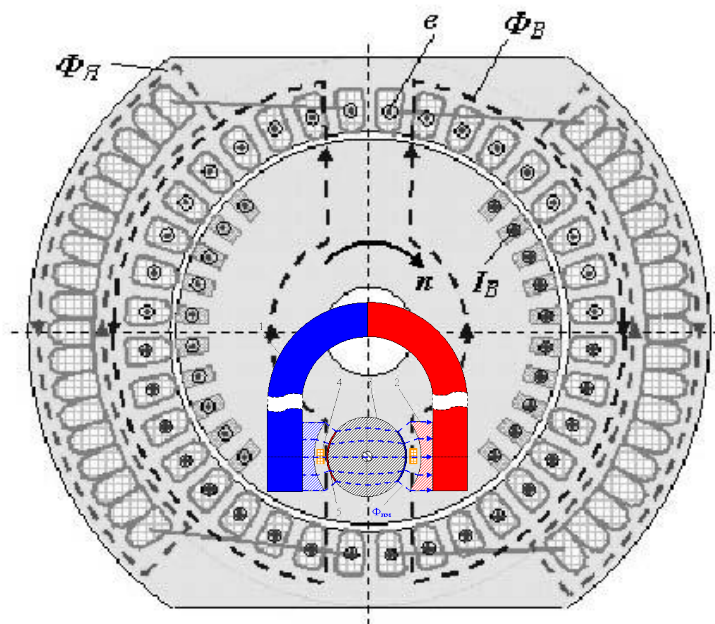




Н.Н. Громов

Избранные статьи

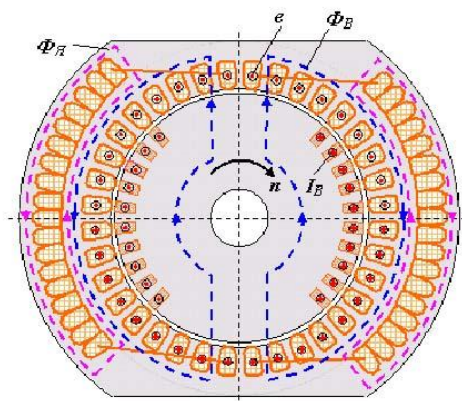
Сборник

Н.Н. Громов

Новые электрические машины с обмоткой Грамма

Цель настоящей работы - доказательство теоремы о том, что принцип обратимости электрических машин не является всеобщим и выполняется не для всех схем электрических машин.

Настоящая работа выполнена по результатам теоретических и экспериментальных исследований, проведенных автором в период с декабря 2005 года по декабрь 2006 года.



Доказана теорема опровергающая незыблемость принципа обратимости электрических машин, открытого Э.Х. Ленцем в 1838 г., и позволяющая рассматривать его только как частный случай, определяющий характеристики движения одиночного проводника или рамки с током в магнитном поле.

Изложенные в настоящем документе физические принципы и рассмотренные устройства могут быть использованы любым физическим или юридическим лицом, но не могут быть запатентованы и использованы для монопольного

производства технических устройств на этих физических принципах.

Введение

Вплоть до 1870 г. ни одна из существовавших машин даже при употреблении вместо стальных магнитов более сильных электромагнитов не давала возможности получать мало изменяющийся по силе постоянный ток. Только в этом году, благодаря употреблению Граммом вышеописанного железного цилиндра (или кольца), обмотанного проволокой и помещенного между концами электромагнита, намагничивающегося тем же током, который развивается во вращающейся обмотке, впервые появилась электромагнитоэлектрическая машина, способная давать почти вполне постоянный ток.

Железный, цилиндрический или имеющий форму кольца сердечник, окруженный кольцевой проволоочной обмоткой, т. е. так называемое кольцо Грамма, представляет собой изобретение, положившее начало всей современной электротехнике.

Машина Грамма представляла собой машину постоянного тока современного типа.

Однако она была изменена в 70-80-х годах 19 века. Одно из наиболее существенных изменений заключалось в замене кольцевого якоря барабанным, и было осуществлено в 1873 г. немецким электротехником Ф. Гефнер-Альтенекем.

Тогда считалось, что основным недостатком кольцевого якоря являлось плохое использование меди в его обмотке, так как части витков обмотки, находившиеся на внутренней поверхности кольца, не использовались. Другой аргументации в исторической литературе не приводится.

В барабанном якоре обе стороны каждой секции участвуют в генерировании э.д.с., а не работают только лобовые части обмотки. С 1878 г. барабанный якорь стали делать зубчатым, к началу 90-х годов 19 века последовал еще ряд изменений в барабанном якоре для повышения его эффективности и кольцевой якорь Грамма перестал широко применяться.

Однако до наших дней ходят слухи о каких-то особенных свойствах кольцевого якоря Грамма.

Фролов Александр Владимирович в интервью Спецвыпуску Хакер, номер 2001-11, стр. 011-020-4 сказал:

«... Думаю, что многое придется заново изобретать, даже генератор Грамма. Этот тип генератора был изобретен раньше привычного нам барабанного генератора и мотора. Из генератора Грамма нельзя получить мотор, если подать на обмотку напряжение. Но именно поэтому его ротор, в отличие от ротора барабанного типа, не тормозится при подключении нагрузки. В таком генераторе слабый механический привод (тогда применялись паровые машины или водяное колесо) может производить любую мощность, которая определяется параметрами магнитов и обмотки. Тогда думали об эффективности системы и не ограничивались 100%»

Фролов А.В. посвятил этому вопросу ряд статей и провел экспериментальные исследования с целью подтверждения этих слухов. Однако они не увенчались успехом.

В период с декабря 2005 г. по декабрь 2006 г. автором проводился комплекс теоретических и экспериментальных исследований по теме «Необратимая униполярная электрическая машина» и в процессе их проведения выяснились некоторые особенности, связанные с кольцевой обмоткой Грамма. Настоящая работа выполнена по результатам этих теоретических и экспериментальных исследований.

В настоящей работе намеренно не приводится математический аппарат, а основное внимание уделено физике процессов. Читатель может самостоятельно «привязать» математику в объеме своих знаний. Для понимания излагаемых физических процессов, достаточно математического аппарата в объеме средней школы.

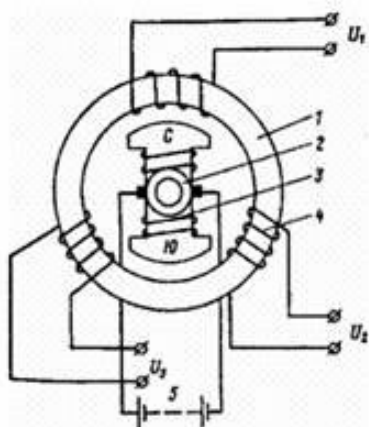


Схема синхронного генератора

Синхронный генератор с обмоткой Грамма

Практически во всех учебниках по электротехнике приводится схема синхронного генератора с обмотками Грамма Рис. 1, которая сопровождается примерно таким «невнятным» описанием.

Рис. 1.

«Если вращать ротор генератора с помощью двигателя и подавать в обмотку возбуждения постоянный ток, то магнитное поле, создаваемое ротором, будет пересекать обмотки, расположенные на статоре, и наводит в них напряжение. Когда возле обмотки будет проходить северный полюс электромагнита, ток потечет в одном направлении, когда около этой же обмотки будет прохо-

дить южный полюс электромагнита, то ток потечет в обратном направлении. Изменение тока происходит плавно по синусоиде».

Однако «дыма без огня не бывает». И решение о каких-то особенных свойствах кольцевого якоря Грамма должно быть очень простым, учитывая уровень развития электротехники в конце 19 века. Поэтому в длительных размышлениях о «генераторе Грамма» не имеющем сопротивления вращению ротора, секрет изготовления которого считался утерянным навсегда, я пришел к выводу о том, что **для устранения, тормозящего электромагнитного момента у синхронного генератора, необходимо свести к минимуму взаимодействие магнитных полюсов обмотки якоря и обмотки возбуждения.**

Для этого у синхронного генератора обмотки якоря необходимо намотать по схеме Грамма. Обмотки, выполненные по схеме Грамма, имеют возможность генерирования электрической мощности без взаимодействия своих полюсов с полюсами обмотки возбуждения. Генерирование электрической мощности в них осуществляется только за счет пересечения проводников с одной стороны обмотки движущимся вектором магнитной индукции обмотки возбуждения.

В промежутках между обмотками ток нагрузки будет создавать магнитные полюсы, за счет которых возникает электромагнитный момент сопротивления вращению ротора и механическую мощность для поддержания заданной частоты вращения по мере увеличения нагрузки необходимо повышать.

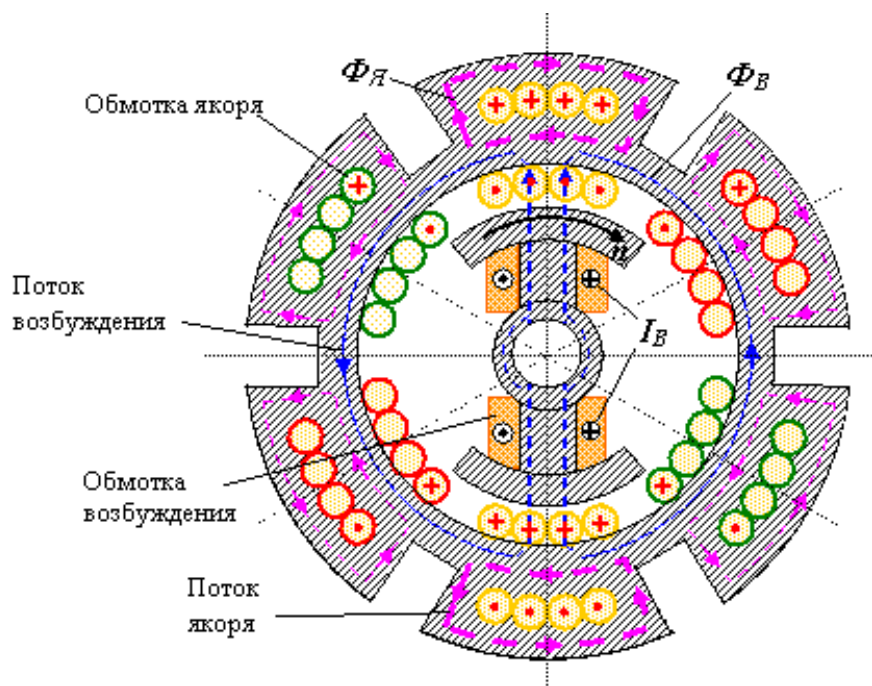


Рис. 2. Трехфазный синхронный генератор с обмоткой якоря по схеме Грамма (поперечный разрез)

Исключить взаимодействие магнитных полюсов статора с магнитными полюсами ротора можно очень простым способом, который заключается в «развороте» магнитных полюсов обмотки якоря на 180 градусов и их «короткое магнитное замыкание» по не рабочей поверхности.

(Комментарий редактора: К сожалению, предложенный Грозовым способ замыкания магнитных полей обмотки не приводит к полному устранению поля по окружности статора, для этой цели лучше подходят генераторы с аксиальным магнитным потоком и обмоткой Грамма предложенные И.И.Алиевым и В.П. Лакатош)

На Рис. 2 приведен поперечный разрез простейшего трехфазного синхронного генератора, не имеющего тормозящих электромагнитных моментов. Принцип его работы понятен из рисунка и особых пояснений не требует.

Для вращения ротора и получения максимальной электрической мощности «по железу и обмоткам» следует преодолеть только трение вращения в подшипниках, и аэродинамическое трение ротора. Исполнение может быть однофазным, двухфазным или трехфазным. Для подобной конфигурации ротор «не видит» магнитные полюсы статора и электромагнитного момента между ротором и статором не возникает.

Проверить это высказывание можно элементарно с использованием законов Ома и Кирхгофа для магнитной цепи.

Электромагнитные силы, создаваемые магнитным полем и током нагрузки в рабочем зазоре за счет перпендикулярного входа магнитных силовых линий в поверхность ротора прикладываются к его оси и тангенциальных составляющих для ротора не имеют.

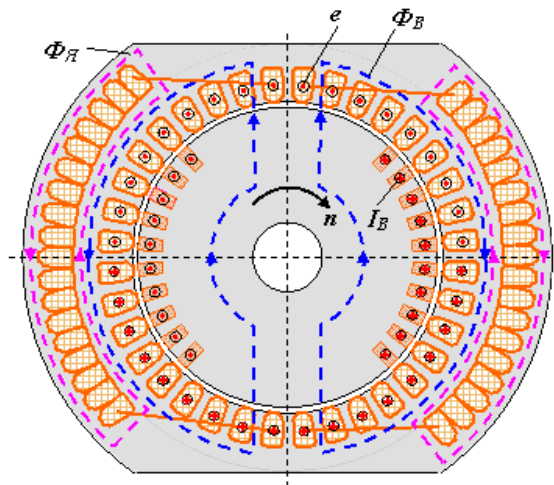


Рис. 3. Однофазный синхронный генератор с обмоткой якоря по схеме Грамма и неявнополюсным ротором
(Правая и левая полу-обмотки якоря в данном положении ротора магнитных полюсов не создают)

На Рис. 3 приведен поперечный разрез однофазного синхронного генератора. В принципе возможно создание генераторов с обмотками Грамма на различное количество полюсов.

Генераторы, построенные по приведенным выше схемам, не могут работать в качестве электродвигателей из-за отсутствия электромагнитного момента вращения.

Из изложенного выше, можно сделать вывод о том, что:

Нами открыто и экспериментально установлено неизвестное ранее свойство, заключающееся в том, что в синхронном генераторе с обмотками по схеме Грамма, при магнитном замыкании полюсов обмоток якоря по независимому магнитному пути, тормозящий электромагнитный момент ротора исключается (и остается только сопротивление трения в подшипниках и аэродинамическое сопротивление вращающегося ротора).

На основе, проведенной инженерной оценки синхронного генератора с обмотками типа Грамма, можно сделать вывод о том, что в процессе его работы существует возможность отбора части электрической мощности и преобразования ее в механическую мощность для обеспечения собственных нужд (вращения ротора генератора).

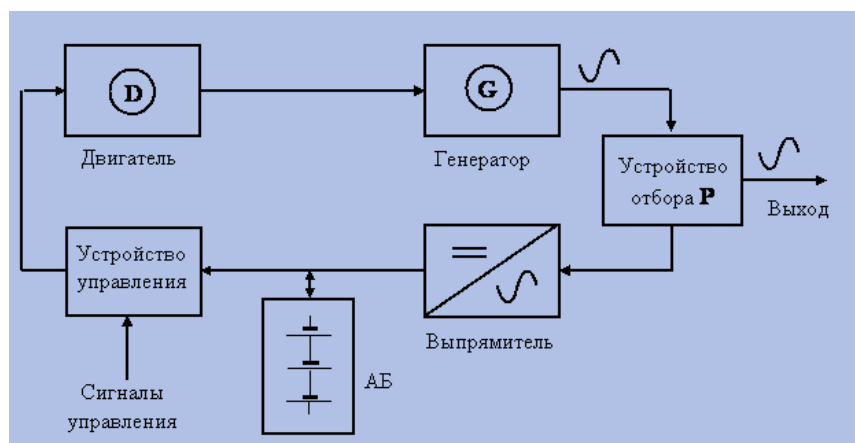


Рис.4

На Рис. 4 приведен один из вариантов схемы такого отбора.

Н.Н.Громов

Неподвижность симметричного магнитного поля относительно аксиальной оси намагничивания

В процессе выполнения настоящей работы я столкнулся с тем, что для постоянных магнитов и электромагнитов нигде не описано экспериментально открытое А.Л Родиным свойство симметричных, относительно оси вращения, их полюсных окончаний сохранять магнитное поле неподвижным. Открытие этого свойства для постоянных магнитов и электромагнитов имеет очень большое практическое значение. Постараемся это увидеть при дальнейшем изложении результатов теоретических и экспериментальных исследований свойств постоянных магнитов и электромагнитов.

С удовольствием прочитал вышедшую в 1994 г. книгу М. Ф. Острикова «Новые проявления магнетизма». Он нашел несколько применений для кольцевых постоянных магнитов и защитил их авторскими свидетельствами и патентами. Однако широкого применения в технике и повседневной жизни они не получили.

Следует отметить, что в книге много внимания уделено магнитному «балдежу» и теоретизированию о строении Вселенной, магнитном монополе и т.п., таким вопросам, якобы вытекающим из строения постоянного кольцевого магнита, которые далеки от реалий. Однако совсем не упоминаются эффекты, открытые А.Л Родиным которые, опубликованы в журнале "Изобретатель и рационализатор", № 2, 1962 г. «Туман над магнитным полем». О. Сердюков.

Приведу две выдержки из этой статьи.

«... - Ну а теперь, если вращать магниты и диск вместе, соединив их в единый ротор?
- Да вроде бы не должно быть тока, - уже неуверенно сказал я. - Ведь они относительно неподвижны...

Однако вращающиеся вместе диск и магниты ток дали».

«...А затем Родин продемонстрировал мне двигатель без статора, подсоединив один из проводов, идущих от выпрямителя, к оси, на которой сидят диск и магниты, а другой поднес прямо к диску - вся система закрутилась»

Попробуем несколько рассеять «туман над магнитным полем».

Рассмотрим постоянный кольцевой магнит с точки зрения подхода Ампера к магнитным полюсам. По его теореме, эквивалентную схему постоянного кольцевого магнита можно представить двумя токами, протекающими в противоположных направлениях, по внешней и внутренней радиальным сторонам кольца. Эквивалентная схема приведена на Рис.6.

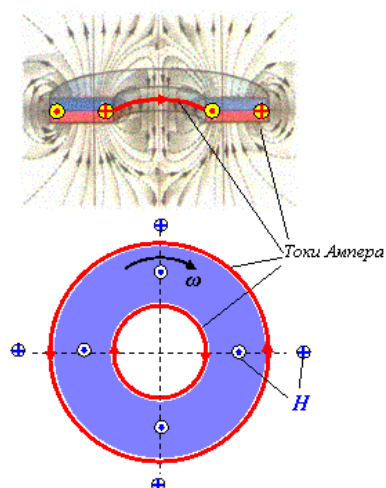


Рис. 5. Магнитное поле постоянного кольцевого магнита и его эквивалентная схема

Рассматривая схему Рис.5 можно уверенно говорить, что при вращении тела магнита вокруг аксиальной оси структура магнитного поля остается неподвижной, поэтому оно и не взаимодействует с проводниками, расположенными в его силовых линиях. На вопрос – «Почему так получается?» можно ответить следующим образом – магнитное поле это результат протекания тока (движения зарядов) и дополнительное внешнее движение по ходу или против хода зарядов на структуру и положение магнитных силовых линий влияния не оказывает.

С целью проверки этого утверждения был изготовлен электромагнитный аналог кольцевого магнита постоянного тока. Его схематическое изображение приведено на Рис. 6.

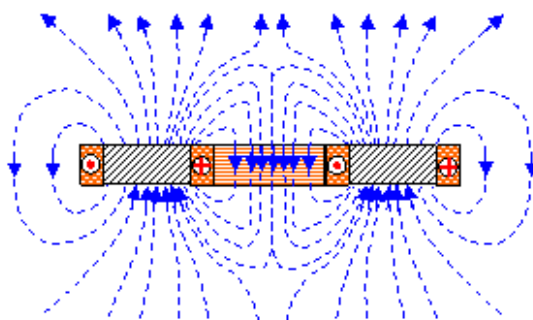


Рис. 6. Электромагнитный аналог кольцевого постоянного магнита

С его использованием были повторены опыты А.Л. Родина. Результаты опытов полностью подтвердились.

На Рис. 7 – Рис. 9 приведены конструкция электрической машины А.Л. Родина и схемы ее работы в генераторном и двигательном режиме.

Работу конструкции электродвигателя А.Л. Родина без статора можно объяснить тем, что проводящий диск (ротор) увлекает вместе с собой магниты статора. Магниты вращаются, но поле статора неподвижно.

Работа в режиме генератора без статора объясняется точно так же. Проводящий диск ротора с жестко закрепленными на нем магнитами статора вращается под действием внешнего момента в неподвижном магнитном поле статора.

В своих конструкциях А.Л. Родин использовал именно кольцевые постоянные магниты с аксиальным намагничиванием.

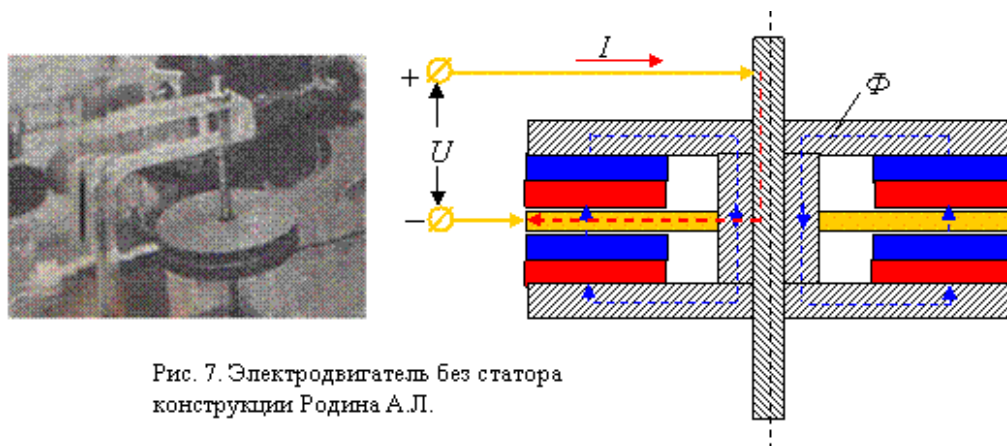


Рис. 7. Электродвигатель без статора конструкции Родина А.Л.

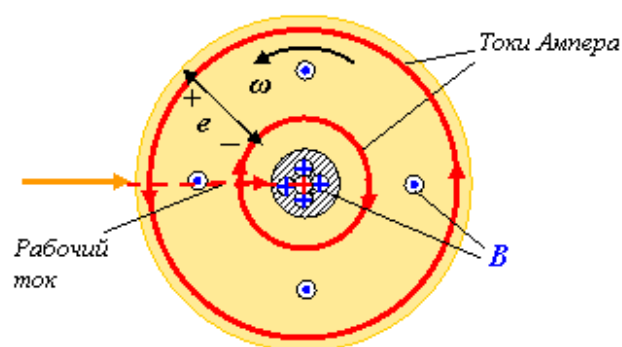


Рис. 8. Работа конструкции Родина А.Л. в режиме генератора

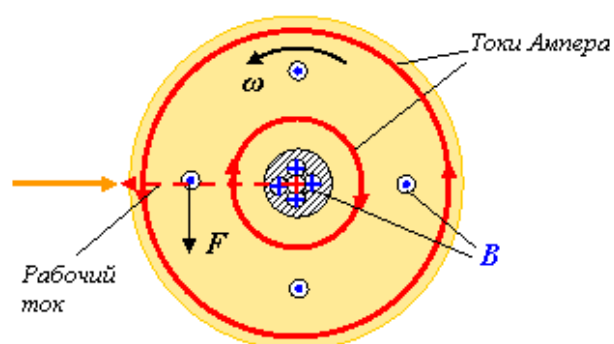


Рис. 9. Работа конструкции Родина А.Л. в режиме двигателя

Исследованию подвергались также дисковые и стержневые постоянные магниты и электромагниты с аксиальным намагничиванием. В результате был сформулирован вывод:

«Для постоянных магнитов и электромагнитов присуще свойство симметричных, относительно оси вращения совпадающей с осью намагничивания, их полюсных окончаний сохранять в неподвижности магнитное поле».

Этот вывод дает ответ на многие вопросы, связанные с использованием кольцевых, дисковых и стержневых постоянных магнитов и электромагнитов в качестве роторов электродвигателей. Его всегда следует учитывать при конструировании электрических машин.

Электродвигатель с обмоткой Грамма

В процессе проведения комплекса теоретических и экспериментальных исследований по темам «Необратимая униполярная электрическая машина» и «Электрическая машина с вращающимися полюсами в цепи возбуждения» рассматривалась возможность применения кольцевой обмотки Грамма.

Эксперименты и теоретические исследования показали высокую эффективность применения обмотки Грамма при построении униполярных электродвигателей постоянного тока. На Рис. 10 приведена схема одного из экспериментов с использованием обмотки Грамма.

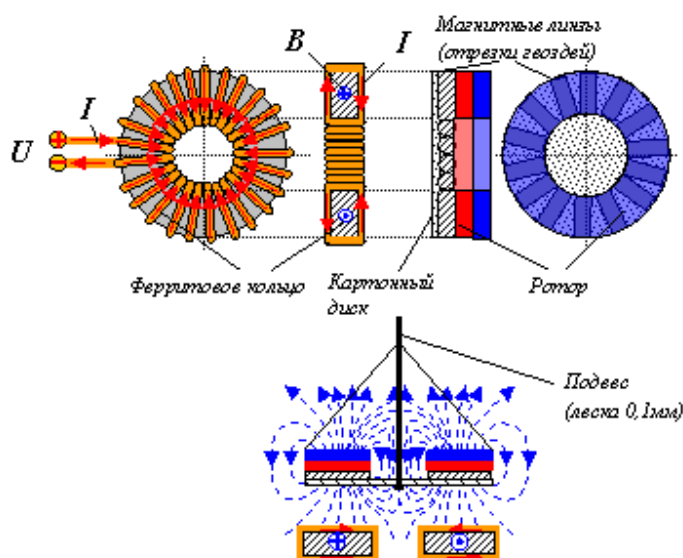


Рис. 10. Схема эксперимента по выявлению наличия вращательного движения в неподвижном магнитном поле кольцевого магнита с использованием обмотки Грамма

При проведении эксперимента наличие вращательного движения было четко выражено. Этот факт был положен в основу разработанного электродвигателя постоянного тока торцевой конструкции без коллектора и инвертора Рис. 11.

Разработанная схема электродвигателя без коллектора и инвертора предназначена для работы в сложных условиях (вакууме, при наличии легковоспламеняющихся смесей в атмосфере и т.п.). Вместо постоянного кольцевого магнита для возбуждения электродвигателя применен электромагнит, у которого более подходящая картина магнитного поля для работы электродвигателя. Якорь из двух обмоток типа Грамма, соленоид возбуждения и магнитная система двигателя выполнены неподвижными. Силовое взаимодействие между якорем и ротором в рабочих зазорах обеспечивается за счет «магнитных линз». Эти взаимодействия могут быть использованы при получении СЭ без «абракадабры» об эфире и т.п., а на основе только классических физических законов и понятий.

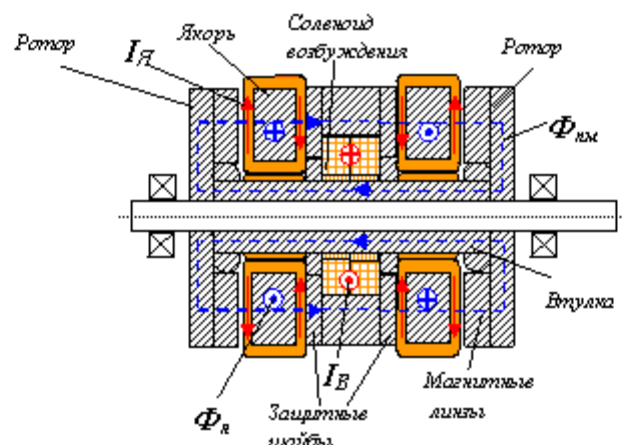


Рис. 11. Продольный разрез электродвигателя постоянного тока торцевой конструкции без коллектора и инвертора

Дальнейшее изучение обмотки типа Грамма применительно к электродвигателям постоянного тока дало результаты, которые не ожидались:

1. Открыто (и экспериментально доказано) неизвестное ранее свойство, заключающееся в том, что тороидальный сердечник с обмотками по схеме Грамма, в комбинации с постоянными магнитами или электромагнитами может вращаться вокруг аксиальной оси, образуя электродвигатель постоянного тока без статора и при этом ЭДС вращения в обмотках не индуцируется.
2. Открыто (и экспериментально доказано) неизвестное ранее свойство, заключающееся в том, что тороидальный сердечник с обмотками по схеме Грамма, в комбинации с постоянными магнитами или электромагнитами может осуществлять движение без опоры за счет протекания постоянного тока через обмотки и при этом противодействующая ЭДС в обмотках не индуцируется.

Это привело меня в шок, который до сих пор не прошел. Не буду детально расписывать процессы, происходящие в двигателе и движителе без опоры. Приведу только рисунки и данные по сердечникам и обмоткам.

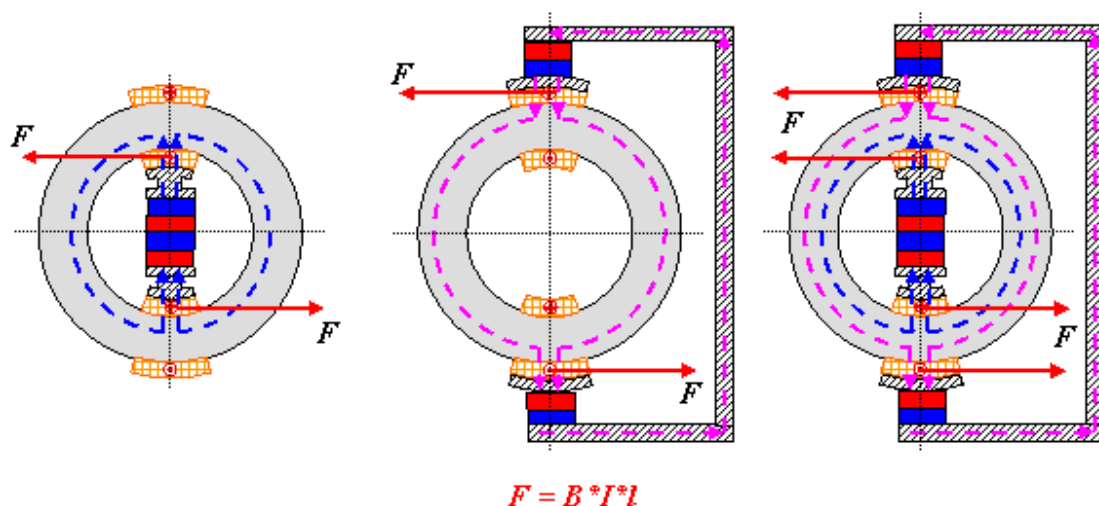


Рис. 12. Три схемы экспериментов по выявлению наличия вращательного движения с использованием обмотки типа Грамма

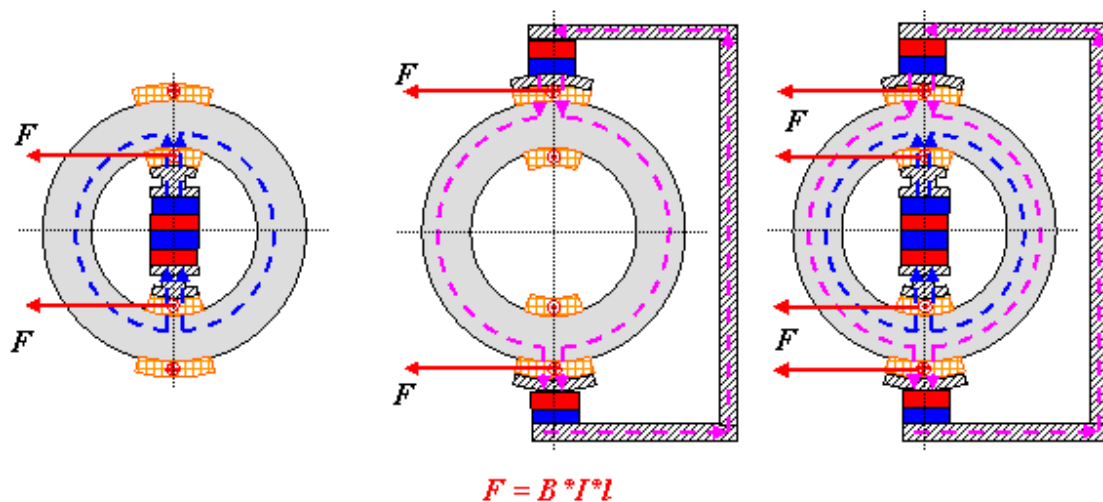


Рис. 13. Три схемы экспериментов по выявлению наличия поступательного движения с использованием обмотки типа Грамма

Эксперименты проводились с двумя типами кольцевых сердечников 64x37x12 2500 НМ и 35x25x20 пермаллой.

Две обмотки располагались симметрично по диаметру сердечников и содержали по 200 витков провода ПЭЛ 0,35 намотанных виток к витку в пять слоев.

Магниты использованы «разнокалиберные» ферритовые от магнитных защелок.

В качестве дополнительных магнитопроводов использовались четырехслойные конструкции из белой жести от консервных банок.

Испытания проводились на крутильных весах с подвесом 12 см из монопласти (рыболовная леска 0,1 мм).

Питание подавалось от выпрямителя $U = 14$ В через ограничительное сопротивление $R = 8$ Ом. Эффекты, отраженные на рисунках настолько отчетливы, что просто шокируют.

Теорема о том, что принцип обратимости электрических машин не является всеобщим и выполняется не для всех схем электрических машин, доказана.

В условиях действующих промышленных предприятий выпускающих электродвигатели можно в кратчайшие сроки наладить серийное производство, как энергосберегающих электродвигателей, так и двигателей, не требующих опоры.

Тот, кто будет первым, тот и выиграет. Жаль, что Российские бизнес и власть не понимают этого.

Литература

1. Физический энциклопедический словарь. Гл. ред. А.М. Прохоров. Ред. кол. Д.М. Алексеев, А.М. Бонч-Бруевич, А.С. Боровик-Романов и др. – М.: Сов. энциклопедия, 1983.
2. Хвостов В.С. Электрические машины. Машины постоянного тока: Учеб. для студ. электром. спец. вузов / Под ред. И.П. Копылова. – М.: Высш. шк., 1988.
3. Бут Д. А. Бесконтактные электрические машины. – М.: Высшая школа, 1990.
4. Громов Н.Н. Электрическая машина с вращающимися полюсами в магнитной цепи возбуждения. Нижний Новгород, 2006.
5. Громов Н.Н. Необратимая униполярная электрическая машина. Нижний Новгород, 2001.

*Н.Н. Громов
Нижний Новгород
2006 г.*

Электрическая машина с вращающимися полюсами в магнитной цепи возбуждения

Первая опубликованная редакция статьи под этим названием имела некоторые недочеты, связанные с упрощенным изложением и была слабо воспринята даже подготовленными инженерами. Во 2-й редакции автор попытался сделать изложение материала в более доступной форме с целью довести его до широкого круга заинтересованных лиц.

Предлагаемые конструкции электрических машин являются необратимыми электродвигателями широкого применения в приводе практически всех классов машин и механизмов. Они могут быть использованы в малой и большой энергетике, как альтернативная замена водяных, паровых и газовых турбин, как двигатели транспортных средств и т.д.

Принцип действия предлагаемых электрических машин настолько прост, что даже у подготовленного инженера вызывает улыбку и после прочтения первых предложений текста чтение заменяется беглым просмотром с выводом о том, что это все давно известно и ничего нового в работе нет.

Попытаюсь доказать обратное.

Обратим внимание на электромеханические системы, построенные по магнитоэлектрической схеме, в которых вращающий момент рамки с указателем создается взаимодействием между полем постоянного магнита с соответствующей арматурой и одним или несколькими проводниками (на рамке) с током.

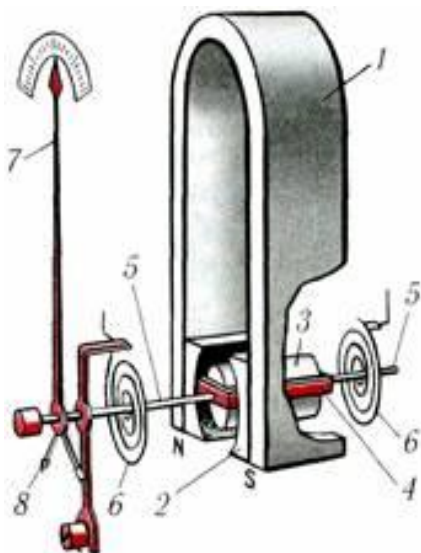


Рис. 1.

Магнитоэлектрические приборы изготавливаются с подвижной рамкой Рис. 1, но есть конструкции и с подвижным магнитом.

Измерительный механизм прибора магнитоэлектрической системы состоит из двух частей.

Неподвижная часть состоит из постоянного магнита 1, его полюсных наконечников 2 и неподвижного сердечника 3. В зазоре между полюсными наконечниками и сердечником существует сильное магнитное поле.

Подвижная часть измерительного механизма состоит из легкой рамки 4, обмотка которой навивается на алюминиевый каркас, и двух полуосей 5, неподвижно связанных с каркасом рамки.

Концы обмотки припаяны к двум спиральным пружинам 6, через которые в рамку подводится измеряемый ток. К рамке прикреплены стрелка 7 и противовесы 8.

Рамка устанавливается в зазоре между полюсными наконечниками и сердечником. Ее полюсы вставляются в стеклянные или агатовые подшипники.

При прохождении тока по обмотке рамки, она стремится повернуться, но ее свободному повороту противодействуют спиральные пружины. И тому углу, на который рамка все же развернется, соответствует определенная сила тока, который протекает по обмотке рамки.

Иными словами, угол поворота рамки пропорционален силе тока. Значит, присутствует момент вращения, причем постоянный, и определяется он только силой протекающего через рамку тока и магнитной индукцией в зазорах магнитной системы.

Наверное, никто не будет возражать против утверждения, что если ось рамки зафиксировать, то магнитная система придет в движение и повернется на такой же угол только в обратном направлении.

Предположим, что неподвижный сердечник 3 является подвижным (свободно вращающимся вокруг собственной оси). Что произойдет? Вот на этот вопрос нет ответа ни в учебниках, ни в монографиях маститых ученых, ни в популярных статьях. Хотя, что-то должно происходить. Вернемся к этому в дальнейшем.

Таким образом, выяснено, что рамка с током, имеющая свободу вращения в зазоре магнитной системы подвержена влиянию пары сил с ее стороны, а сама магнитная система находится под влиянием такой же пары сил со стороны рамки с током.

Выясним теоретически с помощью графического изображения и классических физических законов, какие силы воздействуют на элементы механизма прибора изготовленного по магнитоэлектрической схеме.

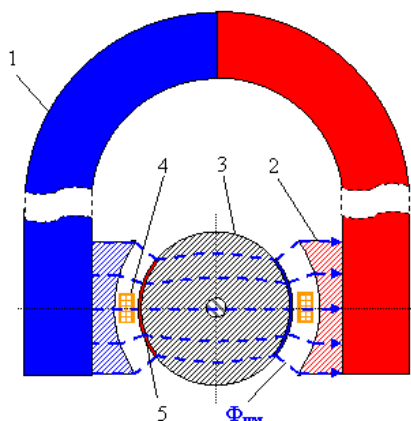


Рис. 2.

Для этого воспользуемся упрощенным фронтальным изображением поперечного разреза магнитоэлектрического прибора Рис. 2. Обозначения элементов 1 – 4 соответствуют обозначениям, приведенным на Рис.1.

При обесточенной рамке -4, сердечник -3 намагничивается магнитным потоком постоянного магнита $\Phi_{пм}$ с полюсами, которые определяются листками Ампера -5. На сердечник -3 действуют только радиальные силы со стороны полюсных наконечников. Тангенциальных составляющих эти силы не имеют. Сердечник -3 имеет возможность свободного вращения вокруг своей оси. В процессе вращения он сохраняет положение магнитных полюсов, которое определяет поток $\Phi_{пм}$ постоянного магнита в соответствии с законом Ампера.

При прохождении тока I_p по рамке 4 Рис. 3, он возбуждает магнитный поток Φ_p в сердечнике 3 ортогональный магнитному потоку $\Phi_{пм}$. Магнитный поток Φ_p замыкается через полюсные наконечники 2 и полюсы намагничивания сердечника 3 за счет своих листков Ампера. В сумме происходит смещение полюсов намагничивания сердечника 3 относительно направления магнитного потока $\Phi_{пм}$. В результате к сердечнику 3 будет приложен тангенциальный электромагнитный момент $M_{э.м.}$, который будет стремиться совместить направление результирующего магнитного потока $\Phi_{рез} = \Phi_{пм} + \Phi_p$ с направлением магнитного потока $\Phi_{пм}$. На рамку с током I_p в зазорах с магнитной индукцией B будет действовать пара сил имеющих значение $F_p = B \cdot n \cdot I_p \cdot l$, где n – количество витков, l – длина зазора. Направление действия этих сил определяется по правилу левой руки.

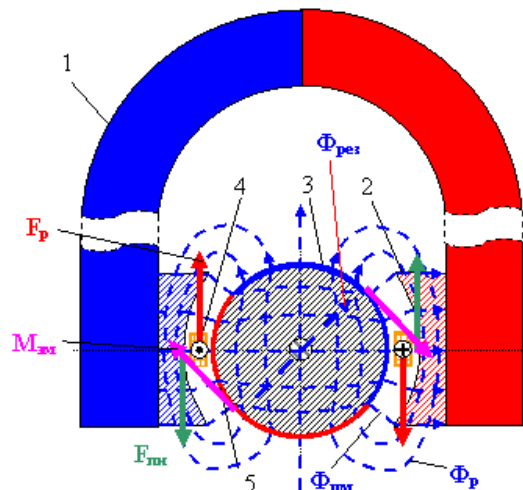


Рис. 3.

На полюсные наконечники магнитной системы 2 будет действовать пара сил $F_{пн}$ направленная в сторону противоположную действию пары сил F_p и равная им по значению.

Таким образом, выяснено:

1. При неподвижной магнитной системе 1 – 3 рамка с током 4 приходит во вращение с целью совмещения направления магнитного потока $\Phi_{рез}$ с направлением магнитного потока $\Phi_{пм}$. Угол поворота рамки ограничивается противодействием пружины 6 и зависит от значения тока I_p . В отсутствие пружины рамка с током повернется на 90 градусов и центры лепестков Ампера 5, индуцированные магнитными потоками $\Phi_{пм}$ и Φ_p , на поверхности сердечника 3 совместятся. Рамка займет положение устойчивого равновесия.

2. При неподвижной рамке с током 4 приходит во вращение магнитная система 1 – 3 с целью совмещения направления магнитного потока $\Phi_{рез}$ с направлением магнитного потока $\Phi_{пм}$. Угол поворота магнитной системы ограничивается противодействием пружины 6 и зависит

от значения тока I_p . В отсутствие пружины магнитная система повернется на 90 градусов и центры лепестков Ампера 5, индуцированные магнитными потоками Φ_{pm} и Φ_r , на поверхности сердечника 3 совместятся. Вся система займет положение устойчивого равновесия.

3. При неподвижных рамке с током 4 и элементами магнитной системы 1 – 2, под действием электромагнитного момента $M_{эл}$, который зависит от значения тока I_p , приходит во вращение сердечник 3 с целью совмещения направления магнитного потока $\Phi_{рез}$ с направлением магнитного потока Φ_{pm} . Однако в силу свойств электротехнической стали, сердечник 3 по мере поворота будет сохранять направление магнитного потока $\Phi_{рез}$ и значение электромагнитного момента $M_{эл}$ в масштабе доменной структуры материала. Сердечник 3 будет постоянно набирать обороты до тех пор, пока момент сопротивления на его валу M_c не сравняется с электромагнитным моментом $M_{эл}$.

Возвращаясь к ранее заданному вопросу: «Что произойдет?» можно сделать вывод о том, что:

«В процессе этой работы открыто, и экспериментально установлено, неизвестное ранее свойство: заключающееся в том, что в электромеханических системах, построенных по магнитоэлектрической схеме, свободно вращающийся сердечник рамки с током, при фиксации ее и постоянного магнита возбуждения с арматурой, находится под воздействием постоянного электромагнитного момента за счет чего вращается и увеличивает скорость вращения до тех пор, пока момент сопротивления на его валу не сравняется с электромагнитным моментом.»

Открытие этого свойства электромеханических систем, построенных по магнитоэлектрической схеме, позволило разработать высокоэффективные бесконтактные универсальные необратимые электрические двигатели постоянного тока с незначительным потреблением электрической мощности.

При неподвижной рамке с током 4 и элементами магнитной системы 1 – 2 вращающийся сердечник -3 не индуцирует в обмотке рамки ЭДС противодействующей протеканию тока через обмотку.

При работе в известных и используемых на практике режимах работы магнитоэлектрических механизмов в режиме электродвигателя осуществляется либо движение рамки с током, связанной с сердечником, либо движение просто рамки с током при неподвижной магнитной системе, либо движение магнитной системы относительно рамки с током, связанной с сердечником и т.д.

Во всех случаях получения вращательного движения ротора есть два сценария:

1. Движение рамки с током относительно неподвижного магнитного поля с коммутацией обмоток для сохранения ортогональности магнитных полей возбуждения и якоря.
2. Движение магнитной системы с источником возбуждения (либо самого источника возбуждения с неподвижной системой замыкания магнитного потока) относительно неподвижной рамки с током с такой же коммутацией обмоток якоря.

В любом случае в обмотках якоря индуцируется ЭДС, направленная против напряжения внешнего источника питания. По мере увеличения числа оборотов ротора (действительной

или кажущейся линейной скорости движения проводника относительно магнитного поля возбуждения) ток в обмотках под действием этой ЭДС уменьшается, соответственно уменьшается, и вращающий момент. Для его увеличения приходится повышать напряжение (мощность) питания электродвигателя. В современных электродвигателях практически вся мощность, подводимая для питания, расходуется на преодоление противодействующей ЭДС.

Например, серийный электродвигатель постоянного тока типа 4ПН 200S имеет следующие характеристики: мощность 60 кВт; напряжение 440 В; ток 149 А; частота вращения 3150/3500 об/мин; кпд 90,5%; длина статора 377 мм; диаметр ротора 250 мм, напряжение потерь 41,8 В; напряжение на преодоление индуцированной ЭДС 398,2 В; мощность на преодоление потерь 6228 Вт; вращающий момент (3500 об/мин) 164,6 Нм.

В магнитоэлектрической машине, работающей в открытом новом режиме, при вращении ротора с неподвижной обмоткой и неподвижной магнитной системой 1 – 2 ЭДС, противодействующая протеканию тока через обмотку, не индуцируется. В этом случае питающему напряжению требуется преодолеть только активное (омическое) сопротивление обмотки для создания в ее проводниках необходимой плотности тока и этот ток, а с ним и потребляемая мощность будут неизменны при любой скорости вращения ротора.

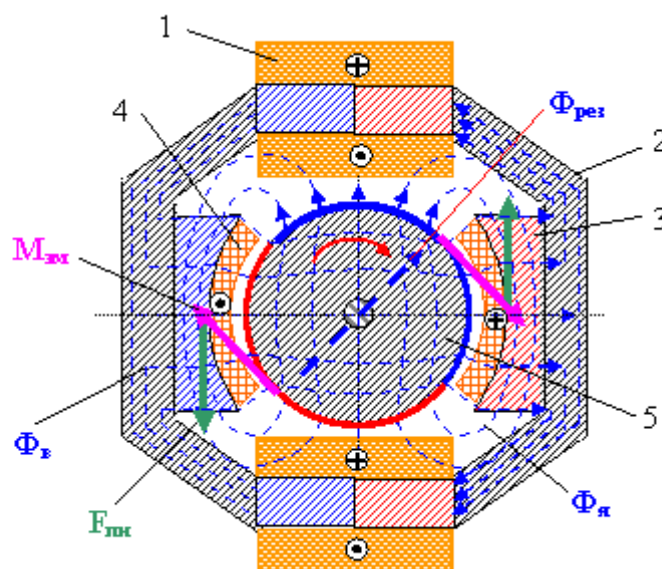


Рис. 4.

На Рис. 4 представлена схема одного из вариантов моментного электродвигателя постоянного тока без коллектора и инвертора, выполненного по магнитоэлектрической схеме с неподвижной магнитной системой возбуждения (обмотки возбуждения 1, ярмо 2 и полюсные наконечники 3), неподвижной обмоткой якоря 4 и подвижным сердечником якоря (ротором) 5. В этом электродвигателе в обмотке якоря не индуцируется ЭДС, противодействующая протеканию тока якоря, который определяет значение электромагнитного момента. Электромагнитный момент ротора численно равен моменту, прилагаемому к обмотке якоря, и рассчитывается по закону Ампера и правилу левой руки.

Электродвигатель постоянного тока без коллектора и инвертора по магнитоэлектрической схеме можно выполнить с вращающимися полюсами в магнитной цепи возбуждения, схема поперечного разреза такого двигателя приведена на Рис. 5. Он будет иметь характеристики такие же, как и у двигателя, схема которого приведена выше. Отличие заключается в том, что сердечник якоря 5 с обмоткой 4 у него неподвижен, а полюса магнитной системы 6 выполнены в виде вращающихся цилиндров. Наличие двух роторов в некоторых случаях может оказаться полезным.

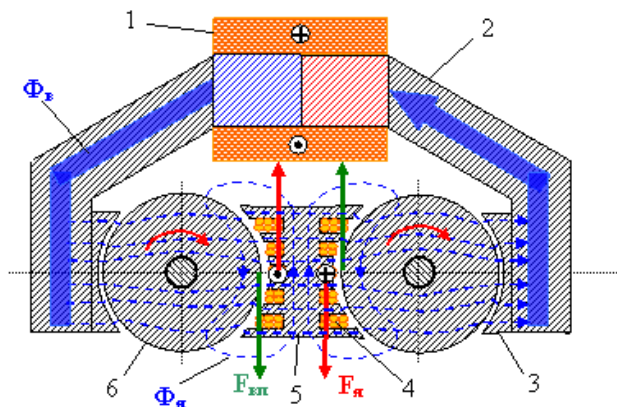


Рис. 5.

Обмотка возбуждения 1, ярмо 2 и полюсные наконечники пояснений не требуют.

Сердечник якоря 5 может быть как с зубцами, так и без них. В нем нет потерь на перемагничивание при питании чисто постоянным током. Проходящие через него магнитные потоки неподвижны. Однако при питании двигателя переменным, пульсирующим или током с широтно-импульсной модуляцией для регулировки момента вращения сердечник якоря необходимо делать шихтованным. Более того, шихтованный сердечник технологичней в изготовлении. Вращающиеся полюса 6, также необходимо делать шихтованными с хорошей изоляцией между пластинами. При вращении с большой скоростью в их теле могут наводиться значительные по величине униполярные ЭДС, которые вызывают появление вихревых токов.

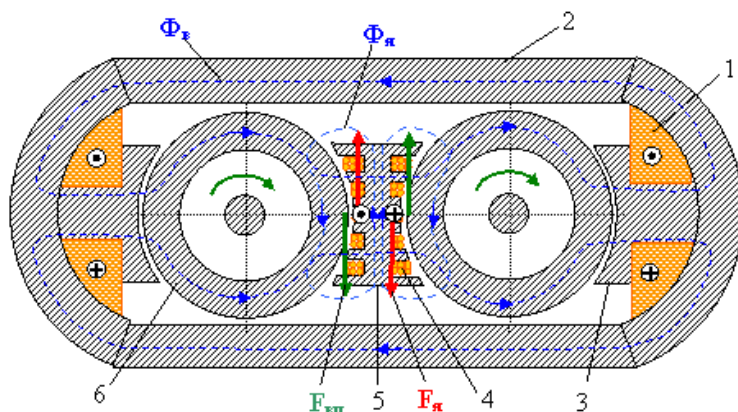


Рис. 6.

На Рис. 5 изображена схема электродвигателя, у которого имеется существенный недостаток – большие потоки рассеяния магнитного поля возбуждения. Этот недостаток легко устраняется путем размещения обмоток возбуждения совместно с полюсными наконечниками Рис.6. Обозначения элементов на этой схеме соответствуют обозначениям, принятым на прежнем рисунке.

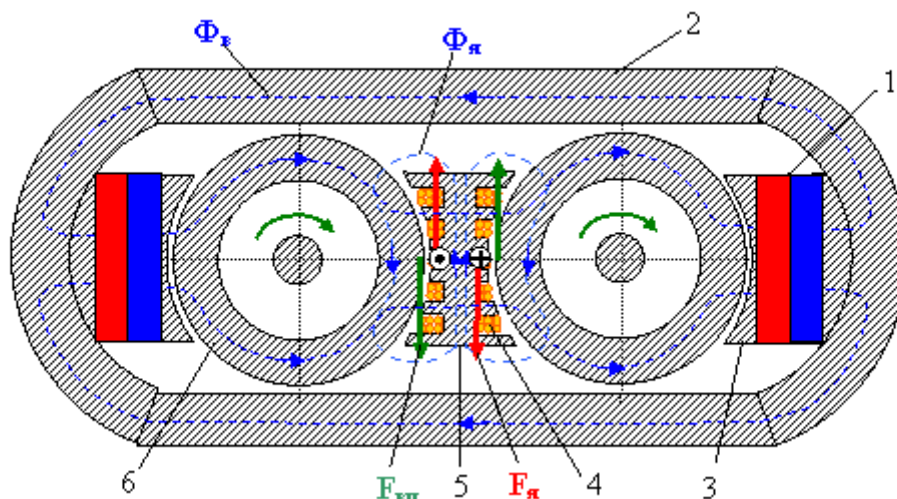


Рис. 7.

На Рис. 7 приведена схема электродвигателя с вращающимися полюсами и возбуждением от постоянных магнитов 1. Остальные обозначения соответствуют обозначениям, принятым на Рис. 5.

На Рис. 8 приведена схема электродвигателя с вращающимися полюсами, имеющего повышенную площадь полюсов в нерабочем зазоре. Такая схема применима для уменьшения магнитного сопротивления в магнитной системе возбуждения и машина имеет несколько меньшие габаритные размеры. Возбуждение от постоянных магнитов 1, остальные обозначения соответствуют обозначениям, принятым на Рис. 5.

Электромагнитные моменты, прилагаемые к роторам, во всех рассмотренных схемах электродвигателей с вращающимися полюсами рассчитываются по закону Ампера и правилу левой руки.

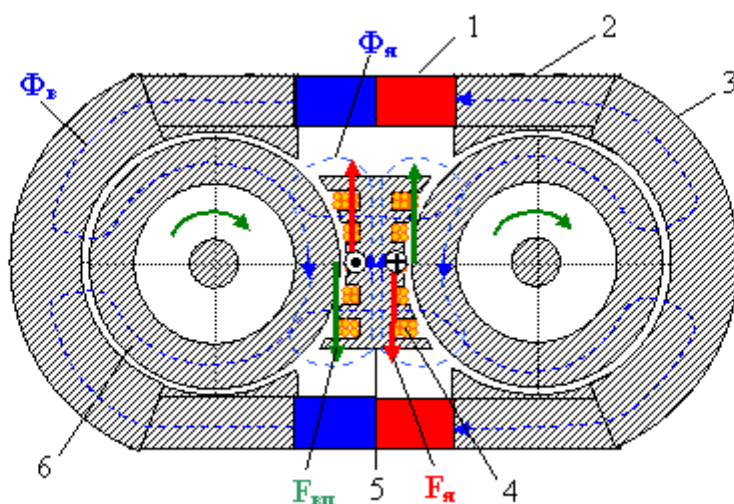


Рис. 8.

Таким образом, в процессе этой работы открыто и экспериментально установлено неизвестное ранее объективно существующее свойство материального мира, заключающееся в том, что в электромеханических системах, построенных по магнитоэлектрической схеме, и выполненных с вращающимися полюсами (роторами) в магнитной цепи возбуждения роторы находятся под воздействием постоянных электромагнитных моментов за счет чего вращаются и увеличивают скорость вращения до тех пор, пока моменты сопротивления на их валах не сравняются с электромагнитными моментами.

Открытие этого свойства электромеханических систем, построенных по магнитоэлектрической схеме, позволило разработать высокоэффективные бесконтактные универсальные необратимые электрические двигатели постоянного тока с незначительным потреблением электрической мощности.

Если мощность с обоих роторов необходимо суммировать, то это производится с помощью редуктора. Более того, применяя редуктор можно разгонять роторы до предельных значений скорости вращения по прочности. Учитывая простоту геометрической формы ротора, окружные скорости на его поверхности могут быть значительно выше, чем у роторов других типов электродвигателей.

Двигатели, построенные на этом принципе, будут иметь рекордные показатели по удельной мощности Вт/кг и Вт/дм³.

В сочетании с малой потребляемой мощностью они будут необходимы в малой и большой энергетике, как альтернативная замена водяных, паровых и газовых турбин, в автомобилестроении, малой и большой авиации, судостроении и т.п. Они будут востребованы при реализации Концепции "Электрический самолет". Более того, эти электродвигатели могут заменить в турбовентиляторных установках самолетов и вертолетов силовые агрегаты.

Проведем инженерную оценку параметров двигателя с вращающимися полюсами с возбуждением постоянными магнитами исходя из габаритных размеров. Выберем реальные размеры вращающихся полюсов и скорость их вращения, не противоречащие физическому смыслу.

Исходные данные.

Радиус вращающегося полюса - 0,05 м, длина рабочего зазора - 0,15 м, площадь под обмотку на якоре на одну сторону - 6 см² (600 мм²), провод ПЭЛ- 1,26 сечением - 1,094 мм², коэффициент заполнения сечения проводом - 0,794, средняя толщина якоря - 0,04 м, магнитная индукция в рабочем зазоре 0,7 Тл, сила тока (для длительной непрерывной работы) - 11 А, подшипники стандартные на 12000 об/мин (200 об/с).

Расчет.

Количество проводников в рабочем зазоре $n = 600 \times 0,794 = 476$ шт.

Длина провода на якоре $L = [(0,15 \times 2) + (0,04 \times 2)] \times 493 = 187,34$ м.

Соппротивление провода $R = 0,0175 \times 187,34 / 1,094 = 3$ Ом.

Электромагнитная сила в одном зазоре $F = 0,7 \times 11 \times 476 \times 0,15 = 549,78$ Н.

Момент вращения на один полюс $M = 549,78 \times 0,05 = 27,489$ Нм.

Мощность одного вала $P = 2 \times \pi \times 27,489 \times 200 = 34543,7$ Вт.

Общая мощность $2P = 69087$ Вт.

Напряжение питания $U = 11 \times 3 = 33$ В.

Потребляемая электрическая мощность $P_{эл} = 33 \times 11 = 363$ Вт.

Электродвигатель с вращающимися полюсами без коллектора и инвертора потребляет электрической мощности в 190 раз меньше, чем вырабатывает механической.

Таким образом, на основе, поведенной инженерной оценки параметров электродвигателя с вращающимися полюсами без коллектора и инвертора, можно сделать вывод о том, что в процессе его работы существует возможность отбора части механической мощности и преобразования ее в электрическую мощность для обеспечения собственных нужд.

При использовании электродвигателей в различных устройствах и механизмах можно выделить два основных режима работы:

- непрерывное вращательное движение с плавными колебаниями момента вращения около некой средней величины при постоянной скорости вращения (в основном это механизмы для выработки электрической мощности);

- динамическое вращательное движение с изменяемым моментом вращения от нуля до максимального значения и изменением скорости вращения также от нуля до максимального значения (сюда можно отнести тяговые двигатели транспортных средств, грузоподъемных механизмов и т.п.).

Исходя из этих положений, к вопросу отбора мощности для собственных нужд необходимо подходить разными способами.

В случае продолжительной работы агрегата (механизма) с некой средней мощностью в квазистационарном режиме существует возможность непосредственного отбора требуемой механической мощности с вала электродвигателя и преобразования ее в электрическую мощность для собственных нужд. На Рис. 9 приведен один из вариантов схемы такого отбора.

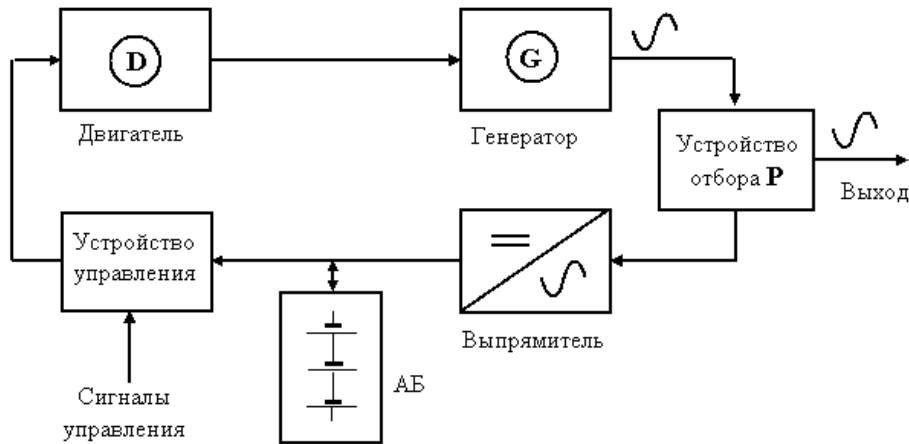


Рис. 9.

Для случая динамического вращательного движения кроме отбора мощности на собственные нужды тягового электродвигателя необходимо также учитывать, что в любом случае на любом транспортном или ином средстве всегда необходимо питать освещение, автоматику, отопление и т.п. в аварийных режимах. Поэтому при разработке любой конструкции тягового электродвигателя необходимо "вписывать" ее в окружающую техническую, эргономическую и экологическую среды, используя при этом ресурсы всех окружающих систем. Здесь вариантов множество и зависят они как от деятельности конструктора, так и от свойств системы, которые определяет предприятие в соответствии со своим брендом.

На Рис. 10 приведен один из вариантов питания тягового электродвигателя транспортного средства.

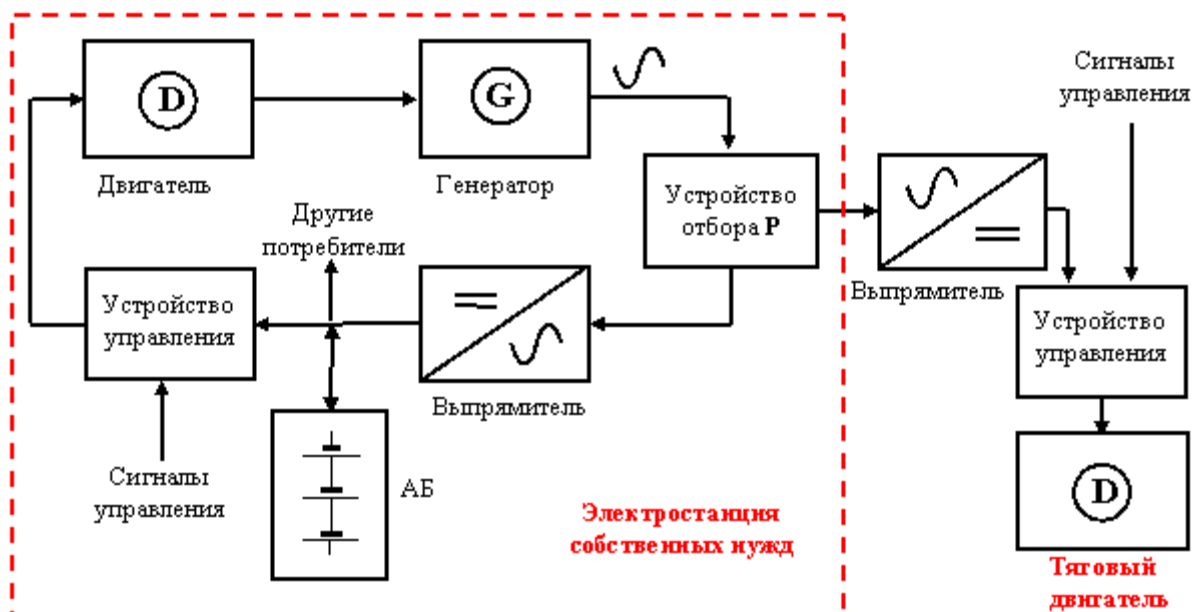


Рис. 10.

Схема, приведенная на Рис. 9 пояснений не требует.

Для питания тяговых электродвигателей, работающих в динамических режимах целесообразно использовать электростанцию собственных нужд требуемой мощности, обеспечивающую гарантированное электропитание жизненно важных узлов и агрегатов транспортного или иного средства от аккумуляторной батареи.

Электропитание тягового электродвигателя обеспечивается непосредственно от постоянно работающей электростанции собственных нужд. Для привода электростанции собственных нужд применяется маломощный электродвигатель, не индуцирующий ЭДС направленную против действия питающего тока.

Таким образом, в процессе выполнения настоящей работы автором сделаны два открытия:

1. Открыто и экспериментально установлено неизвестное ранее свойство, заключающееся в том, что в электромеханических системах, построенных по магнитоэлектрической схеме, свободно вращающийся сердечник рамки с током, при фиксации ее и постоянного магнита возбуждения с арматурой, находится под воздействием постоянного электромагнитного момента за счет чего вращается и увеличивает скорость вращения до тех пор, пока момент сопротивления на его валу не сравняется с электромагнитным моментом.
2. Открыто и экспериментально установлено неизвестное ранее объективно существующее свойство материального мира, заключающееся в том, что в электромеханических системах, построенных по магнитоэлектрической схеме, и выполненных с вращающимися полюсами (роторами) в магнитной цепи возбуждения роторы находятся под воздействием постоянных электромагнитных моментов за счет чего вращаются и увеличивают скорость враще-

ния до тех пор, пока моменты сопротивления на их валах не сравняются с электромагнитными моментами.

На основании открытий этих свойств магнитоэлектрических электромеханических систем разработаны схемы построения высокоэффективных универсальных необратимых электрических двигателей постоянного тока без коллектора и инвертора с незначительным потреблением электрической мощности.

Для использования электродвигателей в различных устройствах и механизмах выделены два основных режима работы:

1. Непрерывное вращательное движение с плавными колебаниями момента вращения около некой средней величины при постоянной скорости вращения;
2. Динамическое вращательное движение с изменяемым моментом вращения от нуля до максимального значения и изменением скорости вращения также от нуля до максимального значения.

Исходя из этих положений, разработаны схемы отбора мощности для собственных нужд.

Следует отметить наиболее характерные свойства электрических машин рассмотренных конструкций:

1. Работа только в режиме электродвигателя постоянного, пульсирующего, переменного тока или тока с ШИМ - модуляцией;
2. Отсутствие коллекторного устройства или инвертора;
3. Отсутствие ЭДС в якорной обмотке, препятствующей протеканию тока;
4. Невозможность работы в режиме рекуперации;
5. Момент вращения двигателей независим от частоты вращения ротора.

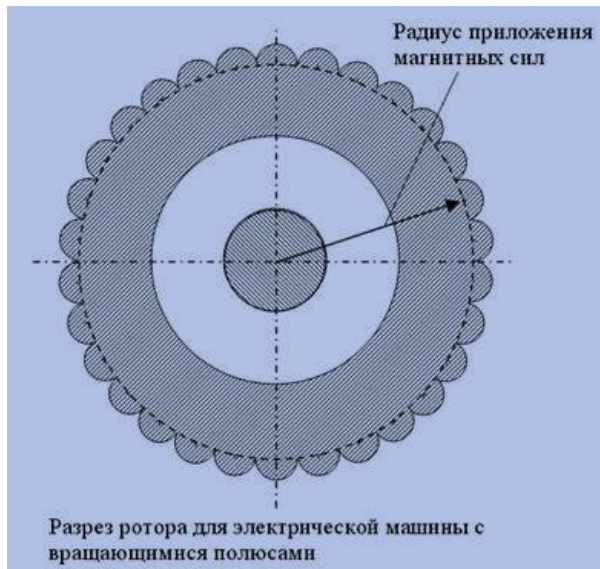
Литература

1. Физический энциклопедический словарь. Гл. ред. А.М. Прохоров. Ред. кол. Д.М. Алексеев, А.М. Бонч-Бруевич, А.С. Боровик-Романов и др. – М.: Сов. энциклопедия, 1983.
2. Хвостов В.С. Электрические машины. Машины постоянного тока: Учеб. для студ. электром. спец. вузов / Под ред. И.П. Копылова. – М.: Высш. шк., 1988.
3. Бут Д. А. Бесконтактные электрические машины. – М.: Высшая школа, 1990.
4. А Абрамов и П. Хлебников. Самодельные электрические и паровые двигатели. М.: Л.: Государственное Издательство Детской Литературы, 1946.
4. Громов Н.Н. Электрическая машина с вращающимися полюсами в магнитной цепи возбуждения. Нижний Новгород, 2006.
5. Урок 22. Магнитное поле – 3. Преподаватель: Клятченко Виктор Фомич.
6. Конспекты автора. ВВКУРЭ ПВО страны. Вильнюс, 1970 – 1973.
7. Конспекты автора. ВИРТА ПВО. Харьков, 1982 – 1986.

Н.Н. Громов

Ремарка к статье «Электрическая машина с вращающимися полюсами в магнитной цепи возбуждения»

(2-я редакция)



Первая опубликованная редакция статьи под этим названием имела некоторые недочеты, связанные с упрощенным изложением и была слабо воспринята даже подготовленными инженерами. Во 2-й редакции автор попытался сделать изложение материала в более доступной форме с целью довести его до широкого круга заинтересованных лиц.

В связи с участвовавшими обращениями заинтересованных лиц с рядом вопросов, считаю необходимым дополнить работу одной ремаркой.

В своей работе Электрическая машина с вращающимися полюсами и публикациях на постах ветки СКИФа, посвященных этой теме,

мною не было указано очевидное свойство магнитных силовых линий, а именно, то, что магнитные силовые линии входят и выходят в цилиндрические роторы по нормали (под прямым углом) к поверхности.

Это свойство магнитного поля приводит к тому, что концентрация силового воздействия для гладких цилиндрических поверхностей приходится на осевую линию цилиндров. В этом случае наличие магнитного момента не приводит к вращению цилиндров. Если же на поверхности цилиндра имеются продольные неровности, например, пазы и т.п., то вращение возникает.

После анализа и проведения ряда исследований для электрической машины с вращающимися полюсами наиболее подходящей оказалась поверхность цилиндра, покрытая вдоль образующей полуцилиндрами малого радиуса.

Эти полуцилиндры играют роль «силовых линз», фокусирующих воздействия магнитных силовых линий в точках окружности, на которой располагаются оси полуцилиндров. Полуцилиндры могут быть смещены на одно - два деления вдоль образующей цилиндра с целью более равномерной передачи силовых воздействий магнитного поля.

Вместо полуцилиндров могут быть вдоль образующей цилиндра профрезерованы не очень глубокие прямоугольные или треугольные пазы со скругленными верхними кромками.

Таким образом, все изменения магнитного поля в воздушном зазоре будут передаваться на ротор в виде суммарного вращающего момента.

На рисунке внизу приведен один из вариантов поперечного сечения ротора.

Н.Н. Громов

Магнитный ключ

Настоящая работа выполнена на основе комплекса теоретических и экспериментальных исследований, проведенных автором в 2007 г. Цель работы - расширение спектра типов и видов электромагнитных устройств, а также расширение возможностей по применению в них постоянных магнитов и их использование в качестве источников питания автономных электромагнитных устройств, для получения электрической мощности. Разработан магнитный ключ (электрически управляемый магнитный нелинейный элемент).

Результаты, изложенные в настоящей работе, могут быть использованы любым юридическим или физическим лицом, но не могут быть использованы в целях патентования и монопольного производства. Автор стремился изложить материал популярно с минимальным привлечением только элементарной математики.

Исходные положения

В своей работе «Физические основы электротехники» Академик В.Ф. Миткевич писал:

«...особенности поведения ферромагнитных материалов в случае их намагничивания можно с большим правдоподобием объяснить изменениями в ориентировке элементарных частиц вещества, происходящими во время изменения магнитного состояния. Подобные объяснения исходят из некоторых предположений относительно строения магнитных материалов. На этой почве возникла так называемая „гипотеза вращающихся элементарных магнитов“, непосредственно вытекающая из идей Ампера, математически обработанная Вебером, затем дополненная Максвеллом, Юнгом и другими.

По этой гипотезе магнитное тело представляет собою совокупность особых элементарных частиц, каждая из которых является как бы элементарным постоянным магнитом, так как она обладает противоположными полярностями на двух противоположных сторонах. Эти элементарные магниты подвижны около своих центров.

Пока тело не подвержено намагничивающей силе, элементарные частицы своими магнитными осями расположены в теле по всевозможным и самым разнообразным направлениям. Вследствие такого хаотического распределения магнитных осей частиц тела, последнее, без особых внешних воздействий, само по себе не обнаруживает никаких магнитных свойств.

Внешнее действие любого элементарного магнита вполне компенсируется действием соседних элементарных магнитов, оси которых направлены противоположно. Вообще говоря, внутри данного магнитного тела элементарные магниты образуют всевозможные комбинации и группировки, замкнутые внутри себя, т. е. так, что магнитные линии, исходящие из какого-либо элементарного магнита, замыкаются не через внешнее пространство, а через другие магниты той же группы.

Поэтому вся масса данного магнитного тела, например, куска железа, вся эта сложная комбинация отдельных магнитных групп не обнаруживает видимого внешнего действия. Но стоит, однако, подвергнуть железо воздействию магнитного поля, создаваемого какою-либо

внешнюю причину, как первоначальное хаотическое расположение элементарных магнитов тотчас же нарушается.

Под влиянием поля магниты будут поворачиваться вокруг своих центров, стремясь расположиться по направлению магнитного поля. Поворот этот происходит так, что частицы располагаются, обращаясь одноименными концами их магнитных осей в одну и ту же сторону.

Чем больше приближаются к параллельности между собою оси элементарных магнитов, и чем ближе их направление к направлению поля, тем магнитные свойства тела начинают выявляться все сильнее и сильнее, тем сильнее „намагниченным" оказывается это тело... приняв эту гипотезу, мы приходим к заключению, что интенсивность намагничивания вещества I нельзя увеличивать беспредельно, так как, когда все элементарные магниты расположатся в направлении магнитной силы, дальнейшее увеличение этой магнитной силы уже не повлечет за собой никакого изменения в магнитном состоянии вещества.

Таким образом, I имеет некоторый естественный предел $I_{\max}$, при достижении которого мы будем иметь:

$$B = 4\pi I_{\max} + \mu_0 H = \text{const} + \mu_0 H.$$

Следовательно, для больших значений H получаем:

$$\mu = \frac{B}{H} = \frac{\text{const}}{H} + \mu_0,$$

и при увеличении H магнитная проницаемость стремится к пределу μ_0 , численно равному единице.

(На рис. 2 дана кривая $\mu=f(B)$ для некоторого сорта железа.

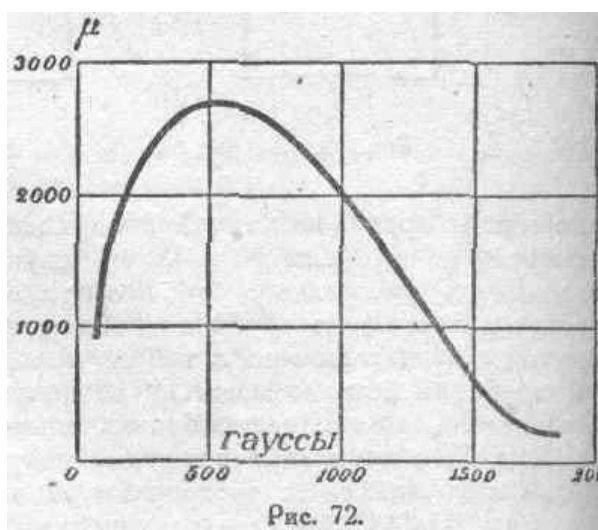


Рис. 72.

Как видим, величина m сначала растет, затем, по достижении максимума, начинает убывать, стремясь в пределе (при больших индукциях) к $m=1$.

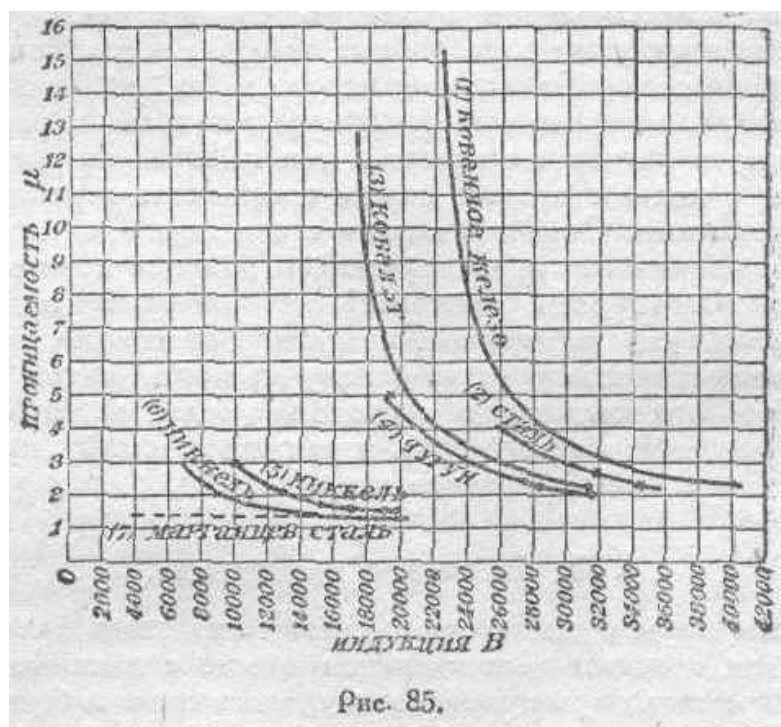
Иногда интересно иметь кривые, связывающие H и I . Но из приведенного выше равенства: $B=m_0 H+4\pi I$ видно, что, имея кривую $B=f(H)$, можно простым пересчетом получить кривую $I=f(H)$. Ограничимся поэтому более подробным рассмотрением графической зависимости только между B , m и H , которыми в технике, как указано выше, почти исключительно и пользуются.)

Если мы обратимся к кривой, показанной на рис. 72, то увидим, что m , сначала возрастающая до некоторого предела, начинает затем падать. Полученный результат показывает, что пределом этого падения будет:

$m_0=1$.

Заметим, что именно в силу этого обстоятельства при конструировании Электрических машин, вообще говоря, не выгодно брать слишком большие значения H или B , так как в этих условиях становится слишком малой роль ферромагнитного вещества в создании магнитного потока.

На рис. 4 рядом кривых показана зависимость между m и B для разных материалов по мере приближения к насыщению.



Здесь (1) — кованое железо, (2) — сталь, (3) — кобальт, (4) — чугун, (5) и (6) — никель, (7) — марганцевая сталь.

Во всех этих случаях, как показывают кривые, величина магнитной проницаемости, стремящаяся к 1 по мере возрастания магнитной индукции, действительно приближается к этому пределу».

Основываясь на результатах исследований, опубликованных в источнике: «Письма в 2001, том 27, .18 26 сентября. Марков, Хон. Об особенностях намагничивания поликристаллов в переменных встречных магнитных полях».

Сделан вывод, что в ферромагнитном материале, имеющем доменную структуру, при воздействии на него встречных магнитных потоков с напряженностями поля H_1 и H_2 магнитное поле в нем будет определяться значением, $B = \mu_1 H_1 + \mu_2 H_2$

Магнитная проницаемость μ_1 определяется числом магнитных доменов, магнитные моменты которых имеют острый угол с H_1 .

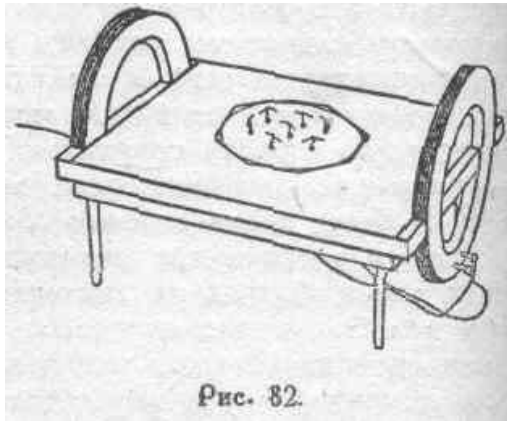
Соответственно, магнитная проницаемость μ_2 определяется числом магнитных доменов, магнитные моменты которых имеют острый угол с H_2 . Таким образом, ориентация доменов в ферромагнетике осуществляется под воздействием встречно-направленных напряженностей магнитного поля в разные стороны. При этом максимальный угол поворота векторов магнитных моментов до состояния магнитного насыщения ферромагнетика не превышает 90°.

Этот вывод можно элементарно проверить экспериментально с использованием простейшего приспособления, приведенного В.Ф. Миткевичем. «...маленьких магнитных стрелок (рис. 79) и поместил их на отдельные вертикальные острия, расположив их в одной плоскости на столе так, чтобы при качаниях стрелки не задевали одна другую.



Различные группы таких магнитных стрелок Юинг подверг тщательному изучению. Он окружал систему стрелок несколькими вертикальными витками проволоки и пропускал по ней электрический ток. Надлежащим подбором силы этого тока и правильной ориентировкой витков можно было скомпенсировать действие земного магнитного поля на стрелки и наблюдать устойчивые конфигурации, которые образовывали собою стрелки, представленные самим себе...

На рис. 8 изображен применявшийся Юингом в этих опытах станок, в котором внешнее магнитное поле создавалось двумя катушками, расположенными по концам.



Стрелки помещались на горизонтальной доске станка в промежутке между катушками. Число отдельных магнитных стрелок, которое Юинг брал при изучении этих моделей магнитного тела, колебалось в широких пределах, доходя иногда до 130.

Модели этого рода позволили Юингу произвести самые разнообразные наблюдения. Характер приобретаемой группой стрелок полярности, когда внешняя магнитная сила нарастает или меняет направление, или вообще как-нибудь изменяется, в достаточной степени делается ясным при простом взгля-

де на расположение стрелок».

Таким образом, воздействуя на ферромагнетик двумя встречно направленными магнитными полями, его можно вводить в глубокое насыщение с изменением магнитной проницаемости от максимального ее значения, почти до единицы.

Магнитный ключ

(электрически управляемый магнитный нелинейный элемент)

С целью расширения спектра типов и видов электромагнитных устройств, а также расширения возможностей по применению в них постоянных магнитов и их использования в качестве источников питания автономных электромагнитных устройств, для получения электрической мощности, разработан магнитный ключ (электрически управляемый магнитный нелинейный элемент).

В целом магнитный ключ можно рассматривать как нелинейный четырехполюсник Рис. 9. У которого магнитное сопротивление меняется по закону – обратному закону изменения m_0 . На входе, которого действует входное напряжение.

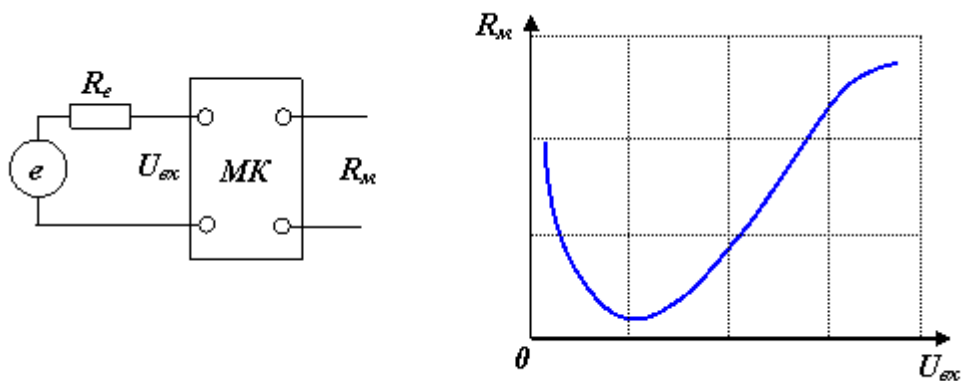


Рис. 1.

Математические выражения для определения характеристики изменения магнитной проницаемости приведены выше. Магнитное сопротивление магнитного ключа определяется элементарным выражением

$$R_M = l_{cp} / (\mu_0 S).$$

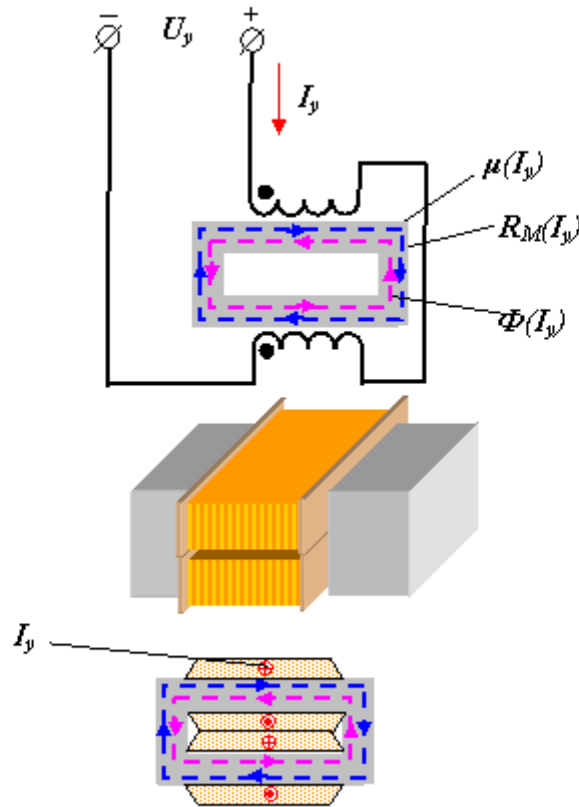


Рис. 2. Принципиальная схема, общий вид и разрез магнитного ключа *МК*

На Рис. 2 приведена конструкция магнитного ключа который имеет замкнутый «О» - образный, либо кольцевой магнитопровод с двумя обмотками управления, включенными встречно.

Просто, как гвоздь, а эффективность – сравнимая, с магнитными усилителями может достигать 1000 по мощности.

Принцип действия магнитного ключа основан на свойстве введения ферромагнетика в режим глубокого насыщения при помощи обмоток управления, включенных встречно, для компенсации так называемых трансформаторных ЭДС, индуцирующихся в них при изменениях магнитного потока.

Такой прием используется в широко применяемых в технике магнитных усилителях.

При этом следует учитывать, что значение этих ЭДС может быть значительным. Поэтому каждая отдельная обмотка должна выполняться с усиленной изоляцией.

Сердечники для магнитных ключей, равно как и для всех электромагнитных устройств, должны собираться весьма тщательно. В методиках инженерного проектирования это все изложено.

Магнитный ключ при работе обладает способностью потреблять мощность в обмотках управления, расходуемую только на их нагрев, во много раз меньшую, мощности, которую он коммутирует.

Оценка характеристики изменения магнитного сопротивления магнитного ключа позволяет назвать его электрически управляемым магнитным нелинейным элементом, который может осуществлять самые различные преобразования магнитных потоков в магнитных цепях.

Вход этого электромагнитного прибора не имеет индуктивности, поэтому допускает применение любой формы управляющего напряжения (тока).

МЭГи

(МЭГи – магнито-электрические генераторы; примеры построения магнитоэлектрических устройств)

Не буду останавливаться на принципе действия применения магнитных ключей в примерах их использования для устройств генерирования электрической мощности.

Есть два варианта МЭГ Рис. 3.

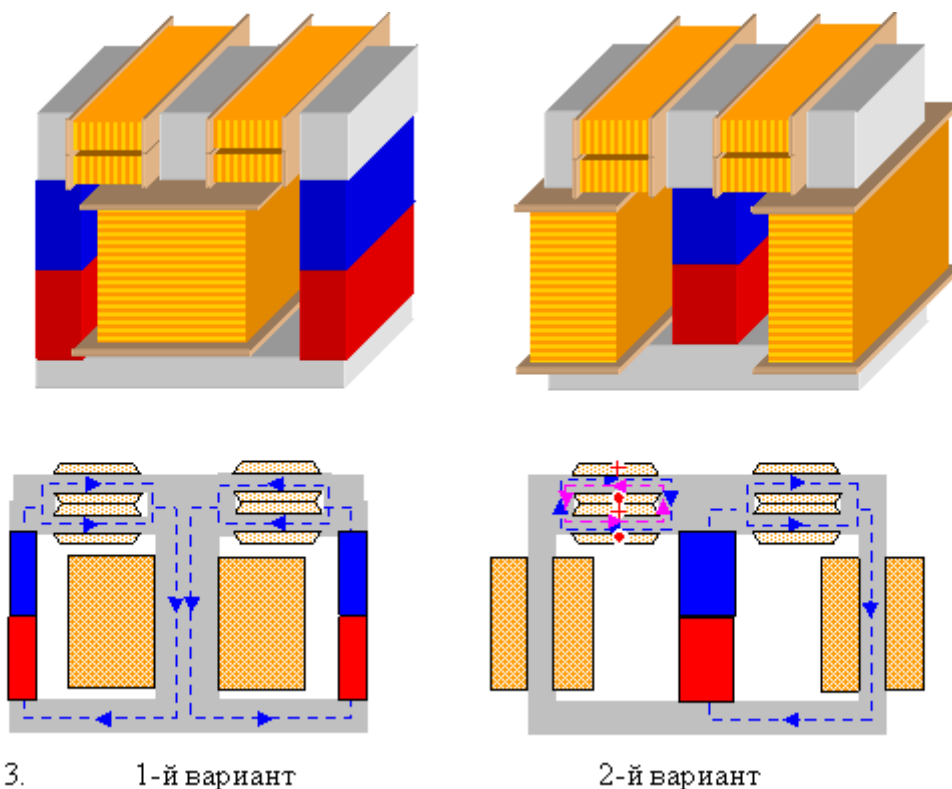


Рис. 3. 1-й вариант

2-й вариант

Управляющие электрические воздействия, их форма, последовательность, амплитуда и другие, для формирования не представляют труда и могут быть выполнены в самых разнообразных вариантах на самой разнообразной элементной базе.

На Рис. 4 приведен эскиз узла коммутации магнитных потоков постоянного магнита для схемы двухтактного мостового магнитоэлектрического усилителя.

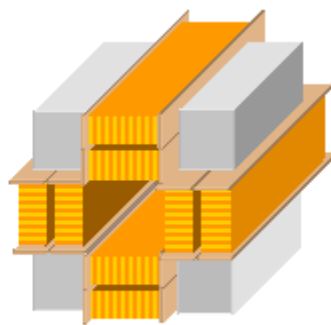


Рис. 4.

На Рис. 5. приведена схема коммутации магнитных потоков двухтактного мостового магнитоэлектрического усилителя.

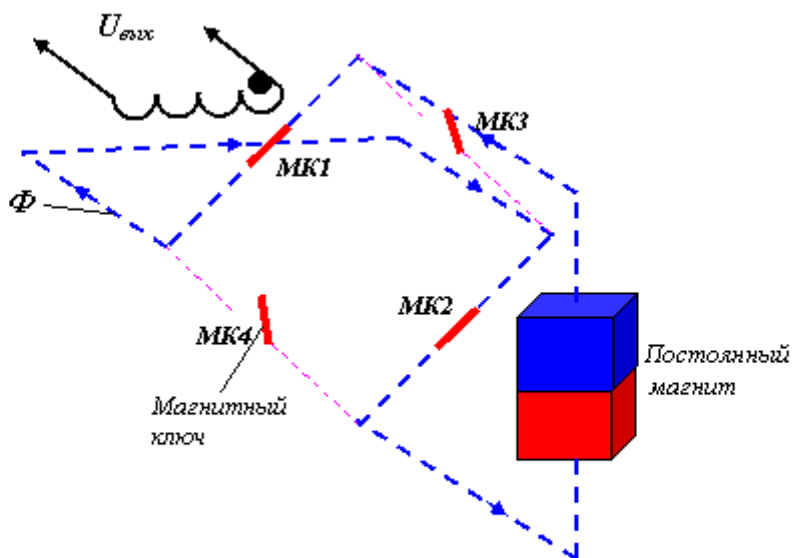


Рис. 5. Двухтактный мостовой магнито-электрический усилитель.
(схема коммутации магнитных потоков)

Выводы приведены выше.

Литература

1. В. Ф. Миткевич. Физические основы электротехники. Издание третье, пересмотренное и дополненное, Ленинград 1933 г.
2. Об особенностях намагничивания поликристаллов в переменных встречных магнитных полях. © Г.А.Марков, Ю.А.Хон, Институт физики прочности материаловедения СО РАН, Томск. Письма в ЖТФ. 2001, том 27, вып.18 26 сентября.
3. Учебные пособия по физике, электротехнике, электромагнетизму, постоянным магнитам, справочники и методические материалы по инженерным расчетам и оценкам различных авторов и различных годов издания. Н. Громов 2007 г.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

1962. Сердюков О.М., "Туман над магнитным полем"

Журнал "Изобретатель и рационализатор", 1962, № 2.

Эксперименты Родина

- Я к вам по поводу статьи "Противозаконная статика".
- Моя фамилия Родин.

-

Еще один.

Призыв калужских изобретателей объяснить, что происходит с двигателем, ротор которого вращается под действием электростатического поля (ИР, 6, 81), затронул умы необычайно. Звонят и пишут в редакцию непрерывно. Предполагаем в будущем дать обзор наиболее интересных объяснений.

Собрался я было направить и Родина к авторам изобретения, как он вдруг: "у меня самого есть кое-что не менее интересное. Поехали?"

Приятная, со вкусом обставленная квартира Александра Леонтьевича - не типично изобретательское жилье. Но он ведет меня в какой-то безоконный закуток, явно бывший стенной шкаф. "Мой кабинет". Тут верстак, выпрямитель, приборы, инструменты. На верстаке некая конструкция. На одной оси сидят два кольцевых постоянных магнита, между ними медный диск. К диску подсоединены щетки, провода которых выведены на микроамперметр.

- Таковую же модельку я собрал несколько лет назад, когда по работе понадобился униполярный двигатель - это вращающийся между магнитами диск или цилиндр, ток с которого снимают щетками. Вот так. - Родин закрепил магниты и начал ручкой вращать ось, а вместе с ней и диск. Стрелка амперметра поползла вправо - есть ток.

- Вы меня пригласили для демонстрации опыта Фарадея? Я, знаете, еще в школе...

- А что будет, если мы станем вращать магниты, а диск будет неподвижен? - как бы, не замечая моего раздражения, спросил Родин.

- То же и будет. Какая разница? Извините, но у меня, к сожалению, время... - я осекся. Хозяин квартиры с солидной скоростью вращал магниты около неподвижного диска, а стрелка стояла на нуле.

- Вот и я тогда так же рот раскрыл, - рассмеялся Родин. - Стал искать, проверять контакты - все в порядке. Да убедитесь сами, шевельните слегка диск. По сравнению с бешено вращающимися магнитами движение диска было ничтожным, но стрелка тут, же шелохнулась.

- Ну а теперь, если вращать магниты и диск вместе, соединив их в единый ротор?

- Да вроде бы не должно быть тока, - уже неуверенно сказал я. - Ведь они относительно неподвижны...

Однако вращающиеся вместе диск и магниты ток дали.

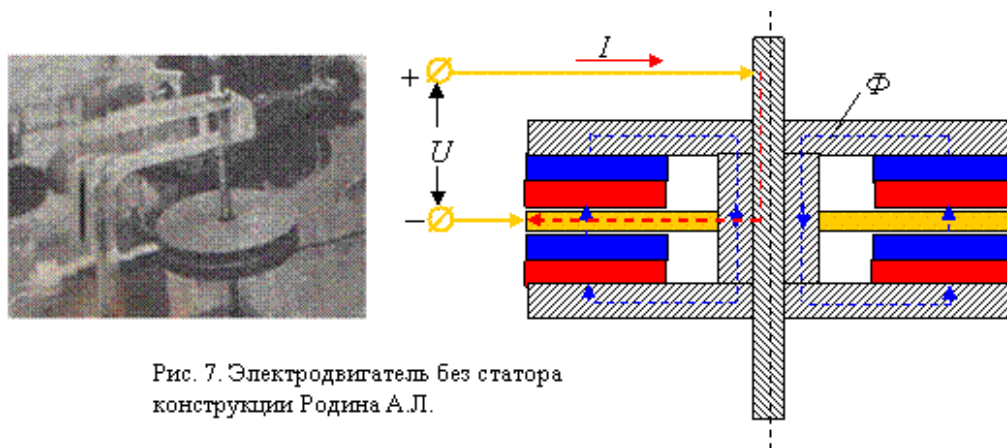


Рис. 7. Электродвигатель без статора конструкции Родина А.Л.

А затем Родин продемонстрировал мне двигатель без статора, подсоединив один из проводов, идущих от выпрямителя, к оси, на которой сидят диск и магниты, а другой поднес прямо к диску - вся система закрутилась.

- Понимаете, почему меня заинтересовал ротор калужан? Но, у них - другое. А для моих опытов у меня есть вот какое объяснение.

Я предполагаю, что традиционное представление о магнитном поле как неременной принадлежности магнита неверно. В этом случае действительно не играло бы роли, что относительно чего мы перемещаем. Как ни странно, никто не двигал "бесконечный" магнит вдоль проводника, по крайней мере, в литературе я этого не встречал.

Куда проще двигать проводник по скользящим контактам, чем магниты, сохраняя при этом их плоскопараллельное перемещение. Я же не только двигал магниты параллельно столу, на котором лежал проводник, но и вращал их в разные стороны и в направлении обратном перемещению диска - результат тот же самый: величина и направление тока в цепи зависят только от скорости и направления вращения диска. Значит, поле неподвижно?

Я делаю вывод:

оно, не пугайтесь, магниту не принадлежит, а как бы разлито по вселенной. Магнит лишь возбуждает его, как корабль возбуждает волны, не увлекая их за собой. И как у корабельного винта они наиболее велики, так и наибольшее возбуждение возникает вблизи магнита. Теперь понятно, почему, вращаясь вместе с магнитами, проводник пересекает неподвижное магнитное поле.

Что же касается движения ротора без статора, то единственное здесь объяснение - работа сил Лоренца, действующих на заряженные частицы, движущиеся в магнитном поле. Элек-

троны под их влиянием приобретают тангенциальное направление движения и увлекают за собой диск вместе с магнитами. Кстати, реактивного момента на магнитах не возникает: я устанавливал магнит между дисками, подводил к нему ток - не шевельнулся.

Пока другого объяснения этому эффекту я не нахожу, хотя искал очень долго, обращаясь за помощью в весьма высокие научные инстанции. Высказывались, например, предположения, что при одновременном вращении магнитов и проводника ток наводится в щетках и их проводах, идущих к амперметру. Это, разумеется, не так, в противном случае он наводился бы и при неподвижном диске. Или изменялся бы при перемещении самих проводников. Но я на всякий случай собрал схему без щеток и проводов - эффект тот же.

Полагали, что возможно влияние магнитного поля Земли. Мало правдоподобно, но попробуем. Перемещал систему, так и эдак, в пространстве, вращал один диск без магнитов - никакого тока, естественно. Так что если найдутся более правдоподобные объяснения - только спасибо скажу.

Итак, еще одна задача читателям: попробуйте найти другое объяснение результатов опытов Родина, кстати, легко воспроизводимых...

И второе: как их практически использовать? Подобные безроторные, и вообще, униполярные двигатели и генераторы пока маломощны и имеют невысокий КПД. Но уже сегодня просматриваются области их применения, например, в приборостроении. Особенно привлекает то, что двигатель не имеет статора и реактивного момента. А кроме того, если эти двигатели и генераторы действительно изменят наше представление о магнитном поле, практическая ценность их может оказаться огромной.

Справка:

Сердюков Олег Михайлович, почти тридцать лет отдал работе в журнале "Изобретатель и рационализатор". А начинался его путь в журналистику еще в МИСИ. Тогда он был членом знаменитой команды КВН, ставшей чуть ли не первой победительницей клуба веселых и находчивых. Именно дух той искрометной импровизационной игры, легкой и необычайно заразной, толкнул Сердюкова в репортеры.

Он и сейчас с большим удовольствием ищет и - главное - находит сенсации в науке и технике. Многие изобретатели благодаря его публикациям стали знаменитыми, получили путевку в жизнь. Сердюков особенно силен в материалах, в которых идет речь о творческих озарениях технарей. Сказывается инженерная закваска и кавээновский настрой.

Родин Александр Леонтьевич

Аноним Dragons' Lord, "Секреты униполярной индукции", сайт matri-x
<http://www.matri-x.ru/energy/unipolar.shtml>