

Мысли и опыты по генератору Зацаринина С.Б.

Давно слежу за этой темой, но в последнее время вижу, что она стала выдыхаться. Это плохо, так как я считаю, что это направление создания СЕ-устройств- одно из самых наглядных, простых для понимания, а, значит, и одно из наиболее перспективных. Давно я сам не писал, все не хотелось писать полужафтами, но видимо, лучше уже на этой стадии написать, чем ждать еще неизвестно сколько накопления фактического материала.

Начну с главного. Многие проводившие хоть какой-нибудь мало-мальски удачный эксперимент по намотке и «кручению» бифилярной катушки Зацаринина в один голос заявляли, что обещанного Сергеем Борисовичем отсутствия сопротивления вращению возбудителя они не увидели, следовательно, сам принцип такой электрической машины- ошибочен. Позволю с этим не согласиться.

Во-первых, простая логика подсказывает, что при внесении во вращающееся магнитное поле ЛЮБОГО ферромагнитного материала обязательно возникнет тормозное усилие- все магниты банально магнитят с вполне определенной силой, не так ли? А мы вносим в поле вращающихся постоянных магнитов довольно большую по размерам болванку из феррита и хотим, чтобы это никак не повлияло на саму вращалку? Причем в данном контексте абсолютно все равно, есть на этом феррите обмотка или её нет. Те, кто пытался ускорить вращение индуктора, обнаруживали, что его максимальная скорость вращения ограничена обычно конструктивом всего прибора- при достижении определенных оборотов оказывающее тормозящее усилие начинают ВСЕ детали- начиная от крепящих стальных болтов и заканчивая корпусными деталями самого приводного электродвигателя. И это мы говорим вообще о теоретическом холостом ходе индуктора! Поэтому выскажу свое предположение, что Сергей Борисович хотел сказать не о полном невлиянии нагрузки на привод индуктора, а лишь о том, что влияние подключенной полезной нагрузки было ничтожно малым для увеличения потребления энергии вращающимся индуктором (возможно, в пределах погрешности амперметра).

Во-вторых, резонный вопрос о пресловутой «наколенной» сборке. Те репликации, которые были сделаны «по стопам» Зацаринина, откровенно говоря, весьма слабо подходят на фотографию его реальной конструкции. Конечно, Сергей Борисович не привел конкретных чертежей с четкой детализацией, но и то, что он выложил, «один в один» не воспроизвел никто. У всех был свой полет фантазии, что в конце концов неплохо, но... Понимаете, многие ли из нас в состоянии сделать «с нуля» простой электродвигатель с КПД хотя бы в 30%? Тут всплывает столько нюансов и «подводных камней», что иной раз диву даешься, как это промышленным образцам удаются такие хорошие массогабаритные и энергетические характеристики. А если попытаться сделать простой классический, скажем, двигатель постоянного тока, и при этом получить реальный КПД на его валу менее 1%, то впору тут вообще крепко разочароваться во всей современной электротехнике и писать гневные посты о том, что кругом одни лжецы и шарлатаны :)

В- третьих, почему никого не смутил столь дикий воздушный зазор в его электрогенераторе- целых 12 мм?! Если заглянуть в любой справочник по проектированию электрических машин, то можно увидеть, что столь огромные воздушные зазоры применяются в электрических машинах очень большой мощности- порядка мегаватта (скажем, у вертикальных гидрогенераторов мощных ГЭС). А в нашей вращалке что, такие большие мощности? Нет, поэтому очевидно, что столь большой воздушный промежуток выбран с другой целью- а именно для минимизации того самого вредного тормозящего влияния генераторных электромагнитных обмоток на индуктор. В самом деле, чем дальше от магнита находится наша железяка, тем меньше сила притяжения. Репликаторы же упорно приближали генераторные катушки к индуктору, радуясь, с одной стороны.

увеличившемуся полезному выходу, а с другой огорчаясь увеличившемуся тормозному усилию. Где же выход?

Позволю себе небольшое лирическое отступление. Хотя и считается, что все электрические машины обратимы (и это в классической физике правильно), но тем не менее при разработке каждой конкретной электромашины учитываются её будущие реальные условия эксплуатации, потому и конструкция и параметры оптимизируются в угоду одним качествам и в жертву другим. Поэтому при проектировании электрогенераторов в итоге получаются плохие электродвигатели (с низким КПД), и наоборот, если у нас хороший двигатель, то как генератор он скорее всего будет работать плохо. Как-то мне надо было получить регулируемое трехфазное напряжение небольшой мощности, и самым дешевым и удобным оказался механический способ- то есть берем первичный двигатель и раскручиваем им трехфазный синхронный генератор. В роли генератора отлично подошел старый добрый автомобильный генератор Г-250. У генератора на 18-и сосредоточенных катушках намотана трехфазная обмотка и соединена «звездой» 3 фазы по 6 катушек в каждое плечо. Ротор когтеобразный на 6 пар полюсов (более подробное устройство можно посмотреть в справочниках). Итого- с генератора я снял ненужный тогда выпрямительный мост Ларионова, и вывел 4 провода на клеммную колодку («звезда» с нулевым проводом). И все он нормально генерил, по всем известным учебникам выдавал положенную синусоиду в каждой фазе- в общем, ничего сверхъестественного. Но вот зачем-то мне понадобилось преобразовать обратно это самое трехфазное напряжение во вращение. И не нашел ничего лучшего, как к выводам генератора подключить другой такой же генератор Г-250. Естественно, диодный мост тоже отключил, а все выводы статоров подключил таким же образом- нулевой провод общий, а выводы «звезды» одного генератора подкинул к таким же выводам другого через автоматы (см.фото).



Собрал, включил двигатель- генератор резво набрал свои 3000 об/мин (в качестве приводного двигателя использовал советский асинхронный двигатель от бытовой центрифуги типа КД-120), дальше подал возбуждение- около 5 вольт (ток 1 ампер), чуть просели обороты, но на клеммах появилось «родное» переменное напряжение в 12 вольт. Дальше подключил статорные обмотки- и тут началось интересное. Напряжение на обмотку возбуждения второго Г-250 (который в роли двигателя) пока не подавал, но его ротор плавно закрутился. Обороты были малые (порядка 1000 об/мин), но напрягло натужное гудение приводного двигателя – ему явно не понравилась столь

мощная нагрузка. Замеры подтвердили предположение- напряжение на каждой фазе упало до 4 вольт, а ток вырос до внушительных 10,6 ампера! Я начал увеличивать напряжение возбуждения ротора приводного генератора- подал 7 вольт при токе 1,6 ампера, обороты двигателя Г-250 выросли, но просели обороты генератора Г-250 и увеличились токи в цепи статорных обмоток- до 13 ампер в фазе при напряжении 3,8 вольта (вообще-то это граничные показатели величины тока для данного типа генераторов- у него паспортный ток нагрузки 40 ампер максимум- это так называемый режим самоограничения, то есть три фазы по 13,3 ампера в каждой). Ну и при подаче на обмотку возбуждения генератора тока в 2 ампера (напряжение 10 вольт) оба двигателя- и приводной КД-120 и обращенный Г-250, радостно взвизгнув напоследок, остановились. Да, у нас получился классический асинхронный пуск синхронного электродвигателя с крайне низким КПД- при любых значениях тока питания можно было одним пальцем остановить легкое вращение ротора нашего Г-250. Но главное не в этом. Самым интересным оказалось то, что при попытке сделать наш двигатель Г-250 синхронным любое вращение прекращалось! То есть, когда ротор более-менее стабильно вращался, при подаче на его катушку возбуждения практически любого напряжения ротор останавливался как вкопанный! И при 3, и при 5, не говоря уже о 10 или 12, вольтах напряжения возбуждения вращение напрочь прекращалось! Токи в фазах текли как обычно, то есть вращающееся магнитное поле в статоре присутствовало, но самого вращения не было. О чем это говорит? А это говорит о том, что магнитное поле ротора-возбудителя оказалось намного более мощным, чем вращающееся магнитное поле статора, и могучий электромагнит ротора намертво примагнитился к железу статора, наплевав на всякие там потуги его раскрутить! Вот вам и очень наглядная иллюстрация различия подхода к проектированию генераторов и двигателей- для наших электрогенераторов нужно было именно создать в железе статора мощное вращающееся магнитное поле, чтобы при минимальных затратах на его возбуждение получить хорошую МДС в статорных обмотках.

Причем тут Зацаринин, спросите вы? Да все при том же! Что нам надо получить в идеале? Чтобы в генераторных обмотках получить хороший полезный выход при минимальных затратах на его возбуждение. И вот тут-то наверняка встанет вопрос поиска некоего оптимума в конструкции. На мой взгляд, тут возможны два направления разработки конструктива СЕ-генератора.

Первое направление.

Нам надо получить очень низкозатратное вращающееся сильное магнитное поле.

Думаю, представленная модель генератора самого Зацаринина относится именно к этому направлению. В идеале мне видится большой маховик с наклепленными на него мощными редкоземельными постоянными магнитами, этакий быстровращающийся гироскоп. Чем выше частота вращения и больше коэрцитивная сила составляющих постоянных магнитов, тем лучше. Естественно, окружающий конструктив должен быть выполнен из немагнитных материалов, чтобы не создавать лишних помех вращению, потерь на токи Фуко и прочее. Еще лучше применить магнитные подшипники и заключить этот маховик в герметичный сосуд наподобие корпуса винчестера- то есть использовать все имеющиеся конструктивные наработки для изготовления силовых маховиков как накопителей механической энергии. При этом краеугольными вопросами должны оставаться низкая энергия поддержания вращения и высокая напряженность получаемого переменного магнитного поля. Ну а «ловить» это магнитное поле мы будем на достаточно большом удалении от плоскости магнитов, то есть влияние ферромагнитного сердечника на торможение индуктора должно быть минимальным. Однако напряженность магнитного поля в этом самом сердечнике генераторной катушки должна быть достаточно высокой (помните мой опыт с обратимостью Г-250? Вот чтобы так же магнитное поле индуктора «забивало» всяческие «брыкания» против-ЭДС генераторных катушек!). Возможно, придется применить другой материал сердечника- скажем, не феррит, а альсифер- тут только опыт может подсказать правильное

решение. При таком раскладе, мне кажется, встречно-бифилярное включение генераторных катушек окажется лишь приятным, но не обязательным бонусом - МСН как-то в этой теме говорил, что вполне возможно использование и обычных катушек, особенно при их симметричном расположении по обе стороны от вращающегося диска-маховика с магнитами. Если будут соблюдены два постулата - феррит генераторных катушек должен хорошо и достаточно малозатратно входить в насыщение и электромагнитная сила притяжения статора к ротору быть минимальной, то возможно получение СЕ и при обычной топологии обмоток.

Второе направление.

Использовать по-максимуму все преимущества встречно-бифилярной намотки.

Тут необходимо отметить, что у данного безиндуктивного электромагнита Зацаринина есть полноценные аналоги- это и трансформатор Бондаренко, и трансгенератор Романова, и даже приснопамятная Ф-машина Фролова-Грамма- это тот же принцип встречнонамотанных двойных катушек, только в несколько разном конструктиве и частотном диапазоне (что, на мой взгляд, подтверждает то, что данное направление очень перспективно в плане СЕ).

Но для начала рассмотрим все эту же воспетую Сергеем Борисовичем встречно-бифилярную катушку с точки зрения её магнитных свойств. Тут надо отметить, что Зацаринин немного лукавит, когда говорит, что это у нас такая катушка, которая «при протекании через нее электрического тока не становится электромагнитом». При изготовлении подобной катушки в реале можно обнаружить ярко выраженные магнитные полюса с концов этого вырожденного соленоида, а также в его середине, в месте встречи одноименных полюсов наших полукатушек. Для визуализации магнитных силовых линий очень удобно использовать не школьный лист бумаги с железными опилками, а его современный аналог- китайскую детскую магнитную доску для рисования- в ней эти самые опилки наглухо запечатаны между двух слоев полупрозрачного пластика.

Итак, на наборном сердечнике сечением 10 на 10 мм мотаем 25 витков провода ПЭВ диаметром 1 мм, в середине магнитопровода меняем направление намотки, и мотаем еще 25 витков в обратную сторону- все как сказал Сергей Борисович. Далее подаем на полученную катушку постоянный ток в 1 ампер, подносим к нашей доске (можно купить в любом магазине детских игрушек), и имеем вот такую картинку магнитных силовых линий (см.фото).



Или же более крупно.



Для количественной оценки силы магнитного поля я применяю самодельный тесламетр, собранный из обычного китайского тестера DT-830B и датчика Холла. Схему можно посмотреть по этой ссылке- http://www.valtar.ru/Magnets4/mag_4_08.htm

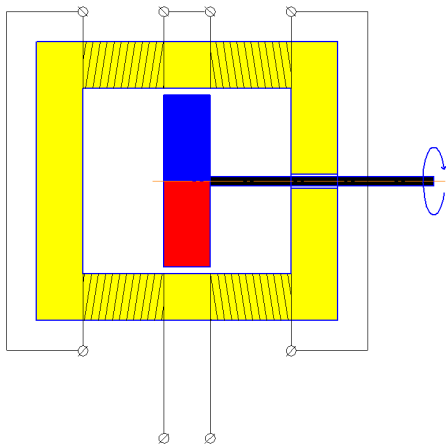
Компасы и тесламетр не дают соврать- в центре и на концах РАЗНЫЕ магнитные полюса примерно одной магнитной силы (датчик Холла в моем приборе в черном пластике на конце шлейфа из 4-х проводов).



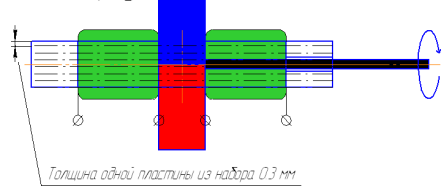
Вроде бы энтузиазма после таких измерений должно бы поубавится, но мы-то с вами знаем, что **истина где-то рядом**, поэтому продолжим эксперименты. Ведь у нас остается одно очень важное преимущество зацарининской катушки- это то, что она является **безиндуктивным электромагнитом**, то есть скорость нарастания магнитного поля в сердечнике данной топологии катушки не ограничена противо-ЭДС, то бишь собственной индуктивностью!

И вот тут вырисовывается такой конструктив перспективного электрогенератора.

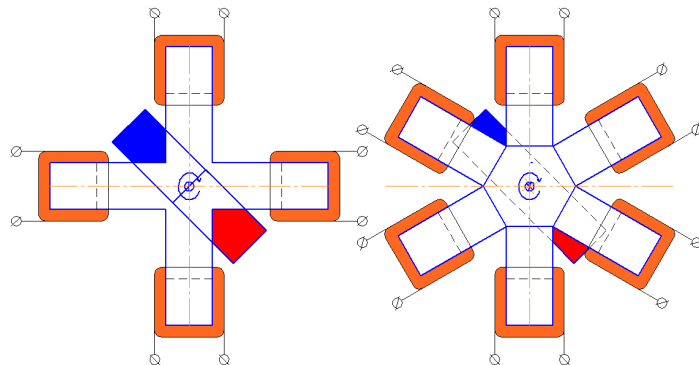
Простейший кольцевой
прямоугольный магнитопровод



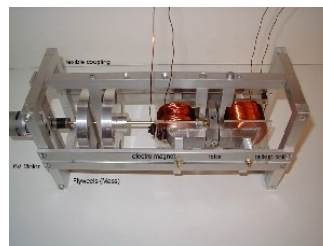
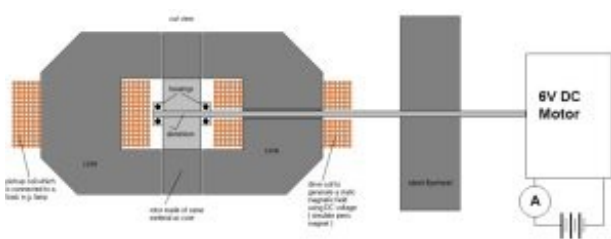
Вид сверху



Варианты многофазных
пространственных магнитопроводов



Как видим, особенно ничего нового – примерно такой же конструктив описал Фролов в своей статье о немецких репликаторах его Ф- машины, которые даже получили вождеденную сверхединицу на нем. Вот фото той машины, чтобы долго не искать.



Опять же, насколько я знаю, никто не повторил именно ЭТОТ конструктив – все пытались сделать что –то похожее, но не совсем то, что надо.

Ну а я, памятуя о своих опытах по самодельным генераторам, решил, что чем городить свои конструкции вращалок, лучше переделать уже готовый промышленный электрогенератор.

В качестве донора был выбран все тот же мой любимый автомобильный генератор Г-250. Его ротор было решено оставить без изменений, а извращаться решил над статором.

Для начала сделал кое-какие замеры составляющих частей генератора.

Сперва вынул ротор, и, подав на него номинальное напряжение возбуждения 12 вольт, измерил своим тесламетром силу магнитного поля на каждом полюсе когтеобразного якоря. Вот что видно на фото- напряжение 12 вольт, сила тока 2,6 ампера, магнитная сила пропорциональна напряжению смещения 138 мВ (для меня удобно мерять в таких «попугаях»- мне достаточны именно относительные величины).



Родной статор выглядит так.



Ну и исходя из принципа равенства магнитного потока в сердечнике статора и ротора проверяем величину магнитной индукции при номинальной мощности генератора.



В данном фото датчик Холла отошел, но если он вплотную прижат к одному из зубов катушек статора, то напряжение смещения при данных токе 10 ампер и напряжении 2.4 вольта составит величину порядка 100 мВ- вроде бы все вполне по классике.

Ну а теперь пришел черед изменять сам сердечник статора на приближенный к бифилярным катушкам. Последовательность работ по выпиливанию и формообразованию видно на фото (хотя работа, я вам скажу, ну очень геморройная – я провозился с ней больше месяца - сердечник для НЭГа было делать куда проще).

Фото 1. После сматывания провода сверлим во всех зубьях сквозные отверстия для центровки и разделяем пакет трансформаторных пластин. Верхние и нижние 3 пластины откладываем в сторону- это будут верх и низ будущего сердечника.

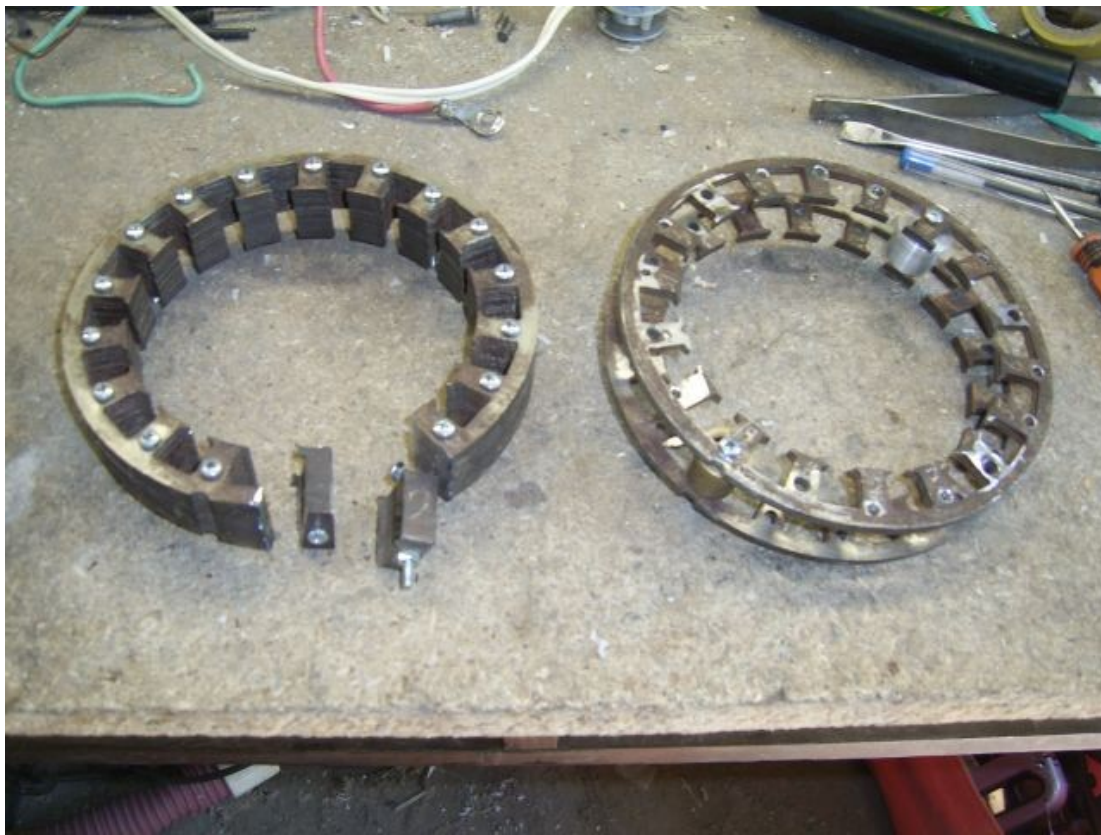


Фото 2. Каждый из внутренних зубьев тщательно обрабатываем на точиле для придания скругленной формы и устанавливаем на свое место между внешними замыкающими пластинами.



Фото 3. Керны после обработки крупно.



Фото 4. После окончательной сборки всех кернов мотаем на каждой фазе (один керн через два, как в родном Г-250) встречно-бифилярные обмотки многожильным проводом в хлорвиниловой изоляции до заполнения (получилось два по шесть витков).



Фото 5. Собираем генератор назад (пока только с одной фазой).



Ну а дальше переходим к натурным испытаниям. И вот тут, к сожалению, наступил тот самый epic fail.

Фото 6. Раскручиваем полученный генератор.



При максимальном возбуждении ротора (12 вольт 2 ампера) и раскручивании его до 3000 об/мин напряжение на статоре оказалось равным всего лишь 2 вольта (и это при 6 последовательно соединенных катушках!). При закорачивании выводов получился ток около полуампера. Да, безусловно, столь мизерная нагрузка никак не отразилась на токе потребления приводного электромотора, но назвать это положительным результатом язык не поворачивается.

Собственно, если опять воспользоваться принципом относительности и подать на полученные статорные катушки номинальный постоянный ток в 10 ампер (напряжение 3 вольта- см.фото), то результирующее магнитное поле в середине каждого керна будет иметь мизерную величину в 13 мВ.



Причинами столь мизерного полезного выхода я вижу опять-таки недоработки конструктива. В когтевом роторе-возбудителе используются столь большие вращающиеся магнитные полюса, что они своей площадью при вращении перекрывают сразу несколько полюсов статора, не говоря уже о том, что в моем варианте магнитный полюс возбудителя не проходит сосредоточенно над средней точкой двухобмоточной катушки, а накрывает её всю своей огромной площадью! При таком раскладе сложно вообще говорить о какой-нибудь значительной генерации, а не только о «хитрой».

Так что- надо возвращаться к исходному конструктиву по типу моего чертежа, и уже оттуда конструировать готовый новый генератор. Пока я вижу такое развитие событий.

Ну а дальше- время покажет.

С уважением ко всем ищущим.