

Кинетические явления, обусловленные электростатической индукцией

Как известно, электростатическая индукция — это явление наведения собственного электростатического поля, при действии на тело внешнего электрического поля. Явление обусловлено перераспределением зарядов внутри проводящих тел (а также поляризацией внутренних микроструктур у непроводящих тел). Однако, в процессе экспериментального изучения некоторых колебательных систем (типа резонаторов и вибраторов) пришлось столкнуться с такими явлениями, о которых обычно не говорят и не пишут. Как раз их мы имеем в виду, когда говорим о кинетических явлениях, обусловленных электростатической индукцией.

В 1945 г. Пейдж и Адамс в своей работе [1] подробно рассмотрели задачу взаимодействия двух зарядов, движущихся с малыми (по сравнению со световой) скоростями, в частности нашли магнитные силы, с которыми заряды действуют друг на друга. В общем случае магнитные силы Лоренца не уравниваются друг друга и не компенсируются электрическими силами, благодаря чему замкнутая, по современным понятиям, система двух частиц (а значит и любого числа частиц) имеет отличную от нуля равнодействующую, вследствие чего не может сохранять постоянной скорость центра инерции, вопреки закону сохранения импульса. Ради спасения этого фундаментального закона природы, в наше время любому электромагнитному полю (даже статическому, не говоря уже о квазистационарном) приписывают так называемый «импульс электромагнитного поля», определяемый интегральным произведением электрического и магнитного полей системы. Однако на проверку выходит так, что этот (полевой импульс) чисто фиктивное понятие по той простой причине, что не устраняет несохранение скорости центра инерции замкнутой системы материальных частиц.

Следует отметить, что вышеизложенная информация неявно содержится в § 65 «Теории поля» Ландау и Лифшица [8]. Чтобы сделать её явной достаточно решить функцию Лагранжа 65,7, впервые полученную Чарлзом Дарвином (внуком всемирно известного Чарлза Дарвина) [10], хотя бы для двух частиц (что доступно любому знакомому с классической электродинамикой студенту физики). Готовое решение можно посмотреть, например, у Александра Холмечского [9] и убедиться в том, что изолированная система двух (а значит и любого числа) движущихся заряженных частиц не сохраняет постоянную скорость движения центра инерции. Наглядный пример для двух частиц можно посмотреть в учебнике по электродинамике Ричарда Фейнмана [11].

Если бы авторы [8] учли это обстоятельство, то они воздержались бы от ложного решения задачи 1 в конце этого параграфа (определить центр инерции взаимодействующих частиц) и от ложного вывода, согласно которому замкнутая система, состоящая из частиц, у которых отношение зарядов к массе одинаково, не может излучать дипольно, потому что, по мнению авторов [8], центр инерции такой системы движется с нулевым ускорением, т. е. с постоянной скоростью. Достаточно было при рассмотрении этих вопросов привлечь к решению Лагранжиан (65,7) или хотя бы потенциалы Дарвина (65,6) (которые авторы выводят своим отличным от дарвинского способом, хотя и не используют на практике), чтобы увидеть, что центр инерции меняет скорость своего движения (т. е. имеет ненулевое ускорение). Аналогичная ошибка совершается и в других параграфах ссылаемой книги [8] и вообще, во всей классической электродинамике нашего времени, что свидетельствует о драматизме этой науки.¹⁾ Следует заострить внимание на том, что ни дарвинская функция Лагранжа, ни соответствующие ему уравнения движения частиц не содержат упомянутого выше «полевого импульса», что указывает на неспособность этого импульса как-то влиять на непостоянство скорости центра инерции движущихся заряженных частиц. Тем самым нарушается закон сохранения импульса системы частиц, что неизбежно влечёт за собой также и нарушение закона сохранения энергии, о чём подробно говорится в статьях моего сайта <http://tts.lt/~nara/>, в популярной форме здесь <http://tts.lt/~nara/ruspopul.htm> и даётся непротиворечивое решение, снимающее всё неувязки.²⁾ Дело только за экспериментальным подтверждением, после которого откроются неограниченные перспективы в знаниях и технологиях.

Таким образом, современная ортодоксальная классическая электродинамика не удовлетворяет основным законам сохранения (и сама пока ещё об этом не знает), что в частности обусловлено отсутствием должного внимания к лагранжиану и потенциалам Дарвина, играющим, наряду с уравнениями Максвелла, не менее важную роль в классической электродинамике, чем законы Ньютона в классической механике.

До сих пор мы говорили о движении свободных заряженных частиц. Что будет, если один из зарядов, например, q_1 (см. Рис. 1 справа) окружить тонкой сферической **неподвижной** оболочкой из немагнитного металла,. Радиус сферы будем считать малым, по сравнению с расстоянием между зарядами, $R \ll r$. Тогда на поверхности сферы появится индуцированный заряд противоположного знака q_2' , величину которого можно найти известным методом изображений. При перемещении заряда q_2 одновременно по поверхности сферы будет перемещаться и индуцированный на ней заряд со скоростью в r/R раз меньшей v_2 (сравниваются компоненты скорости, перпендикулярные \mathbf{r}), который будет создавать магнитное поле, компенсирующее исходное (обусловленное движением заряда q_2). С другой стороны, магнитное поле заряда q_1 будет действовать на индуцированный на оболочке заряд с такой же по величине силой, с которой оно действует на заряд q_2 , но противоположной по направлению,

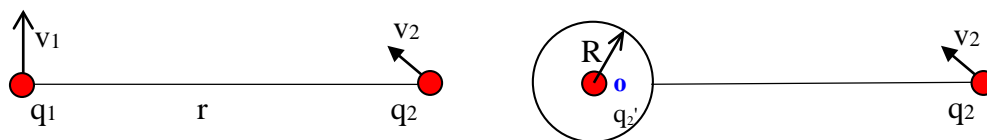


Рис. 1 Слева – два заряда q_1 и q_2 , движущиеся со скоростями v_1 и v_2 на расстоянии r друг от друга. Справа – то же самое, но заряд q_1 окружён металлической сферой радиуса R , q_2' – фиктивный заряд внутри сферы, изображающий заряд q_2 .

так что обе эти силы образуют крутящий момент, отсутствующий до введения оболочки.

Получается так, что после введения оболочки, во-первых, исчезает приложенная к заряду q_1 магнитная сила Лоренца (вследствие вышеупомянутой компенсации магнитного поля заряда магнитным полем индуцированного на оболочке заряда), во-вторых, появившаяся на оболочке сила Лоренца и сила Лоренца заряда q_2 полностью компенсируют друг друга, в-третьих, в системе частиц появляется вышеупомянутый крутящий момент. Таким образом, равнодействующая системы частиц после введения оболочки в любом случае обращается в нуль.

Почему не работают металлические резонаторы

Недавно я провел серию, так сказать, зрячих экспериментов с металлическими П-образными резонаторами. Я делал их из мягкой железной проволоки, которая в ходе эксперимента накалялась докрасна (медная такой же толщины от накала не краснеет). Затем я брал такую же проволоку, и пропуская через неё постоянный ток, добивался аналогичного красного каления. Принимая, что при одинаковом калении мощность, приходящаяся на единицу длины, одинакова как при постоянном токе, так и в СВЧ диапазоне, можно легко вычислить ток, проходящий через резонатор (с учётом скин-эффекта) и определить силу Ампера, от которой следует ожидать вполне определяемого имеющейся теорией эфиропорного эффекта. Так как ток получился около 20 А, то ожидаемый угол отклонения моих крутильные весов был более 1500° , что больше четырёх оборотов. Но ничего не вышло (кроме, как иногда, малых по сравнению с ожидаемыми случайных отклонений).

Надо сказать, что другие экспериментаторы, о которых мне известно, тоже ничего не добились от П-образных резонаторов. И не только от П-образных. Подготовленный очень

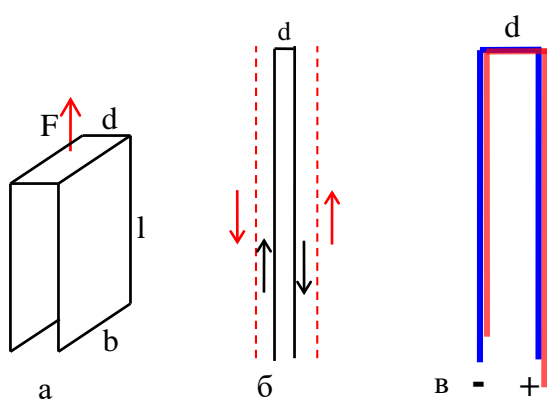


Рис. 2 - а – Типовой П-образный резонатор d, b, l – размеры, F – сила, б – Схема появления индуцированных зарядов, в – Одна из моделей идеального резонатора.

грамотно и проведённый на высоком аппаратурном и техническом уровне эксперимент других авторов с коаксиальным цилиндром тоже не дал никаких результатов, хотя ожидаемая сила была порядка 100 мГ, а чувствительность метода порядка 0,1 мГ.

Мешают упомянутые кинетические явления. Посмотрим, как это происходит на некоторых простых наглядных примерах.

На Рис. 2а изображён типовой резонатор из плоских металлических пластин. Согласно, расчётам (без учёта электростатической индукции) возбуждение электрических колебаний должно вызвать в нём силу

Ампера, действующую на горизонтальную пластину с текущим по ней током в магнитном поле, создаваемом боковыми пластинами, направленную как на рисунке. Её величина определяется по формуле:

$$F = \mu_0 I^2 \frac{d}{2b} \text{ или } F = \varepsilon_0 U^2 \frac{b}{2d}$$

μ_0 , ε_0 – магнитная и электрическая постоянные, I – максимальный ток, U – напряжение максимальное.

Если в нашем методе мы задаём напряжение, то чем уже резонатор, тем больше получается расчётная сила.

На рисунке 2б изображено поперечное сечение узкого П-образного резонатора. Максимальные напряжения, а значит и максимальные поверхностные заряды на пластинах, при работе резонатора будут на его концах в пучностях напряжения (снизу). Поверхностные заряды каждой из пластин будут индуцировать противоположные заряды на другой пластине. Эти фиктивные заряды, которые можно определить методом изображений, локализуются на плоскостях, отображённых на Рис. 2б пунктирными линиями. При работе резонатора движение реальных зарядов на пластинах будет вызывать движение также и индуцированных зарядов, которые создают индуцированные противоположные токи и соответствующие им индуцированные магнитные поля, реально компенсирующие как текущий через горизонтальную пластину ток, так и магнитное поле около этой пластины, а, следовательно, реально компенсирующую и силу Ампера.

Одна из моделей резонатора, лишённого эффекта возникновения индуцированных зарядов и токов и в этом смысле идеального, изображена на рисунке 2в. Два диэлектрических разноимённо заряженных шнура или две ленты вплотную прилегают друг к другу. Они образуют П-образную структуру и способны скользить относительно друг друга. На рисунке 2в красный шнурок совершает колебательные движения относительно неподвижного синего шнура, таким образом, создавая один и тот же ток в каждом сечении структуры. Сила тяги такого резонатора определялась бы по формуле, содержащей в правой части квадрат тока (см. выше), годящейся для всех типов П-образных структур (разумеется, без учета кинетических эффектов, если они есть). Формула, определяющая тягу через напряжение, была бы другой. Это даёт не как рекомендация для практической разработки, а для лучшего понимания сути дела, хотя возможно, что подобные структуры когда-нибудь создадут на уровне нано технологий или на молекулярном уровне. Не будем забывать, что всё вышеизложенное относится к «чистым» системам, содержащим резонаторы или вибраторы в вакууме или в воздухе.

Влияние диэлектрических прокладок или металлических экранов (охранных электродов) - вопрос ещё не изученный.

Сейчас интересно, какие реально перспективные направления существуют на сегодняшний день.

Пути изучения и разработки эфиропорности

Во-первых, – это то направление, с которого у меня всё начиналось. Речь идёт о силах, возникающих в магнитно-зарядовых системах, подробно описанных в статье <http://tts.lt/~nara/obosn/obosnovanie.htm> и в своих основах, поддержанных классиками. Более просто и популярно об этом говорится в статье <http://tts.lt/~nara/amper/neutron.html> и ещё проще здесь <http://tts.lt/~nara/ruspopul.htm>. Суть дела состоит в том, что на магнитный момент, помещённый в меняющееся со временем электрическое поле действует так называемая эфиропорная сила.

$$\mathbf{F} = \frac{1}{c} \mathbf{m} \times \dot{\mathbf{E}} \quad (1)$$

где \mathbf{F} – сила, \mathbf{m} – магнитный момент, $\dot{\mathbf{E}} = d\mathbf{E}/dt$ – скорость изменения электрического поля внутри магнитного момента.

Точнее говоря эта сила есть равнодействующая системы, содержащей как магнитный момент, так и заряды, создающие электрическое поле, замкнутой по современным понятиям системы. Магнитный момент может принадлежать как отдельной частице вещества, так и элементу объёма внутри магнетика. Согласно приведённой формуле необходимо, чтобы электрическое поле проникало внутрь магнитного момента, откуда следует, что магнитное вещество должно быть непременно диэлектрическим. Таким образом, магнитно-зарядовым системам не угрожают те индуцированные электрические заряды и токи, которые уничтожают эфиропорные силы в токо-зарядовых системах типа рассмотренных выше резонаторов.

Сила по формуле (1) по процедуре вывода легко может быть получена как суперпозиция магнитных сил Лоренца, действующих друг на друга движущихся зарядов или элементов тока, последнее даёт право называть её силой Ампера. Это обстоятельство делает бессодержательной и бессмысленной известную гипотезу так называемого «скрытого импульса, *hidden momentum*» разработанную американскими и европейскими физиками в середине XX века, не приложимую ни к движущимся зарядам, ни к элементам тока.

При синфазном изменении электрического поля и магнитного момента (сделанного из диэлектрического магнитного материала) и при учёте магнитодинамической силы система (как мы помним, замкнутая) станет способной совершить однонаправленное инфинитное движение, принуждаемое однонаправленной равнодействующей силой. Без учёта магнитодинамической силы, система (вместе с её центром масс) будет совершать колебательное движение, что не менее парадоксально и необычно, чем поступательное движение, потому что также влечёт за собой необходимость признания эфиропорной силы, спасающей от нарушения основных законов сохранения (импульса, энергии, момента импульса).

Магнитодинамическая сила теоретически обоснована с помощью потенциалов Дарвина в 1968 г [6], одним из первых о ней писали Эйнштейн и Лауб в 1908 г [7]. Если бы её не было, то в любом случае (как диэлектрического, так и металлического магнитных моментов) система совершала бы только колебательное движение (при синфазном возбуждении).

Магнитодинамическая сила обоснована автором также другими способами см. ссылки

<http://tts.lt/~nara/paradox/parad.htm>

<http://tts.lt/~nara/obosn/obosnovanie.htm>

Вращающий момент в магнитно-зарядовых системах предсказали Тамм [2] и Фейнман [3]. И, наконец, самое главное - первое и единственное в мире экспериментальное проявление этого вращающего момента зарегистрировали Грэхем и Лахоз ещё в 1980 г. [4]

см. <http://tts.lt/~nara/history/nature.html>. За это время техника далеко шагнула вперёд – появились такие «крутые» магнитные материалы ВЧ и СВЧ диапазонов, которые смогли бы обеспечить наблюдение не только крутящего момента, но и поступательного движения. Вышеизложенное было «во-первых».

Во-вторых – следующим направлением исследования эфиропорности можно назвать антенные эффекты, подробно описанные в статьях

<http://tts.lt/~nara/antenna/antenna.htm>

<http://tts.lt/~nara/galileo/galileo.htm>

Во второй статье эти эффекты даются в приложении. Здесь взаимодействуют две прямые антенны, излучающая и приёмная, разнесённые на такое расстояние, чтобы исключить помехи ближней зоны, спадающие с расстоянием по законам $1/R^3$ и $1/R^2$, в отличие от волнового излучения, спадающего по закону $1/R$. Возможно, это один из самых лёгких путей. Здесь такая особенность. Две одновременно работающие антенны испытывают действие равных по величине противоположных по направлению сил притяжения или отталкивания в зависимости от расстояния между ними (а, следовательно, от фаз). Достаточно зарегистрировать эту силу, хотя бы на одной антенне, и задача решена, потому что чисто технически, путём модуляции одна из антенн как бы изолируется от воздействия другой, так что получается система с однонаправленной силой. Это только один из способов, есть и другие, не требующие модуляции.

В-третьих – эффект Садовского. Если определённым образом поляризованная волна, после того, как она прошла через вещественную систему, изменила характер своей поляризации, то вещественная система приобретает момент импульса, т. е. начинает вращаться. Этот эффект, будучи обратно пропорциональным частоте, очень мал в оптике и на несколько порядков сильнее в диапазоне радиочастот. Тем не менее, в оптике он неоднократно наблюдался на опыте. В радиодиапазоне, на сантиметровых волнах, пока известен только один эксперимент с положительным результатом [5]. Каррада «ловил» эффект проволочными решётками. Существующее объяснение эффекта Садовского совершенно несостоятельное. Приписывание волне момента импульса – просто нонсенс. См. начало статьи <http://tts.lt/~nara/galileo/galileo.htm>. На самом деле это пока ещё никем не осознанное эфиропорное вращение. Стоит только получить наблюдаемое вращение, как всё прояснится. В случае эфиропорности прошедшая волна не изменит своих энергетических характеристик, ей будет всё равно стоит система или вращается. Ведь энергия для вращения будет черпаться из эфира. Если же это не эфиропорное вращение, то энергия будет отниматься от волны, что не сможет остаться незамеченным. Вот почему этот эксперимент, если он получится, будет обладать особым статусом важности.

Думаю, что список вариантов этим не ограничивается, из-за ещё далеко не полной изученности вопроса.

¹⁾ *Зададим себе вопрос о теории, в которой разные правильные, в том смысле, что согласуются с её принципами, посылки ведут к противоречивым, отрицающим друг друга выводам, как приведённые выше примеры решений по методам Ландау - Лифшица и Дарвина, ведь упомянутые авторы пользовались одинаковыми понятиями об основных законах сохранения при получении своих результатов. Ответ таков, что сама эта теория (в нашем случае классическая электродинамика) внутренне противоречива, в силу чего требует кардинального переосмысления и коренной перестройки своих основ. На не сохранение постоянства скорости центра инерции замкнутых (по общепринятым представлениям) систем движущихся относительно друг друга заряженных частиц обратили внимание другие авторы в более поздние времена, решая задачи, требующие привлечения лагранжиана Дарвина (или потенциалов Дарвина).*

²⁾ *Дело в том, что движение центра инерции частиц не имеет никакого отношения к импульсу поля, которого вообще не существует, см. <http://tts.lt/~nara/galileo/galileo.htm>. Исследования показывают, что этот импульс принадлежит эфиру Лоренца, согласно которому эфир неподвижен, что возможно (добавлю от себя), если эфир имеет бесконечно большую (эффективную) плотность энергии (по сравнению с вещественной и полевой материей). В системе вещество – эфир импульс сохраняется, что не мешает веществу менять свой центр*

инерции, типа того как в системе автомобиль – Земля импульс тоже сохраняется, что не мешает автомобилю перемещать свой центр инерции. Разница в том, что, в отличие от Земли, следить за эфиром мы пока не можем за неимением подходящих органов чувств и инструментов. Что касается энергии, то, как показывают исследования, благодаря принципу относительности, энергия, потребная для движения, берётся у эфира. См. <http://tts.lt/~nara/ruspopul.htm> и другие статьи сайта <http://tts.lt/~nara/>.

- [1] - L. Page and N.I. Adams, Jr., Action and Reaction Between Moving Charges, Am. J. Phys. **13**, 141 (1945)
- [2] - И.Е.Тамм. Основы теории электричества. Издательство технико-теоретической литературы, М., "НАУКА", 1989, с. 404-408, 411, 241
- [3] - Р. Фейнман, Р. Лейтон, М. Сэндс. Фейнмановские лекции по физике. Т 6. Электродинамика, Изд. "МИР", М., 1977.
- [4] - G.M.Graham, D.G.Lahoz. Nature, 285, 154, 1980
- [5] Nello Carrada. Nature November 19, 1949 vol. 164
- [6] - Coleman, Van Vleck. Phis. Rev. Vol. 171, N.5, **171**, (1370 - 1375), 1968
- [7] - A. Einstein and J. Laub. Ann. Phys. (Leipzig), **26**, 541, (1908)
- [8] - Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. Теория поля, «Наука», М., 1973, § 65, § 67
- [9] - Alexander L. Kholmetskii. Annales de la Foundation Louis de Broglie, Volume 28, no 3, 2003
- [10] - C. G. Darwin, Phil. Mag. S. 6. No. 233. May 1920
- [11] - Фейнман, Лейтон, Сэндс. Фейнмановские лекции по физике, т.6, изд-во "Мир", 1977, стр. 270

Г. П. Иванов 26.07.15