

Краткие сообщения

УДК 530.10,538.3:621.371(075)

Экспериментальная проверка существования магнитного поля, создаваемого токами смещения конденсатора

В.С. Гудыменко, В.И. Пискунов

Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»,
Проспект Победы, 37, Киев-56, 03056, Украина.

Проведен эксперимент по проверке гипотезы Максвелла о способности токов смещения в вакууме создавать магнитное поле. Расчеты величин индукции магнитных полей, создаваемых как токами проводимости, так и токами смещения, выполнялись с применением закона Био-Савара-Лапласса. В качестве датчиков, реагирующих на наличие магнитного поля, использовались трансформаторы тока. В качестве источника токов смещения применялись дисковые, плоские воздушные конденсаторы. Магнитное поле измерялось для сравнения над конденсатором и над соединительными проводами, а также между пластинами конденсатора. Частота тока в конденсаторах - 2 МГц, амплитуда напряжения на пластинах - 120 В.

В итоге эксперимента, на графике были представлены значения амплитуд магнитной индукции в зависимости от расположения датчика, по отношению к местоположению конденсатора. Указанные зависимости были получены аналитическими расчетами и экспериментальными измерениями для различного вида конденсаторов. Учитывались распределенные емкости на землю.

Хорошее совпадение расчетных и экспериментальных кривых продемонстрировало существование незамкнутых токов.

Результаты эксперимента показали, что токи смещения, создаваемые кулоновскими полями магнитных полей не образуют.

Отмечено, что для окончательного суждения о правильности гипотезы Максвелла, необходимо провести аналогичный эксперимент, в котором источником токов смещения является вихревое электрическое поле. Библ. 10, рис.3, табл.1.

Ключевые слова: Гипотеза Максвелла, токи смещения, экспериментальная проверка, датчики тока, закон Био-Савара, кулоновское поле, вихревое поле.

Введение

Известно [1], что Максвелл предсказал существование такого физического явления, как электромагнитные волны. Сделать это ему удалось благодаря выдвинутой им же гипотезе, что подобно токам смещения в диэлектрике, существуют и токи смещения в вакууме, и что они создают магнитное поле. Надежное экспериментальное подтверждение предсказания Максвелла впервые было реализовано Герцем [1]. Именно существование электромагнитных волн воспринимается научной общественностью (как тогда, так и в настоящее время), как безусловное, хотя и косвенное подтверждение справедливости упомянутой гипотезы Максвелла.

В силу того, что гипотеза Максвелла касается одного из фундаментальных законов природы, и, так как косвенное подтверждение не гарантирует достоверное знание, очевидно, целесообразно проводить дополнительные, как теоретические, так и экспериментальные исследования физических свойств токов смещения в вакууме.

Идея эксперимента и некоторые его реализации

Чтобы изучать свойства токов смещения в вакууме, необходимо иметь источники этих токов смещения. В настоящее время известны два источника токов смещения, один из которых антенна, излучающая радиоволны, другой – конденсатор, не излучающий радиоволны. Электромагнитное поле радиоволн, априори, признается подтверждением гипотезы Максвелла.

Важно отметить, что описание физической сущности гипотезы Максвелла и пространственные доказательства ее справедливости, на основе мысленных экспериментов, приводятся во многих учебниках, например в [3,4]. И, лишь, в [3]

указано, что измерением магнитного поля между пластинами конденсатора, который, по мнению автора [3], является источником токов смещения, можно убедиться, что токи смещения возбуждают магнитное поле. Указанный вариант проверки гипотезы Максвелла, практически, считается классическим. Он фигурирует в проделанных [5,10] и планируемых [9] экспериментах, в которых измерение индукции магнитного поля проводится так же и вблизи конденсатора, т.е. вне его пластин. В последнем случае, при условии, что токи смещения не создают магнитное поле, должно наблюдаться ослабление (или провал) индукции магнитного поля над самим конденсатором по сравнению с её значением над соединительными проводами. Идея этого варианта эксперимента сама собой напрашивается, когда в учебнике знакомишься с примером доказательства справедливости гипотезы Максвелла, в котором на основе применения принципа непрерывности тока и теоремы Стокса показывается, что магнитные поля в равной степени создаются как токами проводимости, так и токами смещения. Именно такой вариант доказательства приведен [4] на стр.260-262, и, в нем же, на стр.271, приводится даже пример расчета индукции магнитного поля между пластинами конденсатора, выполненный на базе вышеописанного доказательства. А вот на стр. 263-264 автор [4] предупреждает: «...в квазистатическом поле токи проводимости являются единственными источниками, объясняющими наличие магнитного поля». Внимательно изучив обоснование такому предостережению, автор статьи установил, что оно полностью базируется на малости токов смещения по сравнению с токами проводимости. Т.е. вопрос выделения магнитного поля, создаваемого токами смещения конденсатора из состава суммарного магнитного поля, создаваемого полным током (т.е. током смещения и токами проводимости в пластинах конденсатора и в токоподводящих проводах) сводится к обеспечению требуемых этой задачей параметров установки для измерения магнитного поля.

Попытки осуществить эксперименты, в которых в качестве источников токов смещения применялись конденсаторы, уже были. Одну из таких попыток выполнил автор этой статьи [5]. В этом опыте нулевое значение измеряемого сигнала отвечало ситуации, подтверждающей гипотезу Максвелла. Результат опыта, описанного в [5], вроде бы подтверждает гипотезу Максвелла. Однако, как показывает практика, эксперименты, в которых искомый эффект соответствует нулевому значению измеряемой фи-

зической величины, относятся к разряду мало надежных, ибо всегда имеется вероятность, что искомый сигнал оказался за пределами чувствительности установки.

Касаясь эксперимента, выполненного и описанного в [10], можно сразу отметить, что и этот эксперимент не может претендовать на окончательные выводы. Дело в том, что в указанном эксперименте количественных измерений не осуществлялось. Автор [10] утверждает, что между пластинами конденсатора магнитное поле обнаружено. Магнитное поле, несомненно, там должно быть, так как по пластинам конденсатора и соединительным проводам протекают токи проводимости, которые в обязательном порядке создают вокруг себя магнитное поле. Доказательства, что обнаруженное магнитное поле создано именно токами смещения, а не токами проводимости, не представлены. Поэтому этот опыт не обладает доказательной силой.

О том, что интерес к данной проблеме не угасает, свидетельствуют работы [6,9,10] и форумы в интернете [8].

Итак:

1. Научная общественность в настоящее время не располагает достоверными знаниями о свойствах тока смещения в вакууме, хотя это знание имеет исключительно большое значение для дальнейшего познания природы.

2. Существует только одно, и то косвенное, подтверждение гипотезы Максвелла о свойствах токов смещения в вакууме.

3. Интерес к дополнительной проверке гипотезы Максвелла не угас [6,8-10]

Цель работы - провести измерение индукции магнитного поля, создаваемого воздушным конденсатором, и выявить ту часть магнитного поля, которая предположительно возбуждается токами смещения.

Провести очередную проверку гипотезы магнитного эфира. Так как гипотеза Максвелла и гипотеза магнитного эфира предполагают взаимоисключающие механизмы возникновения магнитного поля в физическом вакууме [5,6], то подтверждение гипотезы Максвелла непременно укажет на ошибочность гипотезы магнитного эфира.

Описание установки для проведения эксперимента

Из сказанного выше следует, что в качестве источника токов смещения мы имеем возможность применить лишь конденсатор. Ведь известно, что скорость изменения электрического поля между пластинами конденсатора пропор-

циональна приложенному напряжению и частоте этого напряжения, а ток смещения равен току в проводах, подключенных к клеммам конденсатора. К тому же, во всех учебниках утверждается, что значения индукции магнитного поля над конденсатором и над соединительными проводами одинаковы по величине.

Материально технические возможности позволили для реализации измерений выбрать частоту токов смещения равной 2,1 МГц и амплитуду приложенного напряжения обеспечить равной 120 В. При выбранных для исследования конденсаторах, имеющих емкость порядка пикофарады, минимальное значение тока смещения в них составляет более одного миллиампера, что вполне позволяет их измерение.

Размеры установки, точнее, токопроводящего контура выбран равным 1,5*1,5 м². Размер контура выбран из условия, что бы в зоне расположения конденсатора и контролируемого участка цепи, магнитное поле, создаваемое удаленными участками контура, не превышало 5%. При выбранных параметрах установки, длина волны излучения значительно превышает размер установки. В этом случае электрические токи во всех элементах установки можно считать синфазными и для расчета индукции магнитных полей можно применять закон Био-Савара-Лапласа [4]. Т.е. значение индукции магнитного поля, в какой либо точке на удалении h от оси проводника, можно получать путем суммирования элементарных вкладов в это поле, возбуждаемых отдельными элементами проводника с током в этих элементах длины.

На рис.1 представлена электрическая схема установки.

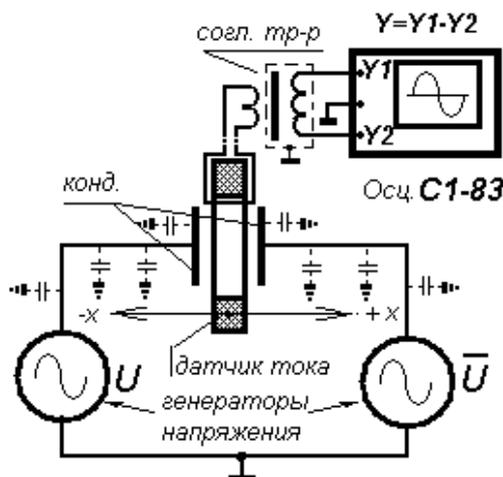


Рис.1. Электрическая схема установки для измерения значения магнитной индукции магнитного поля конденсатора

На схеме:

U и \bar{U} - генераторы переменного напряжения, $U = 60 \cos(\omega t)$ В; конд. – исследуемый сменный конденсатор; датчик тока – трансформатор тока, ферритовое кольцо, которого показано в разрезе по оси кольца; согл. тр-р - согласующий трансформатор, у которого вторичная обмотка и кольцевой ферритовый сердечник помещены в электростатический экран; С1-83 – двухканальный осциллограф, работающий в режиме алгебраического вычитания; символы емкости, уменьшенных размеров, обозначают наличие распределенных емкостей на землю; стрелками показано, что датчик тока имеет возможность перемещаться вдоль оси ОХ соосно конденсатору и соединительным проводам горизонтальной верхней части контура.

Индуктивность вторичной обмотки и входные емкости каналов вертикального усиления осциллографа образуют резонанс токов на выбранной частоте 2,1 МГц.

С целью уменьшения распределенной емкости на землю, соединительные провода на участке между выходами генераторов выполнены тонким проводом, диаметром 0,05 мм.

Конструкция установки представлена фотографией на рис.2 .

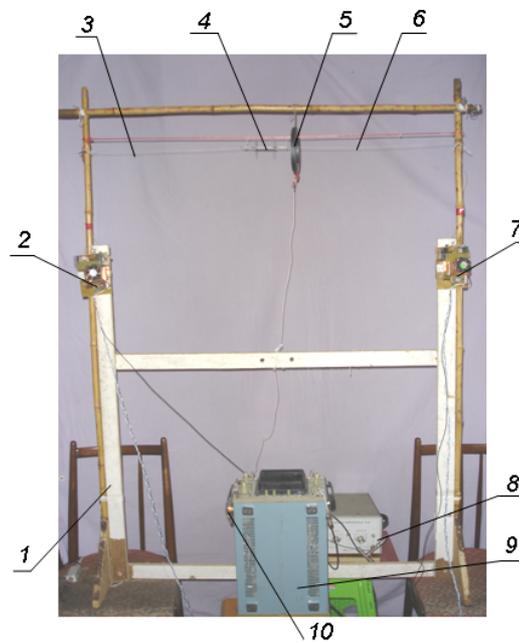


Рис.2. Установка для исследования магнитного поля конденсатора

Здесь:

1- каркас рамы, выполненный из деревянных элементов, 2,7- левый и правый оконечные усилители генераторов напряжения , 3,6 - ле-

вый и правый соединительные электропровода, 4 - исследуемый дисковый конденсатор, 5 - датчик магнитного поля, 8 - генератор электрических сигналов ГЗ-112, 9 - регистрирующий прибор - осциллограф С1-83, 10 - согласующий трансформатор. Имеется также блок питания усилителей, который на фото не виден.

В качестве датчиков, реагирующих на магнитное поле, применены трансформаторы тока, построенные на ферритовых сердечниках кольцевой формы. (Далее по тексту мы их будем называть просто датчиками). Общеизвестно, трансформаторы тока предназначены для измерения силы тока в исследуемой электрической цепи. Это значит, что напряжение во вторичной обмотке трансформатора тока пропорционально силе тока, протекающего в первичной обмотке, т. е. силе тока, протекающего в окне сердечника по проводу исследуемой электрической цепи. С другой стороны, напряжение во вторичной обмотке трансформатора представляет собой электродвижущую силу, возбуждаемую магнитным потоком в сердечнике. Поэтому, напряжение во вторичной обмотке и усредненное, по площади сердечника, значение индукции магнитного поля так же линейно связаны. Конкретно:

$$B(\omega t) = \frac{\mu \mu_0}{2\pi h} I \cos(\omega t)$$

где h - расстояние от центра кольца до центра поперечного сечения сердечника феррита. В ходе эксперимента использовались два датчика. Один для измерения магнитного поля вне пластин конденсатора, другой для измерения магнитного поля между пластинами конденсатора. Первый выполнен на ферритовом кольце 600НН 120*80*20, $h = 5$ см, $\mu = 700$, витки обмоток $w_1 = w_2 = 1$; второй на кольце 600НН 65*50*6, $h = 2,9$ см, $\mu = 580$, витки: $w_1 = 1$, $w_2 = 3$. Чувствительность датчиков к току: для первого $N_1 = 0,4 \cdot 10^{-5}$ Тл/А, для второго $N_2 = 0,62 \cdot 10^{-5}$ Тл/А

Методика проведения эксперимента

Так как датчик тока реально измеряет значение индукции магнитного поля, обусловленное полным током, т.е. токами проводимости и токами смещения, то для того, чтобы определить доленое участие каждого из них, выполнены теоретические расчеты значения индукции суммарного поля один раз в предположении, что токи смещения не создают магнитного поля,

второй раз в предположении, что создают. Расчетные значения затем сравниваются с экспериментально измеренными значениями индукции магнитного поля в функции положения датчика относительно конденсатора, т. е. в функции координаты ОХ.

Поскольку в установке все токи имеют одинаковую частоту, носят емкостной характер и являются синфазными, в формулах для вычисления магнитной индукции фигурируют только амплитуды токов, а коэффициент, учитывающий факт временной зависимости не указывается. Амплитуды токов суммируются алгебраически.

При определении теоретических зависимостей магнитного поля от координаты датчика на исследуемом участке установки учитывались магнитные поля, создаваемые следующими токами:

I_0 - ток холостого хода. Это ток, который протекает в контуре в отсутствие в цепи исследуемого конденсатора. Превалирующая часть этого тока обусловлена наличием емкости между соединительными проводами и землей. Ток I_1 , обусловленный емкостью провода на землю, изменяется вдоль соединительного провода по закону [7]:

$$I_1(x) = \omega U_3 \alpha \cdot (x - x_0),$$

где: ω - круговая частота переменного тока; U_3 - амплитуда потенциала соединительного провода по отношению к земле, равная 60 В; α - емкость, приходящаяся на единицу длины соединительного провода, $\alpha = 5,5$ пФ/М [7]; x_0 - координата начала соединительного провода, т.е. точки подсоединения последнего к пластине конденсатора.

Незначительная часть полного тока I_0 , а именно I_2 , обусловлена емкостью между самими соединительными проводами. Так что,

$$I_0(x) = I_1(x) + I_2(x)$$

Ток I_2 не измерялся, а подбирался из условия максимального совпадения расчетного значения индукции магнитного поля, имеющего место в режиме холостого хода, с экспериментально измеренным. Его величина оказалась равной 0,1 мА (при дополнительном условии, что участок этого тока смещения, имеющий место между пластинами конденсатора, не участвует в создании магнитного поля).

I_3 - ток пластины. Ток обусловлен емкостью C_p между конкретной пластиной конденсатора

и земель. На участке между пластинами конденсатора этот ток не протекает.

I_4 – ток смещения. Ток обусловлен емкостью C между пластинами исследуемого конденсатора и приложенным к нему напряжением равным 120В. Протекает по всему контуру установки: в виде тока смещения - между пластинами конденсатора, в виде тока проводимости - на других участках контура.

Поместив датчик 1 в точку с координатой $x=40$ см и, делая замеры тока при включенном в исследуемую цепь конденсаторе и при изъятном, получаем значение полного тока холостого хода I_0 и суммарного тока $I_3 + I_4$ на клемме конденсатора. Далее, суммарный ток на клемме конденсатора разветвляется на ток пластины на землю I_3 и ток смещения между пластинами конденсатора I_4 . Разветвление происходит пропорционально значениям указанных емкостей C_p и C , и приложенным к ним напряжениям. Значения емкостей определялись расчетным путем по формулам справочника [2].

В итоге получено: для конденсатора C_1 $I_3 = 1.19$ мА, $I_4 = 0.96$ мА; для конденсатора C_2 $I_3 = 0.29$ мА, $I_4 = 1.73$ мА.

Конденсатор C_1 представляет собой дисковый воздушный конденсатор, у которого диаметр пластин равен 70 мм, расстояние между пластинами - 70 мм., расчетное значение емкости - 1пФ. Расчетное значение емкости пластины на землю для этого конденсатора $C_p = 2,48$ пФ по формулам [2].

Конденсатор C_2 цилиндрический. Он изготовлен из двух, последовательно включенных по центральной жиле, отрезков коаксиального кабеля. Измеренное значение $C_2 = 1,1$ пФ. Наружный диаметр кабеля 1,5мм. Длина конденсатора 70мм. Во втором конденсаторе токи смещения имеют место в диэлектрике и направлены перпендикулярно оси конденсатора, поэтому не участвуют в создании магнитного поля вокруг этого конденсатора.

В табл.1 представлены результаты экспериментально измеренных датчиком 1 значений индукции магнитного поля, как при изъятном конденсаторе, так и при включенных конденсаторах C_1 и C_2 , для дискретных значений координаты положения датчика на оси ОХ. По данным табл.1 на рис. 3 сплошными линиями представлены зависимости измеренной индукции магнитного поля в функции от координаты датчика: кривая 7 – для поля конденсатора C_1 ; кривая 6 – для поля конденсатора C_2 ; кривая 1- для поля в отсутствие конденсаторов.

На этом же рис.3 штриховыми линиями представлены теоретически вычисленные зависимости магнитного поля от координаты датчика для указанных случаев: кривая 4 – для поля конденсатора C_1 , кривая 5 – для поля конденсатора C_2 , кривая 2 – для поля в отсутствие конденсаторов.

Вычисление индукции магнитного поля производилось на основе Закона Био-Савара-Лапласа. Интегрирование и постройка графиков осуществлено ЭВМ. Пределы интегрирования по оси X: нижний -0,75М, верхний +0,75М, Сами же измерения выполнялись на участке от -0,4М до +0,4М.

Для конденсатора C_1 зависимость индукции магнитного поля от координаты датчика вычислялась для двух случаев: в первом предполагалось, что токи смещения, имеющие место между пластинами конденсатора не создают магнитное поле (кривая 4), во втором – создают (кривая 3).

Таблица 1.

$B \times 2,5 \cdot 10^8$ [Тл]	Без конд.	С конд. C_1	С конд. C_2
X [см]			
-40	1,71	3,86	3,71
-30	1,17	3,43	3,36
-20	0,75	3,00	2,93
-10	0,43	2,46	2,38
-7,5	0,36	2,27	2,25
-5	0,26	1,97	2,14
-2,5	0,19	1,14	2,00
0	0,16	0,95	1,96
2,5	0,19	1,09	1,96
5	0,26	1,89	2,04
7,5	0,36	2,29	2,18
10	0,46	2,50	2,29
20	0,82	3,00	2,86
30	1,25	3,43	3,29
40	1,64	3,86	3,68

Наконец, для полноты картины, и, в соответствии с предложением автора [3], магнитное поле конденсатора было измерено в пространстве посередине между пластинами конденсатора, в точке $x = 0$. Для этой цели был применен воздушный дисковый конденсатор C_3 , у которого диаметр пластин равен 70мм, а расстояние между дисками - 50мм. Для измерений применен датчик 2.

Экспериментально измеренное значение индукции $B_2^3 = 4,9 \cdot 10^{-9}$ Тл.

Вычисленное значение индукции в предположении, что токи смещения не создают магнитное поле, составило $B_2^p = 4,89 \cdot 10^{-9}$ Тл. А индукция магнитного поля, вычисленная в

предположении, что токи смещения создают магнитное поле (классический подход), оказалась равной $B_2^k = 8,68 \cdot 10^{-9}$ Тл.

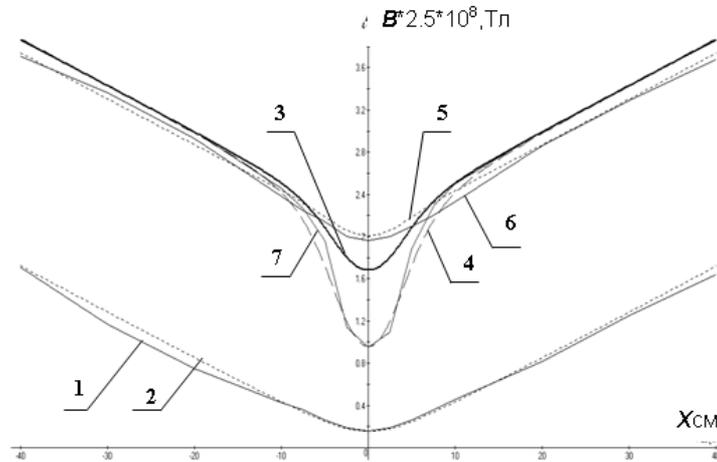


Рис.3. Графики зависимости индукции магнитного поля в функции координат датчика

В обоих случаях при вычислении индукции применялся закон Био-Савара-Лапласса

$$d\mathbf{B} = \frac{\mu_0}{4\pi r^2} (\mathbf{l} \times \mathbf{r}_0) dl, \text{ учитывались радиальные}$$

токи проводимости в пластинах конденсатора и факт их неравномерного распределения по площади. Для этого тело феррита датчика по радиальному сечению было разбито на равные участки сеткой 3×3 , (чтобы один из участков разместился по центру сечения сердечника). Для каждого участка вычислялось значение магнитной индукции, возбуждаемой радиальными токами проводимости в пластинах, затем определялось её среднее арифметическое значение, как ответственное за возбуждение ЭДС во вторичной обмотке датчика. При определении токов, участвующих в создании магнитных полей в составе с конденсатором C_3 , с помощью датчика 2 применялись те же приемы, что и с датчиком 1. При этом было получено:

Ток холостого хода $I_{o2} = 0,14$ мА, ток пластины на землю $I_{32} = 1,28$ мА, ток смещения $I_{42} = 1,39$ мА

О погрешностях

В первую очередь отметим, что в описанном эксперименте проводятся не метрологические измерения, т.е. в эксперименте не преследуется цель получать при измерении максимально точные значения физических величин. Важно, чтобы выявляемый эффект в количественном отношении превысил значение суммарной по-

грешности измерения индукции магнитного поля. Это требование аналогично требованию обеспечения отношения сигнал-шум больше единицы. Информативен так же характер изменения магнитного поля при изменении положения датчика.

В измерительной установке основным источником инструментальной погрешности является осциллограф. Погрешность измерения амплитуды напряжения, поступающего на его вход, согласно паспортным данным не превышает 3%. Измерительная система установки, благодаря дифференциальной схеме включения вертикальных каналов отклонения, осциллографа выполнена устойчивой к синфазным помехам. Устойчива система и к помехам, имеющим частоту, отличающуюся от рабочей, благодаря применению явления резонанса во входной цепи осциллографа.

Датчик 1, помещенный вне контура, в исследуемой зоне вблизи конденсатора выдавал сигнал, как будто через его окно протекал ток, равный 0.037 мА. Минимальный рабочий сигнал, имеющий место в положении датчика $x=0$, составлял по току 0.96 мА. Таким образом, погрешность измерения поля над самим конденсатором не превышает 4%.

Теоретически вычисленные значения магнитной индукции содержат методические погрешности, вызванные, как интегрированием не по всему контуру, так и тем, что пренебрежено полями, создаваемыми распределенными емкостными токами на землю, которые на участке между проводниками контура и землей также

являются токами смещения. Если первая погрешность не превышает процента, то вторая может быть весьма существенной. Выручает то обстоятельство, что конденсаторы C_1 и C_3 , имеют одинакового размера пластины, т.е. практически одинаковые по величине токи смещения на землю (1,19 мА для конденсатора C_1 и 1,28 для конденсатора C_3), в связи с чем по разному должны влиять на поле вне пластин конденсатора и на поле внутри последних. Ведь окно датчика 1 по площади в 2,56 раза больше окна датчика 2. Следовательно, в первом датчике доля токов смещения, создаваемых емкостью пластины на землю, и протекающих через окно датчика значительно превышает аналогичную долю токов, протекающих через окно второго датчика. Очевидно, это по разному отразилось бы на отношении значений экспериментально измеренной индукции к вычисленной в точке $x = 0$, для конденсаторов C_1 и C_3 , и тогда отношение B_2^p / B_2^3 было бы не равно отношению B_1^p / B_1^3 . На самом деле эти отношения равны друг другу и равны 1,0. (Значения индукций B_1^p и B_1^3 определены по графикам рис.3 для кривых 4 и 7 соответственно). Нарушилось бы также и равенство отношений B_1^k / B_1^3 (B_1^k взято из кривой 3) и B_2^k / B_2^3 . Фактически они все же равны друг другу и равны 1,77. Отсюда следует, что токи пластин на землю в качестве токов смещения, создающих магнитные поля, равно, как и токи смещения между пластинами конденсатора, никак себя не проявляют. Значит, токи смещения на землю дополнительных погрешностей не создают.

Анализ полученных результатов

Графики зависимостей индукции магнитного поля в функции координат датчика, представленные на рис.3 показывают хорошее совпадение (визуальное отличие не превышает 5%) экспериментально снятых и вычисленных кривых во всем диапазоне координат положения датчика для таких пар: для режима холостого хода кривые 1 и 2; для конденсатора C_2 кривые 6 и 5; для конденсатора C_1 кривые 7 и 4. Это свидетельствует о правильном выборе теории для расчетов.

Теоретически вычисленная кривая 3 на участках, удаленных от пластин конденсатора C_1 на расстояние, большее расстояния между пластинами ($X = 10,5$ см), хорошо совпадает (разница не превышает 10%) с экспериментально снятой кривой 7 и лишь в зоне расположения

конденсатора имеет значительно меньший провал, чем у экспериментально снятой кривой 7. Если бы токи смещения *создавали* магнитное поле, то кривая 7 совпадала бы с кривой 3 на всех участках кривых.

Кривая 3 изображает теоретически вычисленную зависимость индукции магнитного поля в предположении, что токи смещения, имеющие место между пластинами конденсатора, создают магнитное поле. Кривая 3 показывает, что по центру над конденсатором вычисленное значение индукции превышает экспериментально измеренное, в 1,77 раз.

Значение магнитной индукции, измеренной между пластинами конденсатора C_3 , совпадает с вычисленным значением, выполненным в предположении, что токи смещения, имеющие место между пластинами конденсатора, не создают магнитное поле.

Значение магнитной индукции между пластинами C_3 , вычисленное в предположении, что токи смещения создают магнитное поле, в 1,77 раз превышает экспериментально измеренное.

Выводы

1. Итоговый анализ результатов показывает, что токи смещения, имеющие место между пластинами воздушного конденсатора, магнитного поля не создают. Так как диэлектрические проницаемости воздуха и вакуума очень мало отличаются, то токи смещения в вакууме, также как и в воздухе, магнитного поля не создают.

2. Выполненный эксперимент подтвердил предостережение автора [4], поэтому его результаты имеем право оценивать, лишь, как выполнение необходимого условия на пути к отказу от гипотезы Максвелла. Что может стать достаточным условием для отказа, пока не видно.

3. Эксперимент показал, что закон Био-Савара-Лапласа, хотя и был выведен для замкнутых токов, прекрасно работает и для незамкнутых отрезков токов.

4. Эксперимент недвусмысленно демонстрирует существование незамкнутых токов.

5. Результаты этого эксперимента не противоречат так же и гипотезе магнитного эфира и потому эту гипотезу не опровергают.

Литература

1. Дуков В. М. Электродинамика: Монография: – М.: Высшая школа, 1975. – 248 с.
2. Иоссель Ю. Я. Расчет электрической емкости: Справочник. Издание 2 – Л.: Энергоиздат, 1981. – 288 с.

3. *Никольский В. В.* Теория электромагнитного поля: Учебное пособие. – М.: Высшая школа, 1964. – 385 с.
4. *Парселл Э.* Электричество и магнетизм: Учебное пособие. Пер. с англ. – М.: Наука, 1971. – 448 с.
5. *Пискунов В. И.* Некоторые парадоксы электродинамики Максвелла // Электроника и связь. - 2005. - №26. - С. 83-88.
6. *Пискунов В. И.* Электромагнитные свойства физического вакуума: Монография. – К.: Аверс, 2006. – 145 с.
7. *Смиренин Б. А.* Справочник по радиотехнике: М - Л.: Государственное энергетическое издательство, 1950. – 785 с.
8. Форумы CNews> Экспериментальная проверка магнитного поля. ИНТЕРНЕТ <http://live.cnews.ru/forum/index/php?showtopic=69034>
9. *Zeng Qingping.* The experiment to Negate Maxwell's Theory. ИНТЕРНЕТ <http://www.electro-tech-online.com/custompdfs/2011/03/qingping2.pdf>
10. Эксперименты по обнаружению и изучению токов смещения. ИНТЕРНЕТ <http://lectiricaleather.com/.../tok-smescheniya-v-vacume-eksperimenty.pd...>

УДК 530.10,538.3:621.371(075)

Експериментальна перевірка існування магнітного поля, створюваного струмами зсуву конденсатора

В.С. Гудименко, В.І. Піскунов

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»,
пр. Перемоги, 37, Київ-56, 03056, Україна.

Проведено експеримент по перевірці гіпотези Максвелла про здатність струмів зсуву у вакуумі створювати магнітне поле. Розрахунки величин індукції магнітних полів, створюваних як струмами провідності, так і струмами зсуву, виконувалися із застосуванням закону Біо-Савара-Лапласа. Як датчики, що реагують на наявність магнітного поля, використовувалися трансформатори струму. Як джерело струмів зсуву застосовувалися дискові, плоскі повітряні конденсатори. Магнітне поле вимірювалося для порівняння над конденсатором і над сполучними проводами, а також між пластинами конденсатора. Частота струму в конденсаторах - 2 МГц, амплітуда напруги на пластинах - 120 В.

У підсумку експерименту, на графіку були представлені значення амплітуд магнітної індукції у залежності від розташування датчика, по відношенню до місця розташування конденсатора. Зазначені залежності були отримані аналітичними розрахунками й експериментальними вимірами для різного виду конденсаторів. Ураховувалися розподілені ємності на землю.

Гарний збіг розрахункових і експериментальних кривих продемонстрував існування незамкнених струмів.

Результати експерименту показали, що струми зсуву, створювані кулонівськими полями, магнітних полів не утворюють.

Відзначено, що для остаточного судження про правильність гіпотези Максвелла, необхідно провести аналогічний експеримент, у якому джерелом струмів зсуву є вихрове електричне поле. Бібл. 10, мал.3, табл.1.

Ключові слова: Гіпотеза Максвелла, струми зсуву, експериментальна перевірка, датчики струму, закон Біо-Савара, кулонівське поле, вихрове поле.

UDK 530.10,538.3:621.371(075)

Experimental verification of the existence of the magnetic field generated by displacement currents of capacitor

V.S. Gudymenko, V.I. Piskunov

National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute»,
37 Prospect Peremogy, Kiev 03056, Ukraine.

The experiment on verification Maxwell's hypothesis about ability of currents of displacement in a vacuum to create the magnetic field was conducted. Calculating the value of the induction of the magnetic fields produced by both conduction currents and displacement currents, was performed with the use of the Biot-Savart-Laplassa's law. As sensors that react to the presence of a magnetic field, were used current transformers. As a source of displacement currents were applied flat, disc, air condensers. The magnetic field was measured for comparison above the condenser and above the connecting wires and between the capacitor plates. The frequency of the current in the capacitors - 2 MHz, the amplitude of the voltage on the plates - 120 V.

As a result of the experiment, on the graph were presented the amplitudes of the magnetic induction, depending on the location of the sensor in relation to the location of the capacitor. Specified dependencies were obtained by analytical calculations and experimental measurements for different types of capacitors. Distributed to the ground capacitances were taken into consideration.

The good concurrence between the calculated and experimental curves showed the existence of torn currents.

The experimental results showed that the displacement currents generated by Coulomb's fields do not form magnetic fields.

Noted that for the final assessment about the correctness of the Maxwell's hypothesis it needs to perform a similar experiment, in which the source of displacement currents is the vortex electric field. Bibl. 10, pict.3, table.1.

Keywords: *Maxwell's hypothesis, displacement currents, experimental verification, current Sensors, the Biot-Savart law, Coulomb field, vortex field.*

References

1. *Dukov V. M.* (1975), [Electrodynamics]. M.: Vysshaja shkola, P. 248.
2. *Iossel Y. Y.* (1981), [Calculation capacitance]. Issue 2. Energoizdat, P. 288.
3. *Nicholas V. V.* (1964), [Theory of electromagnetic field]. M.: Vysshaja shkola, P. 385.
4. *Purcell E.* (1971), [Electricity and Magnetism]. M.: Nauka, P. 448.
5. *Piskunov V. I.* (2005), [Some Paradoxes of Maxwell's electrodynamics]. Electronics and Communications. No. 26. Pp. 83-88.
6. *Piskunov V. I.* (2006), [Electromagnetic properties of the physical vacuum]. K.: Avers. P.145.
7. *Smirenin V. A.* (1950), [Handbook of Electrical]. M.-Л.: Gosudarstvennoe jenergeticheskoe izdatel'stvo. P.785.
8. Forums CNews Experimental verification of magnetic field. INTERNET <http://live.cnews.ru/forum/index.php?showtopic=69034>
9. *Zeng Qingping.* The experiment to Negate Maxwell's Theory. INTERNET <http://www.electro-tech-online.com/custompdfs/2011/03/qingping2.pdf>
10. Experiments to detect and study bias currents. INTERNET <http://lectiricaleather.com/.../tok-smescheniya-v-vacume-eksperimenty.pdf>.