

Встречное включение катушек на одном сердечнике.

(Livemaker, mdib)

02.2011

Изучению различных типов намотки, различной взаимно-ориентации катушек, комбинаций магнитопроводов и прочего, посвящено много теорий, статей и дискуссий. В этой статье будет рассмотрен, проанализирован и практически проверен вариант встречного включения одинаковых катушек индуктивности, расположенных на одном, ферритовом сердечнике.

Статья написана по материалам исследования двух человек, которые проводили опыты параллельно, находясь в разных государствах.

рис 1

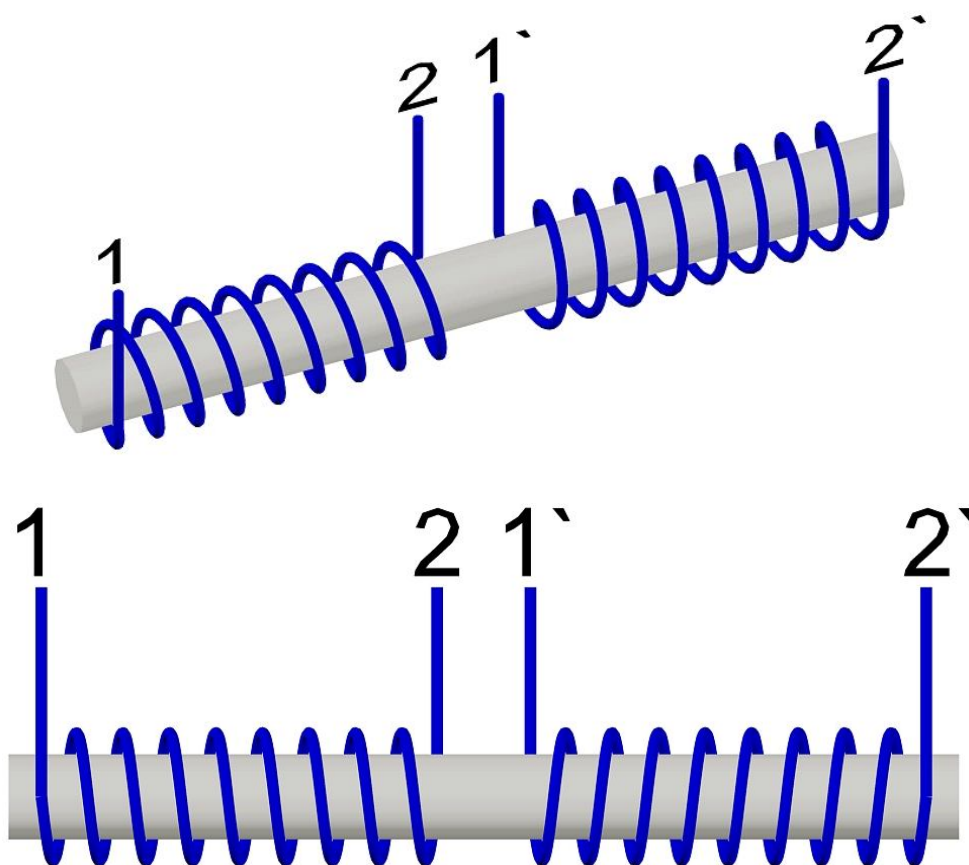
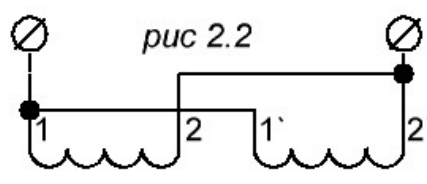
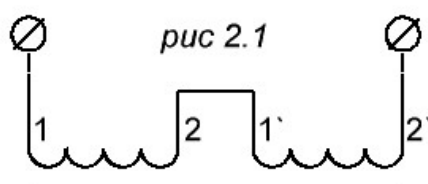
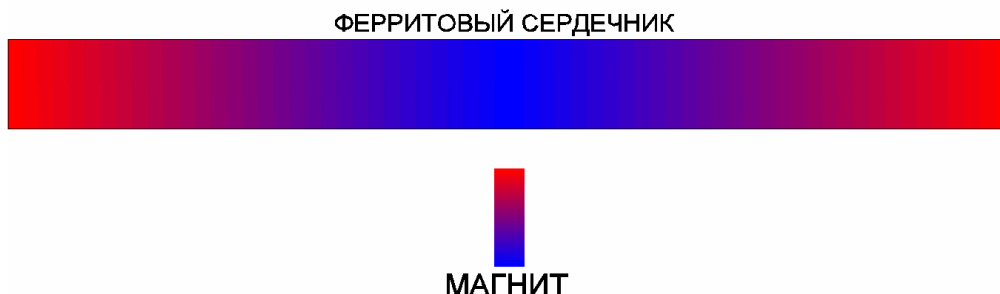


Рис 1 иллюстрирует принцип расположения и намотки катушек на сердечнике. Катушки располагаются симметрично на ферритовом сердечнике с промежутком по середине. Намотка в разные стороны. На рис 2 изображены варианты включения.



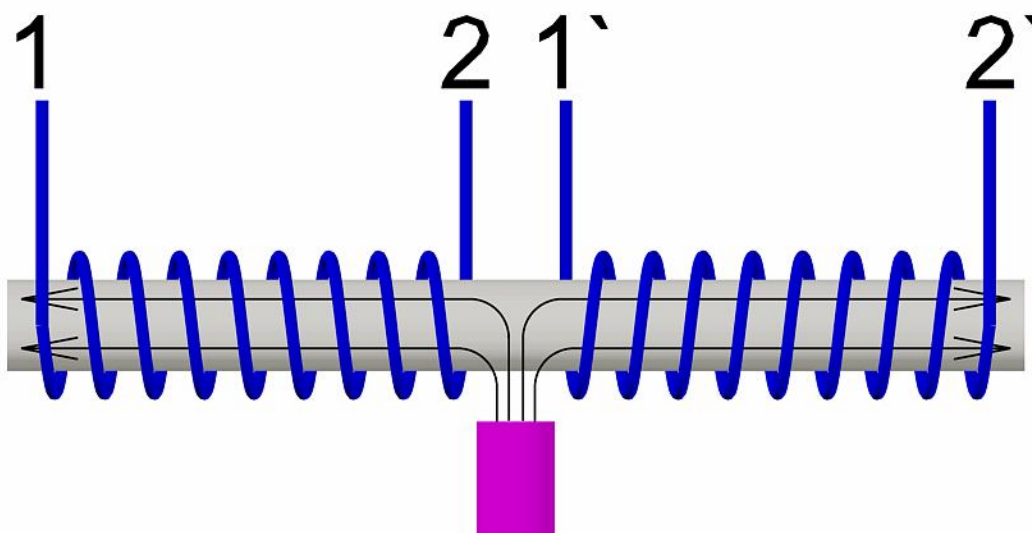
В ходе исследования свойств сердечников, в данном случае ферритовых, было установлено, что распространение магнитного поля в магнитопроводе происходит преимущественно вдоль оси сердечника. Причем даже если воздействовать магнитным полем перпендикулярно сердечнику.

рис 3



Напрашивается логичный вывод, что воздействуя на сердечник таким образом, можно наводить ЭДС в катушках, намотанных на этом сердечнике и включенных встречно (рис 4).

Рис 4



Теперь настало время перейти к практике. Были намотаны две катушки по 1320 витков провода 0.5мм, которые размещались на общем ферритовом сердечнике. Получилась двойная катушка, которая включалась согласно рис 2. В качестве первичной обмотки этого «трансформатора» использована катушка 580 витков провода 0.5мм. Фото на рис 5. На первичную катушку подавался сигнал синусоидальной формы, частотой 1кГц. На холостом ходу потребление от генератора составило 3.12В, 28мА. Сдвиг фаз составил 224мкс, что на частоте 1кГц составляет 80.64 градуса (рис 6). Фактическая потребляемая мощность на хх равна $3.12 \times 0.028 \times \cos(80.64) = 0.0142\text{Вт} = 14.2\text{мВт}$. Действующее напряжение на каждой из вторичных обмоток по 1В. На двойной катушке напряжение 2.28В при включении встречно последовательно и 1В, при включении встречно параллельно. При подключении резистора на 100 Ом на каждой из обмоток 240мВ (**58мкВт**). На двойной обмотке, включенной встречно последовательно напряжение 320мВ (**102мкВт**). На двойной обмотке, включенной встречно параллельно напряжение 480мВ (**2.3мВт**). В последнем случае потребление возросло примерно на 4%. Потребление мотором составило 14.7мВт.

рис 5

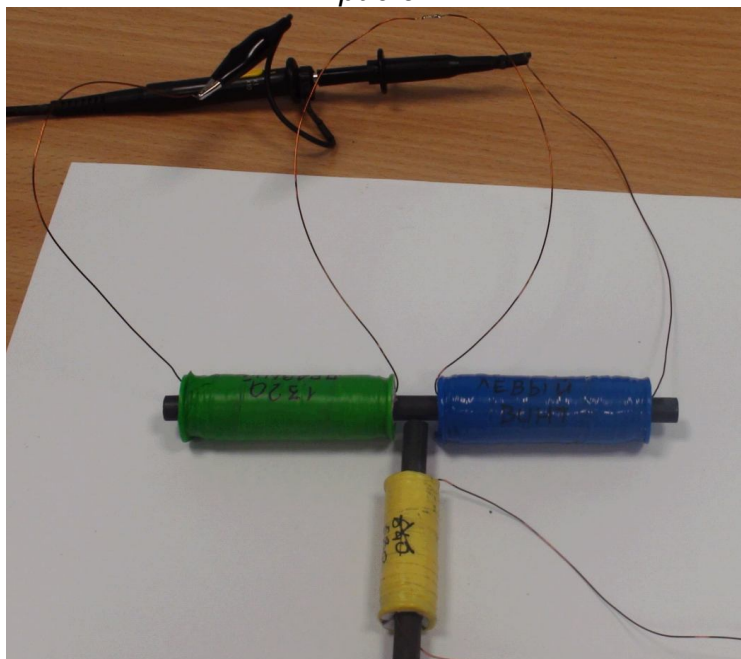
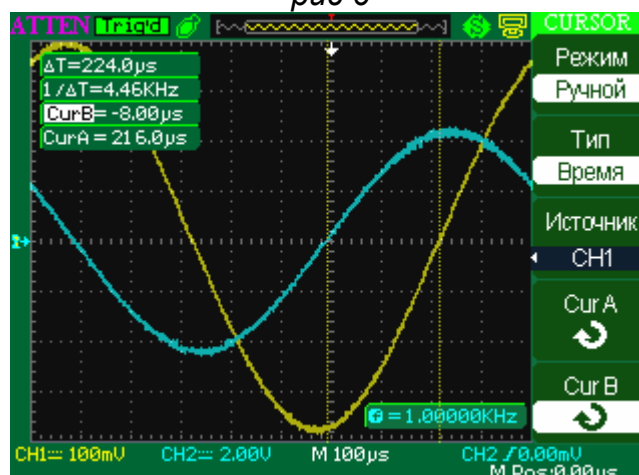


рис 6



Таким образом, мы видим, что получился трансформатор, аналогичный трансформатору с падающей характеристикой. Так же видим, что нагрузка оказывает влияние на потребление трансформатора.

На этом эксперимент можно было бы закончить, однако к нам в руки попал документ Зацарина С.Б. «ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ИНДУКЦИЯ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИНАХ.», где автор утверждает, что применив такой тип катушек в моторе, можно получить большую выходную мощность, чем затраченную. Ну что ж, проверим...

Не буду приводить все размышления в статье Зацарина С.Б., с ними можно ознакомиться в вышеупомянутой статье. Скажу лишь, что в статье говорится о катушке, которая, при протекании в ней тока, не становится электромагнитом, который оказывает сопротивление вращению ротора.

Для проверки были сделаны два стенда. Первый, где для симметричности установлены две пары катушек и магнит вращается на оси мотора (рис 7). Второй в точности повторяет опыт Зацарина (рис 8). Цель опыта, установить наличие сопротивления вращению ротора под нагрузкой на стендовом генераторе, определить потребляемую и выходную мощность и их взаимозависимость.

рис 7

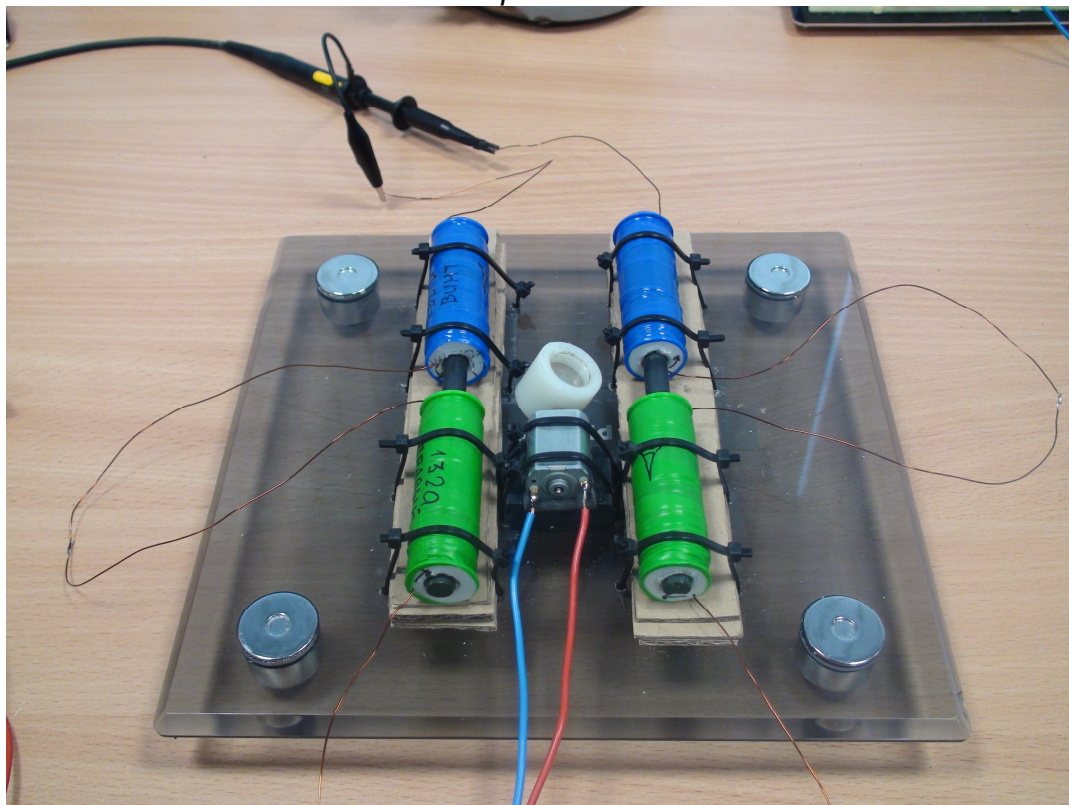
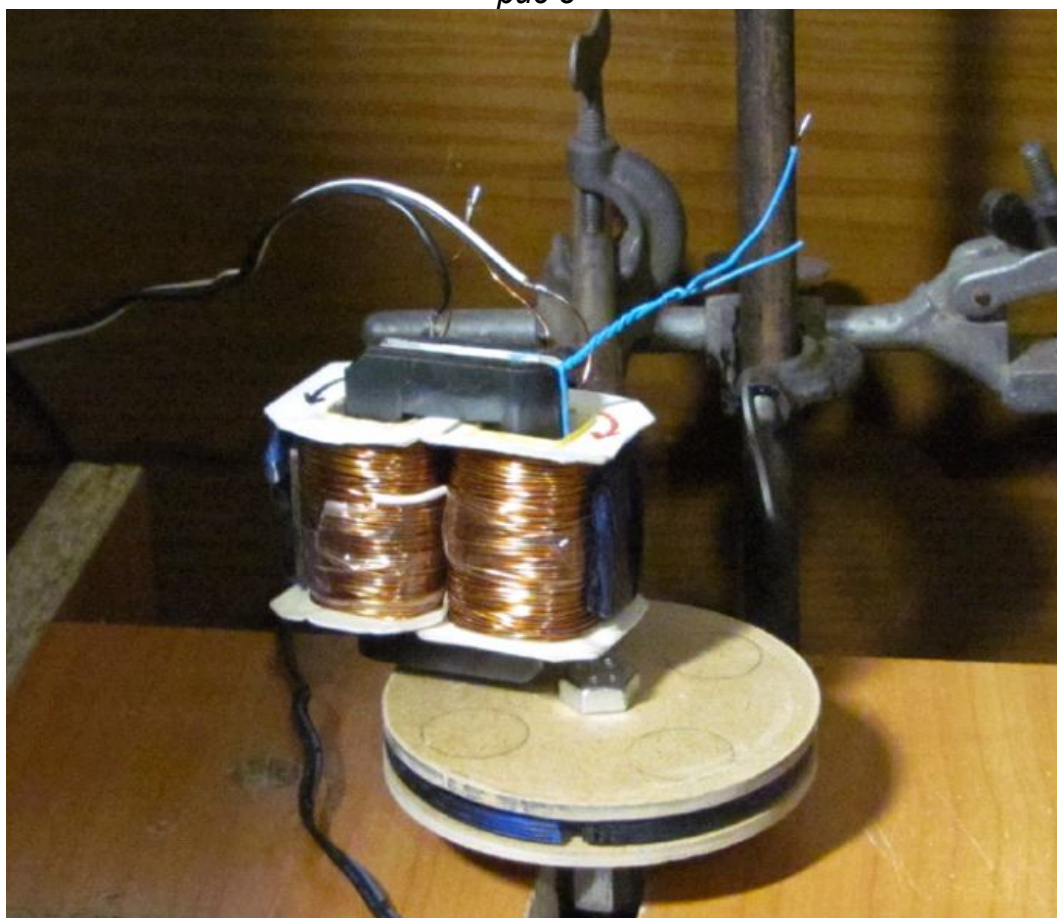


рис 8



Результаты проверки по первому стенду:

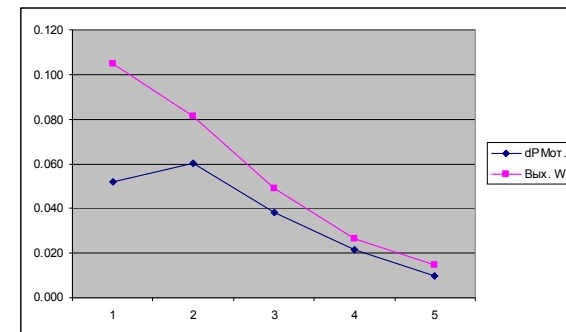
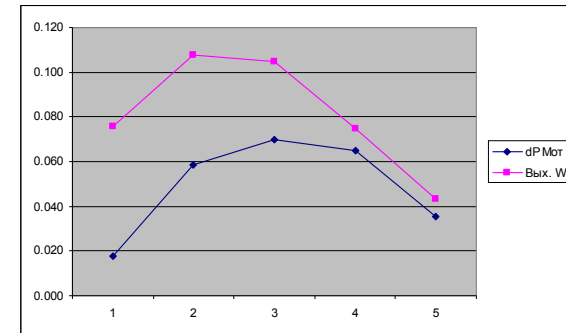
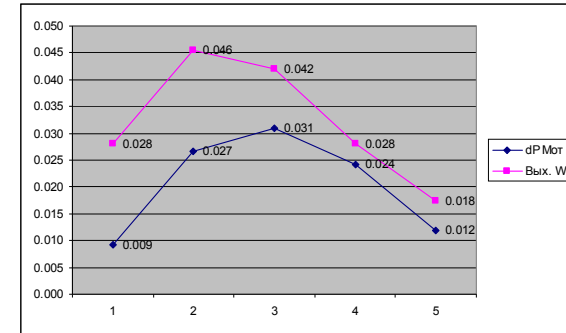
Параметры применённого мотора: номинальное напряжение 12В, допустимый диапазон 6...24В, номинальные обороты 5130об/мин., номинальный ток 0.15А, момент на валу 1.4 мN-m, КПД 42.5%.

Параметры применённых, неодимовых магнитов: диаметр 15мм, толщина 8мм, вес 11г, сцепление 6.7Кг.

Изначально на валу были установлены 4 магнита в ряд. Однако при таком количестве магнитов феррит входил в насыщение. В конечном итоге был оставлен один магнит.

Графики зависимости выходной мощности и увеличения потребления мотором. Верхний – классическое включение катушек. Нижние – встречное.

R нагр, ом	Напряжение В RMS	Мощность, Вт	U мот, В	I мот, А	P мот, Вт	Изменение P мот	Разница мощности на нагр и на моторе
Две катушки на разных сердечниках включены последовательно (обычное включение)							
XX	2.48		7.00	0.045	0.315		
10	0.30	0.009	7.00	0.049	0.343	0.028	0.019
47	1.12	0.027	7.00	0.052	0.361	0.046	0.019
100	1.76	0.031	7.00	0.051	0.357	0.042	0.011
200	2.20	0.024	7.00	0.049	0.343	0.028	0.004
470	2.36	0.012	7.00	0.048	0.333	0.018	0.006
Все катушки включены последовательно (встречное включение)							
XX	4.40		7.00	0.045	0.315		
10	0.42	0.018	7.00	0.056	0.391	0.076	0.058
47	1.66	0.059	7.00	0.060	0.423	0.108	0.049
100	2.64	0.070	7.00	0.060	0.420	0.105	0.035
200	3.60	0.065	7.00	0.056	0.390	0.075	0.010
470	4.08	0.035	7.00	0.051	0.358	0.043	0.008
Смежные катушки включены параллельно, пары включены последовательно (встречное включение)							
XX	2.16		7.00	0.045	0.315		
10	0.72	0.052	7.00	0.060	0.420	0.105	0.053
47	1.68	0.060	7.00	0.057	0.396	0.081	0.021
100	1.96	0.038	7.00	0.052	0.364	0.049	0.011
200	2.08	0.022	7.00	0.049	0.342	0.027	0.005
470	2.16	0.010	7.00	0.047	0.330	0.015	0.005



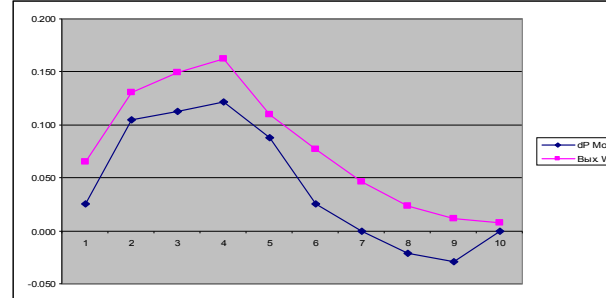
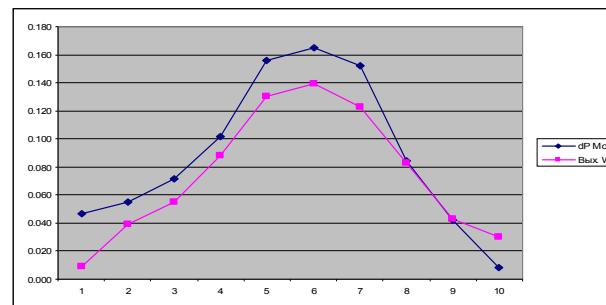
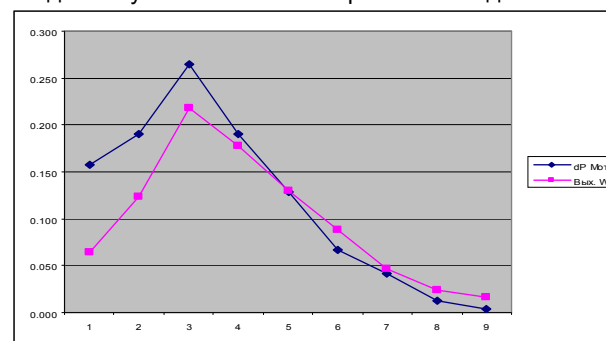
Результаты проверки по второму стенду:

Диаметр диска - 77мм, расстояние от центра диска до центра магнитов - 26 мм, форма магнитов – таблетка, диаметр магнитов - 18,5 мм, высота магнитов - 6,2 мм, количество магнитов - 4 шт, тип магнитов – ферритовые. Двигатель 12 в 14000 об/мин.

Во всех опытах расстояние от магнитов до сердечника - 10-15 мм. Регулятор вращения двигателя собран на стабилизаторе 1084. Питание 12в. На двигателе от 2 до 11в. Сопротивление двойной катушки при последовательном включении 4,8 ом, при параллельном включении 1,3 ом. Провод $d=0,45$ мм, количество витков - около 200 в навал на каждой катушке.

R нагр, ом	Размах, в	Мощность, вт	U мот, в	I мот, А	P мот, вт	Изменение P мот	Разница мощности на нагр и на моторе
Обычная одиночная катушка							
XX			8.31	0.425	3.532		
1.0	0.7	0.065	8.29	0.445	3.689	0.157	0.093
2.1	1.4	0.123	8.29	0.449	3.722	0.190	0.067
9.0	4.0	0.218	8.27	0.459	3.796	0.264	0.046
17.9	5.0	0.177	8.29	0.449	3.722	0.190	0.013
28.0	5.4	0.130	8.30	0.441	3.660	0.129	-0.002
50.1	5.9	0.088	8.31	0.433	3.598	0.066	-0.022
99.4	6.1	0.047	8.31	0.430	3.573	0.042	-0.006
198.5	6.2	0.024	8.32	0.426	3.544	0.013	-0.012
299.0	6.3	0.017	8.32	0.425	3.536	0.004	-0.012
Двойная катушка (последовательно)							
XX			8.45	0.412	3.481		
1.0	0.3	0.009	8.46	0.417	3.528	0.046	0.037
3.1	1.0	0.040	8.46	0.418	3.536	0.055	0.015
5.3	1.5	0.055	8.46	0.420	3.553	0.072	0.017
9.0	2.5	0.088	8.45	0.424	3.583	0.101	0.013
17.9	4.3	0.130	8.44	0.431	3.638	0.156	0.026
28.0	5.6	0.139	8.44	0.432	3.646	0.165	0.026
50.1	7.0	0.123	8.45	0.430	3.634	0.152	0.029
99.4	8.1	0.082	8.45	0.422	3.566	0.085	0.002
198.5	8.3	0.043	8.45	0.417	3.524	0.042	-0.001
299.0	8.5	0.030	8.45	0.413	3.490	0.008	-0.021
Двойная катушка (параллельно)							
XX			8.39	0.422	3.541		
1.0	0.7	0.065	8.39	0.425	3.566	0.025	-0.040
3.1	1.8	0.131	8.38	0.435	3.645	0.105	-0.026
5.3	2.5	0.150	8.38	0.436	3.654	0.113	-0.037
9.0	3.4	0.162	8.38	0.437	3.662	0.121	-0.041
17.9	4.0	0.109	8.38	0.433	3.629	0.088	-0.022
28.0	4.1	0.076	8.39	0.425	3.566	0.025	-0.051
50.1	4.3	0.047	8.39	0.422	3.541	0.000	-0.047
99.4	4.3	0.023	8.40	0.419	3.520	-0.021	-0.044
198.5	4.3	0.012	8.40	0.418	3.511	-0.029	-0.041
299.0	4.3	0.008	8.39	0.422	3.541	0.000	-0.008

Графики зависимости выходной мощности и увеличения потребления мотором. Верхний – одна катушка. Нижние – встречно-последовательно и встречно-параллельно.



Цифры говорят сами за себя. Возрастание потребляемой мощности мотора линейно и адекватно нагрузке. При чём, как видно из результатов замеров, встречные катушки и одиночная катушка ведут себя одинаково. Ни каких «чудесных» проявлений встречных катушек, в данном эксперименте, не выявлено. Если проследить внимательно за процессами при встречном включении катушек и прикладыванию магнитного поля между ними, то можно понять, что в этом случае, каждая из катушек работает как одиночная катушка в отдельности, со всеми, присущими ей правилами. В рамках данной статьи не будем останавливаться на технических подробностях этих процессов.

После проведённой работы, возникают некоторые вопросы. Есть статья С.Б. Зацарина, в которой выдвинута гипотеза о возможном, интересном поведении встречных катушек с возбуждением в них тока магнитом, расположенным между ними. Как гипотеза, она имеет право на жизнь. Но в статье приводится практическое доказательство гипотезы, которое не нашло подтверждения при проверке. Если же, г-н Зацарин С.Б. умолчал о каких либо фактах, тогда зачем была написана статья? Жаль, что приходится наткаться на подобные «пустышки»...

С уважением ко всем, Livemaker и mdib.