротора.
Дальнейшее увеличение нагрузки на вал ротора	Модель №1 остановилась.

Определение КПД установки. $\text{КПД} = P_{\text{пол.}} / P_{\text{затр.}} * 100\%$

U на обмотке 0,15В

Сопротивление проволоки

$$R = \rho l / S = 0,017 * 2,3 / 0,28 = 0,139 \text{ Ом}$$

$$\text{Полезная мощность } P_{\text{пол.}} = U^2 / R = 0,15^2 / 0,139 = 0,162 \text{ Вт.}$$

Затраченная мощность $P_{\text{затр.}} = 0,8 \text{ Вт}$ - заявленная производителем мощность панели.

$$\text{КПД} = 0,162 / 0,8 = 0,2 = 20\%$$

Но этот КПД тратится только на вращение ротора и не более.

Вывод: двигатель не справился с малейшим вмешательством. КПД собранной модели практически нулевой. Энергию вращения ротора снять не удалось, разве только на вращение маховика, сидевшего на валу вращающегося ротора.

МОДЕЛЬ №2

Решено было собрать модель автомобиля, работающего на двигателе по схеме из пункта 2.1.5.

Опыт	Результат
Нагрузка в виде маховика	Двигатель модели №2 справился. Маховик вращается будучи одетым на вал ротора.
Дальнейшее увеличение нагрузки на вал ротора. Применила ремённую передачу с вала на ось вращения колеса автомобиля	Модель №2 едет. Следовательно КПД данной модели отличен от нуля.

Определение КПД установки. $\text{КПД} = P_{\text{пол.}} / P_{\text{затр.}} * 100\%$

Затраченная мощность $P_{\text{затр.}} = 0,8 \text{ Вт}$ - заявленная производителем мощность панели.

Полезная мощность $P_{\text{пол.}} = Fv$

F – средняя сила сопротивления движению, Н

V – средняя скорость, м/с.

$$\text{КПД} = (0,92 * 0,2) / 0,8 = 0,24 = 24\%$$

Вывод: модель №2 справилась с испытаниями. КПД установки составил 24%.

Ключевые слова: электродвигатель; катушка с током; электромагнитное поле; солнечная батарея.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На сегодняшний день область применения маломощных двигателей достаточно ограничена. **Двигатель модели №1** можно использовать в качестве вентилятора, индикатора освещённости или красивой настольной игрушки. Совместив конструкцию двигателя с накапливающим механическую энергию маховиком, данную систему, возможно, использовать в качестве аккумулятора энергии. Поскольку коэффициент преобразования механической энергии маховика в электрическую достигает 98%, то практически вся накопленная энергия будет сохранена. При использовании описанной системы в безвоздушных средах аккумулятор способен сохранять накопленный заряд энергии более продолжительное время.

Двигатель модели №2 оказалась более удачной. КПД составил 24%. Как оказалось, этот двигатель проще и надежнее предыдущего. Собрать бесщёточный двигатель всё таки удалось.

Моя ГИПОТЕЗА: бесщёточный двигатель на примере Мендосинского мотора возможно применить не только для демонстрации физических процессов, но и применить по назначению подтвердилась.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Юнусов Р.Ф. Дистанционный курс «Электродинамика»//Необратимые процессы в природе и технике. Труды девятой Всероссийской конференции МГТУ им. Н.Э.Баумана. Москва: МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2017, Ч. II, С. 181-184.
2. Юнусов Р.Ф. Электронные курсы на платформе «Blackboard»//Научно-методический электронный журнал «Концепт». 2016. № 11. С.95-105.URL: <http://e-koncept.ru/2016/16242.htm>.
3. Физическая энциклопедия. М.: Советская энциклопедия, 1988.
- 4.Холодов Ю.А. “Человек в магнитной паутине”, “Знание”, Москва, 1972 г.
- 5.Карцев, В.П. Магнит за три тысячелетия / В.П. Карцев. - М.: Знание, 1986г. – 230 с.
- 6.Материал из интернет: - <https://ru.wikipedia.org>
- 7.Материал из интернет: - <http://elektrik.info/main/fakty/1276-mendosinskiy-motor-ustroystvo-i-princip-raboty-osobennosti-ispolzovaniya.html>