

УДК: 537.6/.8; 615.844

Карякин А.В.

*Инженер-энергетик, ОГЭ,
АО «Черномортранснефть»*

Карякина И.В.

*Начальник правового отдела,
Георгиевский региональный колледж «Интеграл»*

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЧИНЫ ПОЯВЛЕНИЯ ТОКА В ПРОВОДНИКЕ ПРИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ИНДУКЦИИ

Рассматривается магнитный момент электрона и его взаимодействие с магнитными микротоками. Исследуется стационарное и динамическое магнитное поле и влияния на элементарные частицы. Определяются наиболее оптимальные параметры потоков для получения максимального индукционного тока. Рассматривается кинетическое взаимодействие электрона и динамической опосредованной магнитной среды. Устанавливается сила, сдвигающая электрон из межатомного пространства.

Ключевые слова: электромагнитное поле, силовые линии, индукция, проводник с током, магнитные микротоки, движение частиц.

Alexander Carryking

JSC Chernomortransneft

Irina Carryaking

College "Integral"

INVESTIGATION OF THE CAUSE OF THE APPEARANCE OF CURRENT IN A CONDUCTOR DURING ELECTROMAGNETIC INDUCTION

The magnetic moment of an electron and its interaction with magnetic microflows are considered. Stationary and dynamic magnetic fields and their effects on elementary particles are investigated. The most optimal flow parameters are determined to obtain the maximum induction current. The kinetic interaction of an electron and a dynamic mediated magnetic medium is considered. The force shifting the electron from the interatomic space is established.

Keywords: electromagnetic field, lines of force, induction, conductor with current, magnetic micro-flows, particle motion.

Английский ученый экспериментатор Фарадей не просто в своих опытах обнаружил новое явление, но и открыл закон этого явления – закон электромагнитной индукции [0]. Индукция – от латинского induction-наведение. Сила индукционного (наведенного) тока в опытах Фарадея оказывалась тем больше, чем быстрее менялся магнитный поток через контур. Опыты ученого Фарадея делят на три группы: получение индукционного тока при погружении или извлечения магнита из катушки с проводником; получение во вторичной катушке индукционного тока, если в первичной меняются параметры электротока; явление индукции, если перемещается катушка, а не магнит. Ученый выяснил, что контурах проводника, электроток появляется лишь, когда на проволоку воздействует изменяемое магнитное поле. Для формулировки закона Фарадей придумал свой собственный язык, где главным стало понятие силовых линий. Выражение Фарадея «магнитное поле» означало просто область пространства, где действуют магнитные силы. Считается, что поле – это особая форма материи, принципиально отличная от вещества. Тем не менее с объяснением того, в чем заключается эта «особость» возникают серьезные трудности. Фарадей считал этот вопрос открытым: «Каково это состояние и от чего оно зависит, мы сейчас не можем сказать...». Ученые долгое время

пытались объяснить электромагнитное поле при помощи различных механических моделей, но потом оставили эту затею и сочли, что физический смысл имеет лишь описывающая поле система знаменитых уравнений Максвелла [2]. Математические формулы Максвелла, либо правило правой руки, закон Лоренца лишь формализуют известное направление сил, присваивают им значения. Означает ли сказанное, что мы должны полностью отказаться от попыток понять, что такое электромагнитное пространство?

Как известно основная задача физики – выявить и объяснить законы природы, которыми определяются физические явления. Широкое применение электромагнитной индукции в технике при конструировании трансформаторов, электродвигателей, генераторов требует глубокого изучения и понимания природы индукции для их усовершенствования и повышения энергоэффективности.

Гипотеза: Явление возникновения электрического тока вызвано кинетическим взаимодействием магнитного потока и упорядоченными электронами в проводнике.

Тема исследования: представить причину изменения ориентации электронов и их кинетическое взаимодействие с магнитной средой.

Допустим силовая линия магнитного поля является вращающимся магнитным микро-поток (ММ-поток) упругих магнитных частиц (МЧ) [3]. В этом случае силовая линия рассматривается как сложная динамическая система, формирующая двунаправленный поток от полюсов магнита. Заметим, что соседние ММ-потoki, вращающиеся в одном направлении, от многочисленных упругих соударений МЧ постоянно отталкиваются. Таким образом форма простого постоянного магнита — это уравновешенная система между расталкиванием ММ-потокoв, рис.1. Отдельный постоянный магнит содержит постоянное количество ММ-

потоков. Часть ММ-потоков сцеплены между собой. По Фарадею, линии показывают направление магнитной силы, а густота линий – величину этой силы.

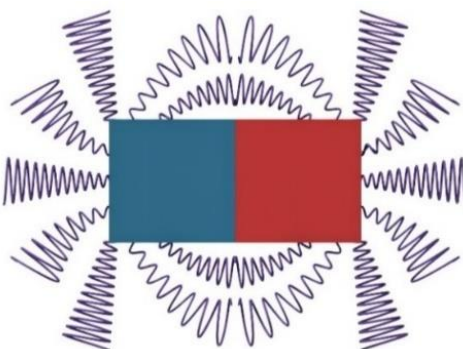


Рис.1 Магнитные потоки магнита

В нашем исследовании ММ-потоки также как и силовые линии показывают направление силы, а величину силы показывает размер потока, рис.2.

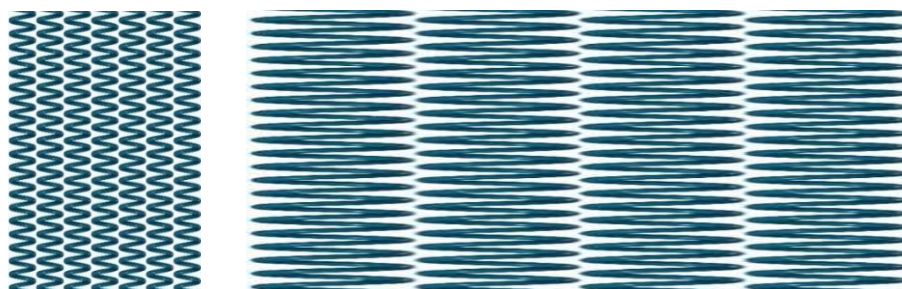


Рис.2 Однородные магнитные потоки (сильные и слабые)

Отдельный ММ-поток формируется отдельным микроисточником, поэтому чем больше таких параллельных источников, тем плотнее потоки. От мощного магнита потоки расходятся в пространстве дальше, чем от слабого. Кинетические потоки, удаляясь от магнита увеличиваются в ширине, плотность потоков снижается, снижается и напряженность магнитного поля.

Считается, что однородное магнитное поле – это поле, в любой точке которого сила действия на магнитную стрелку одинаково по модулю и направлению. Вектор магнитной индукции B характеризует

результатирующее магнитное поле, создаваемое всеми макро- и микротоками [4].

Рассмотрим влияние однородного магнитного поля на электрон. Допустим, что фундаментальная частица электрон представляет собой магнит с известным магнитным моментом $-9,2 \cdot 10^{-24}$ Дж\Тл. Электрон, аналогично магнитной стрелке упорядочивается в магнитном поле, вернее в магнитных потоках. Инерция электронов крайне мала [5]. Кинетическое влияние ММ-потоков, выражается в развороте электрона в зависимости от направления магнитных линий, рис.3.

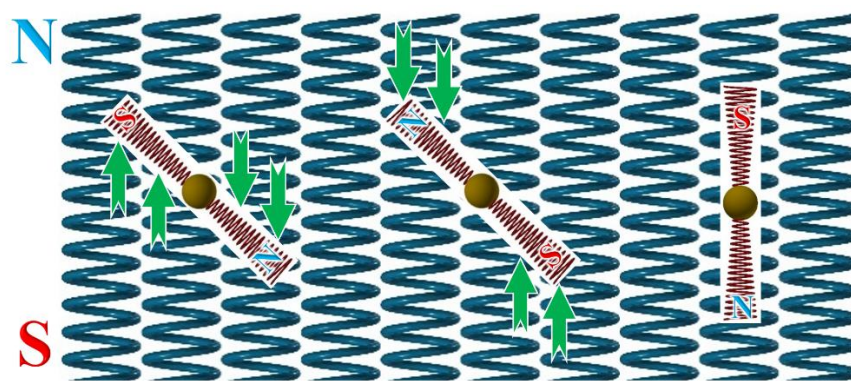


Рис 3. Направления магнитных моментов, действующих на электрон

Определенно, внешнее магнитное поле сильнее собственных магнитных полей элементарных частиц. В результате попадающие во внешнее магнитное поле любые электроны после короткого переходного периода будут переориентированы в соответствии с вектором напряженности большего поля. В нашем случае с направлением ММ-потоков. Изменяется только ориентация электрона в пространстве (спин). Любой движущийся или неподвижный электрон вынужденно становится ориентированным противоположно вектору магнитной индукции подобно стрелки компаса. В результате ось вращения электрона совпадает с направлением магнитного потока. Все свободные электроны в проводнике при воздействии магнитного поля ориентируются по направлению магнитных потоков, рис.4.

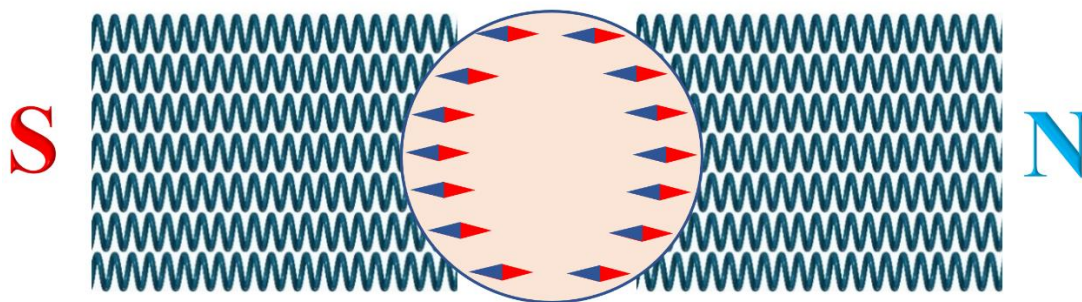


Рис.4 Вынужденная магнитными потоками ориентация электронов в проводнике

Таким образом визуализируются магнитные потоки однородного поля, пересекающие проводник перпендикулярно. На данном этапе вынужденного перемещения или сдвига электрона от магнитных потоков не происходит, ток индукции не возникает. Как видно, однородное или неоднородное магнитное поле не приводит к появлению движения электронов. Другими словами, постоянный магнит неподвижный относительно проводника не формирует ток индукции в проводнике.

Рассмотрим поведение электрона при смещении магнитных потоков. Как известно, на электроны действует сила Лоренца и направление движения электронов определяется мнемоническими правилами [6]. Заметим, что в проводнике направление электронов ограничено объемом проводника. Магнитные потоки под разным углом к проводнику оказывают различное смещение электрона. Электрон в магнитных потоках параллельных проводнику зажат размерами сечения, поэтому ток индукции равен нулю, рис.5. Максимальный ток индукции возможен, если угол между магнитными потоками и проводником равен 90° . Представленный в известной формуле как $\sin 90^\circ$.

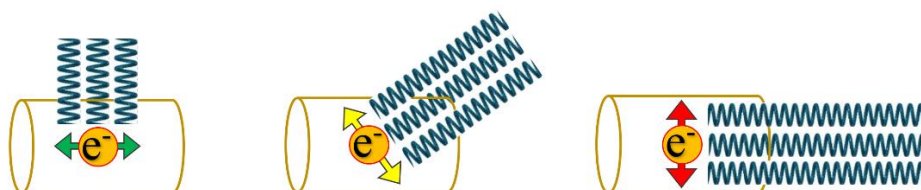


Рис. 5 Вероятное направление движения электрона

На основании изложенного делается вывод, что для достижения максимального тока индукции необходимо применять широкое однородное магнитное поле с направленными магнитными потоками перпендикулярно проводнику. Любые отклонения от перпендикулярности или искривление потоков неоднородного поля уменьшают ток индукции.

Заметим, что до этого в исследовании рассматривались стационарные магнитные потоки, неподвижные относительно проводника. Рассмотрим динамические магнитные потоки относительно проводника и ориентированных электронов в проводнике. Динамическими магнитные потоки становятся при движении постоянного магнита или движения самого проводника, относительно магнита, или изменения тока во вторичной катушке.

Допустим, электрон как частица имеет внешнюю оболочку, вращающуюся вокруг центра. Относительно северного полюса вращение электрона всегда правостороннее. Так как ось вращения электрона совпадает с направлением потока, то его плоскость экватора всегда перпендикулярна потоку. Угловая скорость электрона неизвестна, но определенно линейная скорость вращения электрона вокруг своей оси максимальна именно в плоскости экватора.

Допустим, свободные электроны располагаются в пространстве между атомами и их положение относительно стабильно. Смещающиеся внешние магнитные потоки взаимодействуют с электронами в области экватора. Аналогично движущийся электрон взаимодействует с потоками стационарного магнитного поля только в области своего экватора.

Упростим представление взаимодействия, рассмотрим магнитные вращающиеся потоки в виде опосредованной вязкоупругой среды для электронов. Вращение тел при движении в атмосфере существенным образом влияет на траекторию движения — это хорошо известно футболистам, волейболистам, теннисистам. В данном случае магнитная

вязкоупругая среда отличается от молекулярного воздуха, где образуются завихрения, отклоняющие мяч. Во-первых, вязкоупругая магнитная среда состоит из меньших частиц, чем молекулы. Во-вторых, магнитные частицы упорядочены в динамические потоки, поэтому эффект Магнуса к магнитной среде не применим. Вязкоупругая среда представляет значительное сопротивление для движения заряженных частиц типа протона, позитрона, электрона. Сопротивление магнитной среды оценивается по спиральным трекам частиц в сильном магнитном поле. При движении через вязкоупругую среду электрон вращается и отклоняется в сторону. Как известно при отсутствии магнитного поля трек частиц прямой.

При движении взаимодействие ориентированной частицы происходит боковой поверхностью. Учитывая, что направление спина относительно магнитной среды определено, то смещение электрона происходит в правую сторону относительно движения электрона и магнитных потоков. Кинетическое взаимодействие электрона и динамической опосредованной магнитной среды происходит на максимальной экваториальной скорости. В данном случае электроны подобны вращающимся колесам, которые сцепляясь со средой придают автомобилю ускорение. И чем сильнее сцепление с грунтом, тем больше боковое ускорение машины. Таким образом, только направление вращения колеса-электрона определяет направление смещения. Закручивающийся трек частицы позволяет утверждать о постепенном уменьшении кинетической энергии движущейся частицы в вязкоупругой среде.

В результате вынужденных столкновений с потоками ориентированный электрон смещается из стационарного межатомного пространства. Одновременно вынуждено смещаются миллиарды электронов в одном направлении. В проводнике формируется единый поток из ориентированных электронов, который проявляется и регистрируется как индукционный ток.

Использованные источники:

1. Бессонов Л. А. Теоретические основы электротехники. Электромагнитное поле: учебник для бакалавров. 11-е изд. М.: Издательство Юрайт. 2016. 317 с.
2. Р. Фейнман, Р. Лейтон, М. Сэндс. Фейнмановские лекции по физике. Электричество и магнетизм. М.: Издательство АСТ. 2021. 304 с.
3. Карякин А.А., Карякин А.В., Карякина И.В. Кинетическая природа магнитных линий. Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2021. № 10. с. 100-105.
4. Полицинский Е.В. Лекции по физике. Часть 1. Учебное пособие. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. 324 с.
5. Элементарный учебник физики. Учеб. пособие в 3 т. Т.3. Колебания и волны. Оптика. Атомная и ядерная физика / Под ред. Г.С. Ландсберга, ФИЗМАЛИТ. 2021. 664с.
6. Физика: дойти до самой сути! Настольная книга для углубленного изучения физики в средней школе. Электромагнетизм: Учебное пособие / Науч. ред. Н. С. Алексеева. М.: ЛЕНАНД, 2017. 240 с.