

Электромагнитная индукция. Несогласованности и противоречия

Нечипуренко Николай Алексеевич

г. Энергодар, Запорожская обл.

Связь с автором: E-mail: nikola-nech@yandex.ua.

1. Незавершенность закона электромагнитной индукции

В первой половине XIX столетия Майкл Фарадей открыл следующую закономерность: *при изменении значения магнитного потока, пронзающего поверхность, ограниченную замкнутым токопроводящим контуром, в контуре появляется электрический ток*. Было установлено, что электрический ток течет, подчиняясь действию наводимой в замкнутом контуре ЭДС, а значение ЭДС пропорционально скорости, с которой изменяется значение магнитного потока, пронзающего охваченную контуром поверхность. Если значение *равномерно* изменяющегося магнитного потока Φ , в течение времени Δt изменяется на величину $\Delta\Phi$, то значение наведенной в контуре ЭДС E определяется с помощью уравнения

$$E = - \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \quad (1)$$

Уравнение (1) – это математическая форма записи закона Фарадея или, как его еще называют – закона электромагнитной индукции.

В проводнике, который располагается в магнитном поле и находится в состоянии относительного движения с этим магнитным полем, так же, как и при изменении значения магнитной индукции, наводится ЭДС. Следовательно, *ЭДС наводится в двух случаях – при изменении значения магнитного потока, то есть при изменении значения магнитной индукции и при относительном движении проводника и магнитного поля*.

Закон Фарадея был обнаружен в 1831 году, и не может не вызывать удивление то, что никто не решился продолжить незавершенные работы Фарадея. За время, прошедшее после открытия закона Фарадея, а это без малого 200 лет, так никто и не удосужился доказать то, что при изменении значения индукции магнитного поля – это поле сохраняет *состояние покоя*. Как нет доказательств и того, что при изменении значения индукции магнитного поля – это поле, приходит в *состояние движения*.

В каком состоянии, в состоянии покоя или в состоянии движения находится магнитное поле при изменении значения индукции этого магнитного поля? Что это, сверхсложный неразрешимый для современной науки вопрос, а может это небрежность научного сообщества, такое вроде бы исключается. Тогда, должно быть, на сегодняшний день, есть заинтересованные околonaучные персонажи, противодействующие установлению истины. Как бы то ни было, но работы Фарадея не доведены до логического завершения, и это привело к тому, что вращающиеся магнитные поля, наводимые в трехфазных машинах переменного тока, в теории электрических машин представляются как экспериментально установленный факт. А теорию электромагнитного поля придется подвергнуть основательному редактированию, а то и разрабатывать заново, если будет установлено, что при изменении индукции магнитного поля – это поле находится в состоянии движения. Что бы разобраться во всех этих противоречиях познакомимся с некоторыми явлениями, и начнем с парадокса Геринга.

2. Парадокс Геринга

В середине XX века были поставлен эксперимент, в процессе проведения которого было открыто явление, получившее название *парадокс Геринга*. Парадокс Геринга указывает на *возможную* подвижность магнитных силовых линий, однако такую возможность, судя по всему, никто в XX веке не рассматривал, и мировое научное сообщество оказалось в состоянии неопределенности – научное сообщество впало в состояние ступора. И только в XXI веке была сделана попытка разгадать явление парадокса Геринга.

На рис. 1 изображена схема установки Геринга. Упругие токопроводящие пластины **П1**, **П2**, переходящие в замкнутый контакт **К**, совместно с токоизмерительным прибором **РА** образуют цепь **замкнутого токопроводящего контура**.

Кольцевой постоянный магнит **М**, проскальзывая между двумя частями контакта **К**, может перемещаться из положения 1 в положение 2 и обратно. На рис. 1 показано сечение кольцевого магнита **М**, выполненное вертикальной плоскостью, проходящей через центр кольцевого магнита.

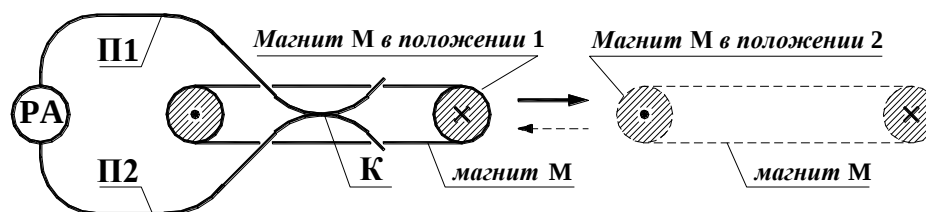


Рис. 1. Изменения значения магнитного потока не вызывают наведения ЭДС в замкнутом контуре

Магнит изготовлен из **токопроводящего** материала, поэтому при проскальзывании магнита между двумя частями контакта **К**, цепь токопроводящего контура, благодаря упругим свойствам пластин **П1**, **П2**, остается все время замкнутой.

Перемещение магнита из положения 1 в положение 2 сопровождается изменением значения индукции магнитного потока, пронзающего поверхность, охваченную замкнутым токопроводящим контуром. Это не вызывает всплеска тока, регистрируемого токоизмерительным прибором **РА** – это свидетельствует об отсутствии ЭДС, наведенной в токопроводящем контуре, что, казалось бы, противоречит закону электромагнитной индукции.

Дискуссии в отношении парадокса Геринга начались в середине XX века и продолжались в течение более 20 лет. В продолжение этого времени было рассмотрено несколько других устройств, в которых наблюдался парадокс Геринга, и схемы этих устройств отличались от схемы, представленной на рис. 1. Однако однозначного объяснения парадоксу Геринга так и не нашлось. На основании этого и было сделано заключение о том, что закон электромагнитной индукции, в том виде как он сформулирован, соблюдается не во всех случаях.

К настоящему времени парадоксу Геринга нашлось объяснение. Доктор технических наук, профессор Белгородского госуниверситета Константин Борисович Канн на своем сайте electrodynamics.narod.ru дает следующее объяснение парадоксу Геринга. Магнит **М** (рис. 1), в процессе проскальзывания между двумя частями контакта **К** соединяет своим токопроводящим телом эти части, сохраняя тем самым целостность замкнутого токопроводящего контура. Следовательно, магнит **М** во время проскальзывания между двумя частями контакта **К** превращается в участок замкнутого токопроводящего контура.

Магнитные силовые линии, принадлежащие кольцевому магниту **М**, замыкаются внутри магнита, и в случае движения магнита перемещаются вместе с этим магнитом. На рис. 1 направление магнитных силовых линий обозначено крестиком и точкой. Следовательно, в процессе проскальзывания магнита между двумя частями контакта **К**, принадлежащие магниту магнитные силовые линии, оставаясь внутри магнита и двигаясь вместе с этим магнитом, не могут пересекать ни сам магнит, ни какой-либо другой участок замкнутого токопроводящего контура – это и является причиной отсутствия наведенной ЭДС. Следовательно, по мнению К. Б. Канны, **ЭДС, наведенная в токопроводящем контуре – это результат пересечения контура движущимися магнитными силовыми линиями**. С этим утверждением согласуются результаты измерения напряжения на участках витка, охватывающего магнитную ветвь.

3. Измерения напряжения на участках витка, охватывающего магнитную ветвь (охватывающего магнитопровод)

Можно встретить утверждение, что в случае изменения в магнитной ветви значения магнитной индукцией, в токопроводящем витке, охватывающем эту магнитную ветвь, наводится **вихревая ЭДС**. Однако утверждения о вихревом характере ЭДС, наведенной в витке, охватывающем магнитную ветвь, не согласуются с результатами обмеров этого витка.

При проведении обмеров витка использовался трансформатор, схема которого

представлена на рис. 2. На магнитную цепь трансформатора навивается, на время проведения эксперимента, дополнительный виток W_B , на отдельных участках которого и производятся замеры. Выводы вторичной обмотки трансформатора разомкнуты (нагрузка трансформатора отсутствует), следовательно, вторичная обмотка никакого влияния на результаты эксперимента не оказывает, поэтому на рис. 2 вторичная обмотка не показана.

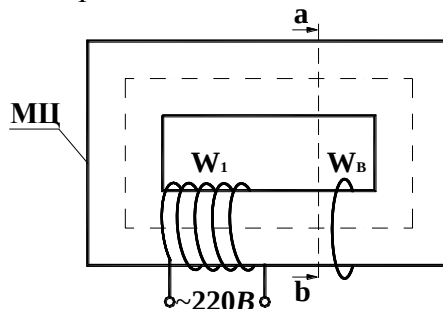


Рис. 5.9. Магнитная цепь МЦ с обмоткой возбуждения W_1 и дополнительным витком W_B

Первичная обмотка имеет **220 витков**, поэтому, если к первичной обмотке W_1 подводится синусоидальное напряжение значением **220 вольт**, то каждый виток обмотки находится под влиянием напряжения равного **одному вольту**, и это напряжение уравновешено, в соответствии со вторым законом Кирхгофа, наведенной в первичной обмотке ЭДС. Следовательно, в **каждом витке** первичной обмотки W_1 , а соответственно и в **дополнительно витке** W_B наводится ЭДС, равная **одному вольту**: $E = 1 \text{ В}$.

Дополнительный виток W_B (рис. 2) изготовлен из отрезка нихромовой проволоки, диаметр которой равен 0,5 миллиметра – это позволяет избежать перегрева витка во время замеров. Дополнительный виток W_B можно изготовить из любого токопроводящего материала, и это не повлияет на результаты измерений. Результаты измерений всецело зависят от значения наведенной в витке ЭДС: $E = 1 \text{ В}$.

На рис. 3 изображены сечения магнитной цепи, выполненные секущей плоскостью ab , которая показана на рис. 2. Поверхность поперечного сечения магнитной ветви, которую охватывает дополнительный виток W_B , имеет форму **квадрата**, такую же форму имеет и сам дополнительный виток, поэтому участки этого витка AB , BC , CD , DA (рис. 3) имеют одинаковую протяженность.

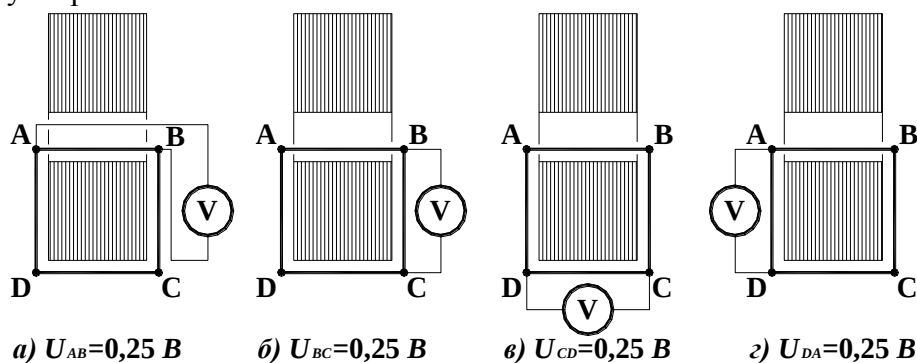


Рис. 3. Измерение напряжения на участках замкнутого витка

На рис. 3 изображены схемы замеров напряжения на отдельных участках витка W_B , когда к первичной обмотке подведено синусоидальное напряжение $U_{w1} = 220 \text{ В}$, $f = 50 \text{ Гц}$, а внизу каждой картинке (рис. 3) приведены результаты замеров: $U_{AB} = 0,25 \text{ В}$, $U_{BC} = 0,25 \text{ В}$, $U_{CD} = 0,25 \text{ В}$, $U_{DA} = 0,25 \text{ В}$.

Действие ЭДС распространяется только на внутреннюю цепь источника ЭДС, а вольтметр V и подсоединенные к нему измерительные проводники – это внешняя по отношению к источнику ЭДС электрическая цепь. Следовательно, вольтметр измеряет значение разности электрических потенциалов (значение напряжения или падения напряжения), а нас интересует значение ЭДС. Следовательно, необходимо продолжить обмеры витка.

Разность потенциалов точек $A - B$ можно измерить, пользуясь схемой, показанной на рис. 3-а, а можно использовать схему, изображенную на рис. 4-а. В первом случае вольтметр фиксирует разность потенциалов $U_{AB} = 0,25 \text{ В}$ (рис. 3-а), а во втором случае эта разность оказывается в три раза больше: $U_{AB} = 0,75 \text{ В}$ (рис. 4-а).

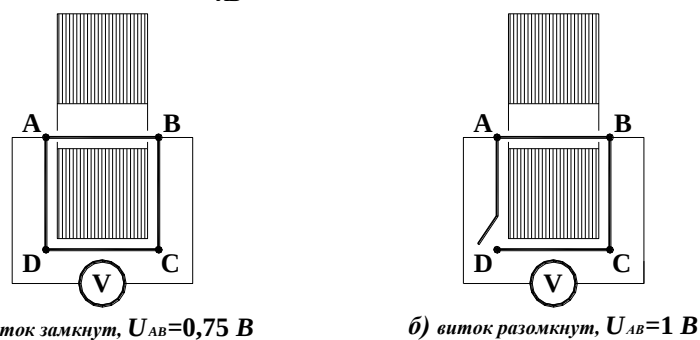


Рис. 4. Измерение напряжения на участках витка, находящегося в двух его состояниях

Полученные результаты обмеров позволяют сделать *предположение*, что в участке AB наводится ЭДС $E = 1 \text{ В}$, а из этой ЭДС вычитается падение напряжения $U_{AB} = 0,25 \text{ В}$, то есть участок AB как раз и является источником ЭДС, а разность потенциалов $U_{AB} = 0,75 \text{ В}$ (рис. 4-а) – это электрическое напряжение, присутствующее на выводах источника ЭДС. Если это так, то значение ЭДС должно быть больше напряжения на величину падения напряжения внутри источника ЭДС. И это предположение прекрасно подтверждается следующим замером. Производя измерения разности потенциалов точек $A - B$ (рис. 4-а), необходимо разомкнуть виток. На рис. 4-б это размыкание витка сделано в точке D . В момент размыкания витка разность потенциалов точек $A - B$ скачком изменяется на величину падения напряжения внутри источника ЭДС $U_{AB} = 0,25 \text{ В}$ (рис. 3-а) и увеличивается со значения $U_{AB} = 0,75 \text{ В}$ (рис. 4-а), до значения $U_{AB} = 1 \text{ В}$ (рис. 4-б).

При разомкнутом витке значение наведенной ЭДС E равно значению напряжения U_{AB} , присутствующему на выводах источника ЭДС: $U_{AB} = E = 1 \text{ В}$ (рис. 4-б), а как раз такая ЭДС ($E = 1 \text{ В}$) и должна наводиться не только в участке AB , но и во всем витке W_B (рис. 2). Следовательно, *ЭДС наводится только в том AB участке витка, который находится в окне магнитопровода*, но не наводится во всех остальных участках витка.

Вольтметр, измерительные концы которого подсоединены к одной точке витка, показывает разность потенциалов $U_{AA} = 1 \text{ В}$ (рис. 5). В одной точке пространства в принципе невозможно существование разности электрических потенциалов. Следовательно, разность потенциалов может появиться только в результате действия ЭДС, наведенной в самих подсоединенных к вольтметру измерительных проводниках. Как бы ни располагались проводники, подсоединенные к вольтметру и к одной точке витка, пока один из измерительных проводников не будет пропущен в окно магнитопровода, показания вольтметра будут нулевыми. Это является подтверждением того, что ЭДС наводится в отрезке подсоединенного к вольтметру проводника, предварительно пропущенного в окно магнитопровода.

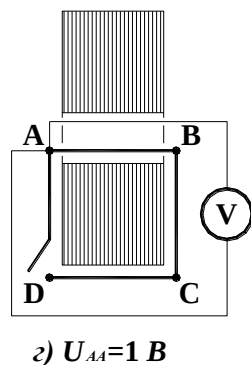
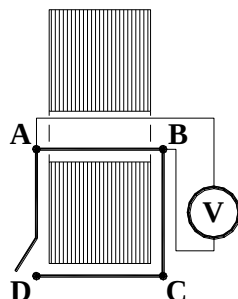


Рис. 5. Измерение разности потенциалов в одной точке витка

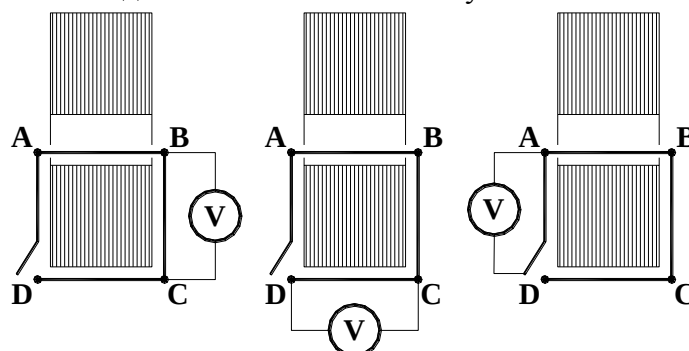
Если в отрезке **AB** наводится ЭДС, то и в любом другом проводнике, пропущенном в окно магнитопровода, будет наводиться такая же ЭДС, и это подтверждается замером, выполненным по представленной на рис. 6 схеме. В этом случае (виток разомкнут) показания вольтметра оказываются нулевыми. Это объясняется тем, что ЭДС, наведенная в участке **AB**, уравновешена ЭДС, наведенной в измерительном проводнике, который подсоединен к вольтметру и пропущен в окно магнитопровода. И при замере по схеме рис. 3-а (виток замкнут) ЭДС, наведенная в участке **AB**, уравновешена ЭДС, наведенной в измерительном проводнике, а вольтметр фиксирует падение напряжения $U_{AB} = 0,25 \text{ В}$ в участке **AB**.



а) $U_{AB}=0 \text{ В}$

Рис. 6. Измерение напряжения на участке разомкнутого витка

Если бы в витке W_B наводилась **вихревая** ЭДС, то она наводилась бы на всех (**AB**, **BC**, **CD**, **DA**) участках витка независимо от того замкнут этот виток или разомкнут. Однако результаты замеров, выполненных с помощью схем, представленных на рис. 7, свидетельствуют о том, что ЭДС наводится только в том участке витка, который пропущен в окно магнитной цепи, и не наводится во всех остальных участках витка.



а) $U_{BC}=0 \text{ В}$

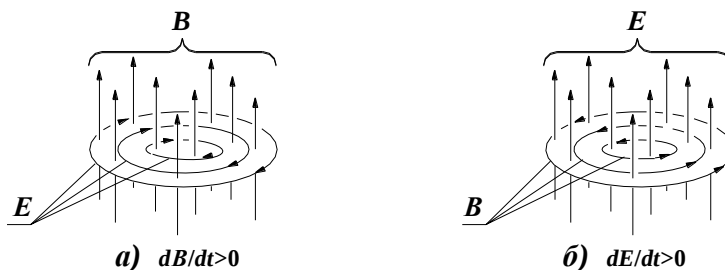
б) $U_{CD}=0 \text{ В}$

в) $U_{DA}=0 \text{ В}$

Рис. 7. Измерение напряжения на различных участках разомкнутого витка

Следовательно, в витке, охватывающем магнитную ветвь, наводится **потенциальная (невихревая)** ЭДС, и ее действие уравновешено разностью потенциалов, которая существует в **потенциальном (невихревом)** электрическом поле.

На рис. 8 представлены изображения, которые используются в качестве иллюстрации процессов взаимного преобразования электрических и магнитных полей, наводимых в процессе распространения электромагнитных волн.



а) $dB/dt > 0$

б) $dE/dt > 0$

Рис. 8. Взаимные преобразования электрических и магнитных полей

На рис. 9 изображена одна из тех электрических силовых линий **E**, с помощью которых изображается представленное на рис. 8-а **вихревое** электрическое поле, появляющееся в

результате изменения значения магнитной индукции B .

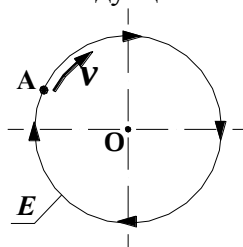


Рис. 9. Фиктивная электрическая силовая линия E

Если предположить, что *все* точки, расположенные на линии E (рис. 9) обладают **одинаковым** электрическим потенциалом, то это будет вовсе не электрическая силовая линия, а линия, проведенная на эквипотенциальной поверхности **потенциального** электрического поля.

Стрелки, наносимые на любую электрическую силовую линию, в том числе и на линию E (рис. 9), указывают направление, в котором увеличиваются значения положительного потенциала тех точек, что расположены на окружности этой электрической силовой линии. Следовательно, если выйти из точки A и обходить окружность E в направлении вектора v , то электрический потенциал каждой **последующей** точки, встречающейся на окружности E при ее обходе, будет выше потенциала, которым обладала **ранее пройденная** точка.

Потенциал точки A можно приравнять нулевому значению. Если после этого обходить окружность E , то значение потенциала будет непрерывно увеличиваться и достигнет некоторого положительного значения после обхода всей окружности и возврате в исходную точку A – это означает, что точка A , как и любая другая точка, расположенная на окружности E , обладает разностью потенциалов. Это противоречит не только законам электростатики, но и здравому смыслу. Следовательно, *электрические силовые линии E , изображенные на рис 8-а и рис. 9, – это несуществующие (фиктивные) электрические силовые линии.*

Электрические силовые линии, изображенные на рис. 8-а и рис. 9, используются в качестве иллюстрации при теоретическом обосновании процессов взаимного преобразования электрических и магнитных полей, которые наводятся в процессе распространения электромагнитных волн. Однако если эти электрические силовые линии являются фиктивными линиями, то и все эти теоретические обоснования – это фикция, или согласно современной словесной терминологии – это фейковые теоретические обоснования.

Результаты измерения напряжений на отдельных участках витка, охватывающего магнитную ветвь, позволяют сделать следующие выводы. Во-первых, в витке, охватывающем магнитную ветвь, в которой изменяется значение магнитной индукции, наводится **потенциальная (невихревая) ЭДС**. Следовательно, **потенциальным окажется и электрическое поле**, которое наводится вокруг магнитной ветви, и в этом поле существуют те разности потенциалов, под влиянием которых оказываются различные участки витка W_B .

Во-вторых, используя электронно-лучевой осциллограф, можно убедиться в том, что напряжение $U_{AB} = 0,75 \text{ В}$ (рис. 4-а), появляющееся на выводах источника ЭДС, находится в противофазе с падениями напряжений $U_{AB} = 0.25 \text{ В}$, $U_{BC} = 0.25 \text{ В}$, $U_{CD} = 0.25 \text{ В}$, $U_{DA} = 0.25 \text{ В}$, (рис. 3), что является **однозначным свидетельством потенциального характера электрического поля, наводимого вокруг магнитной ветви.**

В-третьих, ЭДС наводится, только в том участке витка, который пропущен в окно магнитопровода. Следовательно, явление наведения ЭДС **напрямую** зависит от процессов, протекающих в окне магнитной цепи, и **косвенно** зависит от тех изменений значения магнитной индукции, которые происходят в магнитной ветви, охваченной дополнительным витком.

Результаты опытов, проводимых на установке Геринга (рис. 1), и результаты обмеров дополнительного витка W_B (рис. 2), охватывающего магнитную ветвь, позволяют сделать **предположение** о том, что **всякие изменения значения магнитной индукции сопровождаются движением магнитных силовых линий.**

При увеличении значения магнитной индукции, увеличивается количество магнитных силовых линий, замыкающихся в магнитопроводе, следовательно, при увеличении значения магнитной индукции магнитные силовые линии перемещаются из окна магнитопровода в объем

этого магнитопровода. При уменьшении значения магнитной индукции магнитные силовые линии, покидая магнитопровод, возвращаются в окно магнитопровода. Однако это всего лишь **предположение**, а, что бы найти подтверждение этому предположению необходимо продолжить знакомство с явлениями, которые подтверждают то, что изменение значения магнитной индукции сопровождается движением магнитных силовых линий. Но прежде чем переходить к знакомству с указанными явлениями, необходимо отметить следующее.

Для обмеров витка, охватывающего магнитную ветвь, можно использовать любой другой, оказавшийся под рукой трансформатор, а не тот, что использовал автор этого текста – это трансформатор, первичная обмотка которого состоит из 220 витков, а поперечное сечение магнитной цепи имеет форму квадрата. При использовании любого другого трансформатора будут получены результаты, свидетельствующие о том, что **ЭДС наводится только в том участке витка, который пропущен в окно магнитопровода, а значения падений напряжений, измеренных на отдельных участках витка, пропорциональны длине этого участка**. Следовательно, результаты обмеров витка, охватывающего магнитопровод **любого** трансформатора, будут свидетельствовать о **потенциальном характере электрического поля**, наведенного вокруг магнитопровода, и о **возможной подвижности магнитных силовых линий**.

4. Продольные и поперечные магнитные силы и их роль в процессе преобразования энергии магнитного поля

Экспериментируя с двумя постоянными магнитами, можно убедиться в том, что эти магниты, взаимодействуя между собой посредством собственных магнитных полей, могут приходить в состояние **ускоренного движения**. Следовательно, подчиняясь действию сил магнитного поля, магниты, обладающие определенной массой, обретают **дополнительную кинетическую энергию**.

Энергия может находиться в состоянии взаимообмена между различными объектами, но энергия никогда не исчезает бесследно и никогда не появляется сама по себе. Следовательно, магнит может обрести дополнительную кинетическую энергию только в том случае, когда магнитное поле обладает собственной энергией, и как раз эта собственная энергия магнитного поля преобразуется в кинетическую энергию движущегося магнита.

Любое магнитное поле находится под действием сил продольного натяжения и поперечных сил расширения, вот эти силы и придают ускорение взаимодействующим между собой магнитам. **Действием любой силы всегда заявляет о себе энергия, только энергия и не что иное, кроме как энергия.** Следовательно, действием продольных и поперечных сил заявляет о себе заключенная в магнитном поле энергия.

Силы продольного натяжения стремятся уменьшить длину замкнутого контура каждой магнитной силовой линии до минимально-возможных размеров (до размеров точки). Силы поперечного расширения стремятся раздвинуть соседние **совпадающие по направлению** магнитные силовые линии, способствуя, тем самым, увеличению контура каждой магнитной силовой линии до максимально-возможных размеров.

Количество энергии, заключенной в любом магнитном поле, пропорционально квадрату магнитной индукции этого поля. Следовательно, всякие изменения значения индукции магнитного поля – это не что иное, как изменение количества энергии, заключенной в этом магнитном поле.

Изменение количества энергии, содержащейся в каком-либо объекте, происходит в процессе преобразования энергии. Преобразование энергии – это процесс совершения работы, и количество преобразованной энергии равно величине произведенной работы.

Ошибочным, неверным и лишенным смысла будет предположение о том, что в процессе совершения работы, то есть в процессе преобразования энергии, не участвуют продольные и поперечные магнитные силы, действием которых как раз и заявляет о себе энергия, заключенная в магнитном поле.

В статике сила не способна совершить работу, любая работа (любое преобразование энергии) совершается в процессе движения. При этом количество работы A , совершенной

силой F , равно значению этой силы, умноженному на расстояние s , пройденном вдоль линии, совпадающей с направлением действия силы: $A = Fs$. Следовательно, **всякие изменения значения индукции магнитного поля могут происходить только в процессе движения магнитных силовых линий этого поля.**

Парадокс Геринга (рис. 1), результаты обмера витка, охватывающего магнитную ветвь (рис. 2), и особенности преобразования энергии магнитного поля позволяют сделать следующее заключение. При любых изменениях значения индукции магнитного поля, магнитные силовые линии этого поля находятся в состоянии движения, происходящего под совместным действием продольных и поперечных магнитных сил. Следовательно, **ЭДС в проводнике наводится только при относительном движении проводника и магнитного поля, а закон Фарадея (закон электромагнитной индукции) соблюдается во всех случаях.**

5. Магнитное поле, наведенное прямолинейным проводником

Знакомство с характером движения магнитных силовых линий, наведенных током, текущим в прямолинейном проводнике, упростит процедуру поиска ответа на вопрос, почему ЭДС наводится только в том участке AB дополнительного витка W_B (рис. 2), который проходит в окне магнитной цепи, и не наводится во всех остальных участках этого витка?

ЭДС самоиндукции и взаимной индукции свидетельствуют о том, что ток, изменяясь в своем значении, наводит движущееся магнитное поле. Направления ЭДС самоиндукции и взаимной индукции позволяют определить, что при увеличении значения тока, текущего в прямолинейном проводнике, этот ток наводит магнитное поле, силовые линии которого, двигаясь, удаляются от поверхности проводника. При уменьшении значения тока, наводится магнитное поле, силовые линии которого движутся в сторону проводника.

Поверхностный эффект – это явление вытеснения высокочастотного тока к поверхности проводника, пропускающего этот ток. Поверхностный эффект указывает на то, что каждая силовая линия магнитного поля, наведенного током, значение которого увеличивается, зарождается в виде точки на продольной оси круглого прямолинейного проводника. Эта точка, расширяясь, превращается в окружность магнитной силовой линии, и диаметр этой окружности увеличивается одновременно с увеличением значения тока – это и является причиной удаления магнитной силовой линии от продольной оси проводника. При уменьшении значения тока диаметры окружностей магнитных силовых линий уменьшаются, поэтому окружности магнитных силовых линий поочередно уменьшаются до размеров точки, расположенной на продольной оси проводника. После превращения в точку магнитные силовые линии прекращают свое существование.

6. Магнитное поле, наведенное обмоткой возбуждения

Результаты обмера витка, охватывающего магнитную ветвь, свидетельствуют о том, что магнитные силовые линии пересекают только те участки витка, которые проходят в окне магнитопровода, но не пересекают боковых и наружных сторон витка, и этому явлению есть свое объяснение.

На рис. 10 изображено сечение вертикальной плоскостью трех витков w , которые охватывают участок замкнутой магнитной цепи MC и принадлежат трех витковой обмотке возбуждения. Направление тока, текущего в витках обмотки возбуждения, обозначено крестиками ($\times$) и точками ($\bullet$), расположенными в центрах поперечных сечений витков.

При нарастании тока, текущего в витках обмотки возбуждения, каждая наведенная током магнитная силовая линия зарождается в виде точки на продольной оси витка (в центрах поперечных сечений витков). Эти точки, расширяясь, превращаются в окружности, диаметры которых увеличиваются одновременно с увеличением значения тока.

Если увеличение тока началось с нулевого значения, то размеры **первых**, зародившихся в виде точек магнитных силовых линий, через некоторое время расширятся до размеров окружностей B_1 (рис. 10-а). Диаметры окружностей B_1 будут продолжать увеличиваться одновременно с увеличением значения тока.

После появления первых магнитных силовых линий B_1 , на продольной оси витков будут зарождаться в виде точек следующие магнитные силовые линии, которые, расширяясь, через некоторое время займут места окружностей B_2 (рис. 10-б). К этому времени окружности B_1 (рис. 10-а), увеличиваясь в диаметре, сольются в единые контуры B_1 (рис. 10-б), которые охватывают все три витка w .

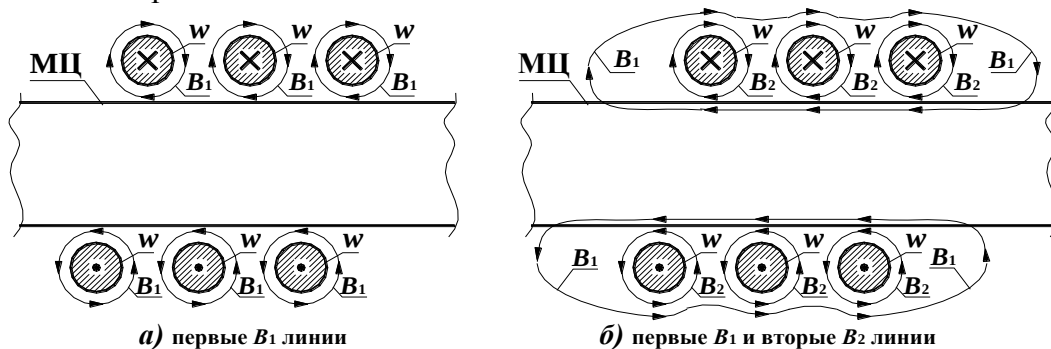


Рис. 10. Преобразование магнитных силовых линий

Пока значение тока увеличивается, до тех пор будут появляться новые магнитные силовые линии, которые вытесняют от продольной оси витков ранее появившиеся магнитные силовые линии, так проявляют себя магнитные силы поперечного расширения.

На рис. 10 показан отрезок магнитной цепи, а вся эта замкнутая магнитная цепь и навитые на нее три витка обмотки возбуждения изображены на рис 11.

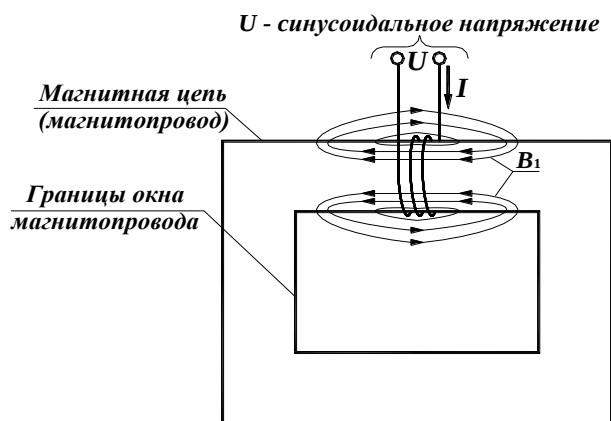


Рис. 11. Движение магнитных силовых линий

Магнитные потоки замыкаются по пути наименьшего магнитного сопротивления, а значение магнитного сопротивления среды обратно пропорционально магнитной проницаемости μ этой среды. Следовательно, чем больше значение магнитной проницаемости среды, тем меньше значение магнитного сопротивления.

Магнитная проницаемость воздуха немногим более единицы $\mu = 1,000038$, а проницаемость ферромагнитных материалов, из которых изготавливают магнитные цепи, составляет, как правило, несколько сот единиц, а может достигать до нескольких тысяч единиц.

Дальнейшее знакомство с процессом преобразования магнитных силовых линий будем проводить, рассматривая контур всего одной магнитной силовой линии B_1 (рис. 12).

Участок контура B_1 , ограниченный точками a, b (рис. 12) проходит внутри магнитной цепи, а участок этого контура, обозначенный точками c, d, e , находится в воздухе (в окне магнитопровода).

Контур B_1 увеличивает свою протяженность (расширяется) одновременно с увеличением значения тока I , поэтому будет увеличиваться и протяженность участка контура, проходящего в воздухе, а вместе с тем будет увеличиваться и магнитное сопротивление контура B_1 (рис. 12). При некотором значении тока I , размеры контура B_1 увеличатся настолько, что магнитное

сопротивление этого контура превысит сопротивление *условного* контура B_M , который на всем своем протяжении располагается в объеме магнитной цепи. В этом случае контур B_1 устремится на линию наименьшего магнитного сопротивления и переместится на место условного контура B_M , который охватывает всю протяженность магнитной цепи.

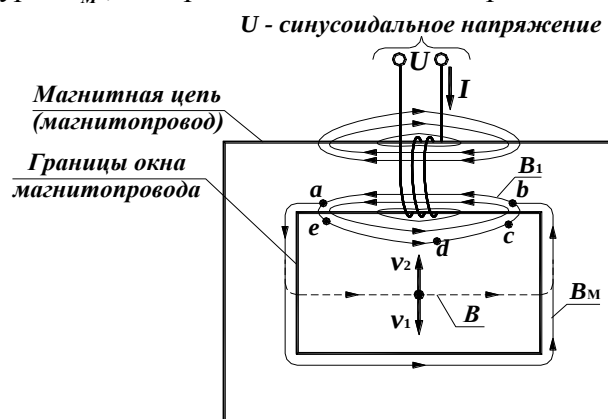


Рис. 12. Движение магнитных силовых линий

Существуют только вихревые магнитные поля, силовые линии которых всегда образуют замкнутые (неразрывные) контуры. И в процессе расширения контура B_1 до размеров условного контура B_M , этот контур B_1 сохраняет свою целостность. Следовательно, в контуре B_1 появится участок B (пунктирная линия B , рис. 12), который, перемещаясь в окне магнитной цепи в направлении вектора v_1 , пересекает все точки, находящиеся в окне магнитопровода. Такое движение участка B способствует сохранению целостности (неразрывности) контура B_1 и преобразованию этого контура в контур B_M .

При увеличении значения тока I , увеличивается количество магнитных силовых линий, которые замыкаются внутри магнитной цепи и охватывают всю протяженность этой цепи. Появление каждой такой линии происходит в процессе движения участка B и пересечением этим участком всех точек, находящихся в окне магнитной цепи.

Через произвольное количество точек, произвольно расположенных в окне магнитной цепи, можно пропустить в это окно проводники. При увеличении значения тока I , текущего в обмотке возбуждения, будет увеличиваться количество магнитных силовых линий, замыкающихся в объеме магнитной цепи. Появление каждой такой линии будет сопровождаться пересечением движущимися участками B всех проводников, пропущенных в окно магнитной цепи. В результате такого пересечения в проводниках, пропущенных в окно магнитной цепи, будет наводиться ЭДС, и будет наводиться такая ЭДС только на тех участках проводников, которые находятся в окне магнитопровода.

При уменьшении значения тока происходят обратные преобразования контуров магнитных силовых линий – контуры B_M преобразуются в контуры B_1 (рис. 12). В процессе таких преобразований участки B магнитных силовых линий, двигаясь в окне магнитной цепи в направлении вектора v_2 , пересекают все проводники, находящиеся в окне магнитной цепи.

Следовательно, при любых изменениях тока I , текущего в витках обмотки возбуждения, во всех проводниках, проходящих в окне магнитной цепи, наводится ЭДС и эта ЭДС *наводится в результате пересечения проводников движущимися магнитными силовыми линиями и только на тех участках проводников, которые находятся в окне магнитопровода*. Это согласуется с результатами обмера витка W_B , изображенного на рис. 2.

На рис. 11 изображены только две замкнутые магнитные силовые линии B_1 , которые первыми образовались, после появления тока I . Но такие замкнутые линии появляются не только сверху и снизу магнитной цепи, как это можно изобразить на плоском рисунке. Эти линии появляются вокруг участка магнитной цепи, располагаясь со всех его сторон – снизу, сверху и с обеих боковых сторон магнитной цепи, и с каждой стороны появляется по несколько магнитных силовых линий.

Мы познакомились с тем, как контур B_1 одной магнитной силовой линии, расширяясь, перемещается на место условного контура B_M (рис. 12). Но нам необходимо выяснить и то, как перемещаются в объем магнитной цепи, все контуры, включая и те, что изначально располагаются сверху и с обеих боковых сторон магнитной цепи.

На рис. 13-а изображен соленоид и симметричное относительно его продольной оси sn магнитное поле, которое наведено постоянным током I , текущим в витках соленоида. При изгибе соленоида (рис. 13-б) магнитные силовые линии, подчиняясь действию сил продольного натяжения и сил поперечного расширения, смещаются в сторону центра дуги изгиба.

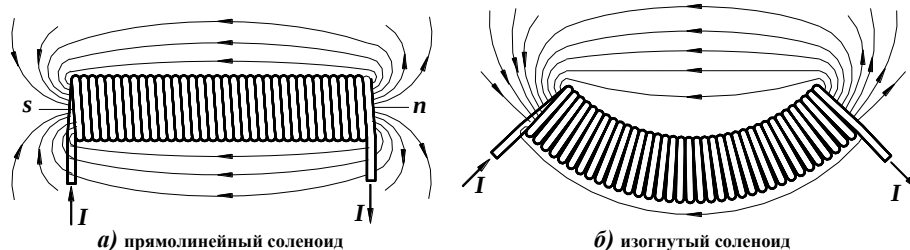


Рис. 13. Магнитное поле наведенное током I , текущим в витках соленоида

Внутри витков соленоида магнитные силовые линии направлены от южного полюса s , к северному полюсу n , (рис. 13-а) а в окружающем соленоид пространстве магнитные силовые линии направлены от северного к южному полюсу. Следовательно, магнитные силовые линии, которые находятся снаружи витков соленоида, соскальзывая в сторону центра дуги изгиба, не могут попадать внутрь витков соленоида потому, что пространство внутри витков занято противоположно направленными магнитными силовыми линиями. Следовательно, магнитные силовые линии, соскальзывающие в сторону центра дуги изгиба, не могут пресекать витки соленоида. Подобные процессы происходят и при увеличении значения тока I (рис. 12), текущего в витках обмотки возбуждения.

Контуры магнитных силовых линий B_1 , изначально проходящие и в объеме магнитной цепи (участок a, b , рис. 12), и в окне магнитной цепи (участок c, d, e), расширяясь, перемещаются в объем магнитопровода, где растягиваются вдоль всей протяженности этого магнитопровода. На место линий B_1 , переместившихся в объем магнитопровода, смещаются линии, которые изначально находились с боковых сторон магнитной цепи, а линии, находившиеся ранее с верхней стороны, перемещаются на боковые стороны. Эти перемещения магнитных силовых линий подобны перестроениям магнитных силовых линий при изгибе соленоида и происходят такие перестроения, под действием продольных и поперечных магнитных сил и без пересечения витков обмотки возбуждения магнитными силовыми линиями.

Витки самой обмотки возбуждения пересекаются всеми магнитными силовыми линиями, когда эти линии, зарождаясь в виде точек на продольной оси витков, превращаются в окружности, диаметры которых непрерывно увеличиваются.

7. Магнитное поле, наведенное скрытыми токами

Электрический ток, текущий в витках обмотки возбуждения, наводит магнитное поле, но намного большее по своей интенсивности магнитное поле наводят **скрытые токи**, которые текут в материале магнитной цепи.

Любой движущийся электрический заряд наводит магнитное поле. Электроны, содержащиеся в любом веществе, находятся в состоянии непрерывного движения. Такие движения электронов, по сути своей, являются текущими в веществе электрическими токами, которые называются скрытыми токами.

Каждый движущийся электрический заряд, в том числе и движущийся электрон, наводит магнитное поле, поэтому в объеме любого вещества содержится огромное количество миниатюрных магнитов, которые называются магнитными диполями или магнетонами.

Пока материал магнитной цепи находится в размагниченном состоянии, магнетоны имеют такую разнонаправленную ориентацию, что значение магнитной индукции внутри

ферромагнитного материала равно нулю.

При увеличении значения тока, текущего в обмотке возбуждения, происходит намагничивание материала магнитопровода. В процессе намагничивания магнитопровода магнетоны изменяют свою ориентацию, в результате чего внутри магнитопровода появляется дополнительное магнитное поле, силовые линии которого замкнуты сами на себя и охватывают всю протяженность магнитной цепи. Следовательно, в процессе намагничивания из множества миниатюрных магнитов-магнетонов создается один большой магнит, а при достижении состояния магнитного насыщения вся магнитная цепь превращается в один большой магнит.

При намагничивании магнитной цепи магнетоны изменяют свою ориентацию, но они не покидают объема магнитной цепи. Если магнетоны не покидают объем магнитной цепи, то **участки магнитных силовых линий, принадлежащих магнетонам, должны покидать объем магнитопровода, а затем, переместившись в окне магнитопровода, снова возвращаться в объем магнитопровода.** Только при соблюдении этого условия из маленьких контуров магнитных силовых линий, принадлежащих магнетонам и замыкающихся в ограниченных областях магнитной цепи, могут сформироваться магнитные силовые линии, контуры которых охватывают всю протяженность магнитной цепи. Следовательно, процессы намагничивания ферромагнитного материала, из которого изготавливается магнитная цепь, подобны процессам увеличения тока, текущего в обмотке возбуждения, иллюстрацией которым является рис. 12.

Заключение

В настоящей статье приведены доказательства того, что:

1. Вихревые электрические поля в природе не встречаются, существуют только потенциальные электрические поля.
2. ЭДС в проводнике наводится только в процессе относительного движения проводника и магнитного поля.
3. Изменения значения магнитной индукции – это результат движения магнитных силовых линий.

Все эти доказательства настолько противоречат теории электромагнитного поля, что если учитывать эти доказательства, то существующую теорию электромагнитного поля придется признать безнадежно устаревшей, а это приведет к необходимости разработки новой теории электромагнитного поля. Теория электромагнитного поля плотно взаимоувязана с теорией относительности (ТО), у которой столь хлипкое основание – второй постулат Эйнштейна, что любое прикосновение к теории электромагнитного поля, а соответственно и к ТО вызовет ее обрушение, подобное тому, как рушатся и рассыпаются свисающие с крыш ледяные сосульки.

Существует целое сообщество заинтересованных околонуточных персонажей, противодействующих установлению истины – это сторонники ТО, которые, заручившись поддержкой влиятельных политических и финансовых воротил, заняли в науке ведущие административные должности и они не приемлют ничего того, что вступает в противоречие с ТО. И настоящая статья ни то, что не заинтересует официальную науку, официальная наука просто не заметит этой статьи, даже если ее текст будет прямо перед глазами у так называемой официальной науки. Да и создавалась настоящая статья не для официальной науки, а для внесения хотя бы незначительной толики в дело разрушения этой самой ТО и для того, что бы показать, столь вредна для науки ТО. В том, что ТО рухнет, не может быть сомнения. Без изгнания ТО из науки, невозможен дальнейший научный прогресс.

После разрушения химеры, названной теорией относительности, наука в течение кратчайшего времени преобразуется и воспрянет, будет сделано множество полезных изобретений и громких научных открытий!

Более полную информацию о затронутых в настоящей статье вопросах можно найти на сайте: <http://sites.google.com/site/nikolanech/>.