

РЕГИСТРАЦИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ИНДУКЦИИ В ПОТЕНЦИАЛЬНОМ МАГНТНОМ ПОЛЕ

Аннотация

Кратко формулируются симметричный и физический аспекты невихревой магнитостатики. Приводится построение уравнений невихревой электродинамики.

Описывается эксперимент, подтверждающий образование ЭДС в проводнике, движущимся в потенциальном магнитном поле.

Оглавление

Симметричный аспект невихревой магнитостатики

Физический аспект невихревой магнитостатики

Построение уравнения невихревой электродинамики

Регистрация электромагнитной индукции в потенциальном магнитном поле

Симметричный аспект невихревой магнитостатики

Основой симметричного аспекта является положение, согласно которому причина и следствие характеризуются одинаковым числом поворотных осей, при повороте относительно которых у природного объекта остаются неизменными его пространственное положение, геометрия и физические свойства

В традиционной магнитостатике с вихревым магнитным полем токовый источник инвариантен к повороту только относительно одной оси 1-1. Одноосность источника согласуется с одноосностью магнитного поля, имеющего замкнутые силовые линии (рис. 1).

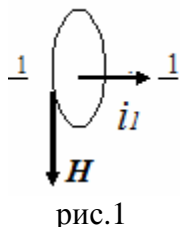


рис.1

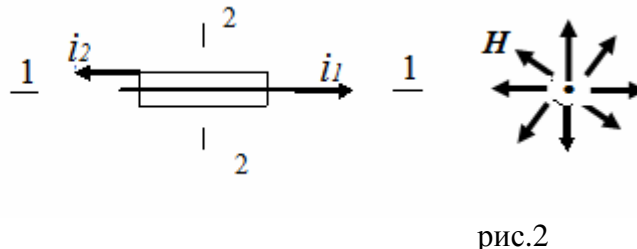


рис.2

Для образования двухосного потенциального магнитного поля нужен источник с двумя поворотными осями. Его примером являются противоположно направленные токи в центральном проводе и в цилиндрической оболочке коаксиального кабеля (рис.2). Эта пара противотоков инвариантна к повороту относительно двух взаимно ортогональных осей 1-1 и 2-2. Двухосность источника согласуется с двухосностью магнитного поля, силовые линии которого радиально-симметричны [1].

Физический аспект невихревой магнитостатики

Основой физического аспекта является парадоксальность ситуации, в которой равные встречные векторы магнитной напряжённости при геометрическом суммировании дают в итоге нуль вектор, тогда как баланс магнитных энергий в этой же точке пространства положительный.

В центральном проводе коаксиального кабеля ток имеет одно направление, а в цилиндрической оболочке противоположное центральному. Алгебраическая сумма токов равна нулю (1). Согласно принципу суперпозиции векторы магнитной напряжённости везде суммируются нуль-векторно (2). А из теоретического анализа следует положительный баланс плотностей магнитных энергий (3)

$$\sum i = 0 \quad (1) \qquad \sum H = 0, \quad (2) \qquad \sum \omega_M \neq 0. \quad (3)$$

Методологический принцип наблюдаемости утверждает, что природных объектов без физических свойств не бывает. Без свойств они практически не наблюдаемы, что научно недопустимо.

Для разрешения парадоксальности (2), (3) было предположено, что взаимно скомпенсировавшиеся вихревые свойства накладывающихся магнитных полей, в меру сохранившейся магнитной энергии заменяется потенциальным свойством в общем поле.

Баланс магнитных энергии для систем с несколькими токами зарядов описывается трёхзвенной формулой

$$\sum \omega_M = \sum \frac{\mu_0}{2} H_i^2 + \sum \mu_0 H_k H_l - \sum \mu_0 H_m H_n \quad (4)$$

Индексом i выделены все токовые поля, образуемые токами любой направленности. Плотность магнитной энергии от направления тока не зависит. Индексами выделены k, l – поля всех притягивающихся пар токов. Индексами m, n – поля всех отталкивающихся пар токов.

В коаксиальном кабеле ток в центральном проводе отталкивает противоположные ему по направлению нитевидные токи в цилиндрической оболочке, которые, по причине их одинаковой направленности взаимно притягиваются. При компенсации положительных плотностей энергий токовых полей и отрицательных плотностей энергий полей отталкивающихся токов остаётся положительная плотность энергии полей притягивающихся нитевидных токов. В пространстве около коаксиального кабеля эта энергия является материальной основой магнитного поля с потенциальным свойством.

Построение уравнения невихревой электродинамики

Идея о замене вихревых свойств накладывающихся полей потенциальным у общего поля была распространена на противофазное наложение двух одинаковых электромагнитных волн. Противонаправленные векторы напряжённости электрического (5) и магнитного (6) вихревых полей суммируются нуль-векторно. Однонаправленные векторы плотности потока электромагнитной энергии образуют положительную сумму (7)

$$\sum \mathbf{E} = 0, \quad (5) \quad \sum \mathbf{H} = 0. \quad (6) \quad \sum \mathbf{S} \neq 0, \quad (7)$$

Сумма двух плотностей потоков волновой энергии бесследно исчезнуть не может. При противофазном наложении электромагнитных волн в свободном пространстве причины для превращения электромагнитной энергии в другую форму нет. Вся энергия каждой волны до интерференции и при их интерференционном образовании сосредоточена в электромагнитном поле. В случае нуль-векторного наложения налицо парадоксальность между результатами (5), (6) и (7) – полевые свойства взаимно скомпенсировались, а полевая энергия сохранилась.

Предлагается следующее разрешение выявленной парадоксальности. Сохранившейся электромагнитной энергии эквивалентно электромагнитное поле, у которого исчезнувшие вихревые свойства заменяются потенциальными. В результате из двух поперечных электромагнитных волн образуется одна продольная.

Невихревая электродинамика описывают те же по своей сути электродинамические явления, что и максвелловская, но их источники и поля различаются своими поворотными симметриями.

Математическая связь между уравнениями максвелловской и невихревой электродинамик выявляется посредством равенства (8). Известное левое 4-мерное векторное уравнение умножается на единичный безразмерный 4-вектор. В правой части получается его скалярный вариант, наследующий физическую суть максвелловских уравнений

$$[\square A^\nu = -\mu_0 J^\nu] g_\nu = [\square A^\nu_\nu = -\mu_0 J^\nu_\nu]. \quad (8)$$

Раскроем 4-мерный скалярный электромагнитный потенциал

$$A^{\nu} = \left(\frac{1}{c} \varphi, |A| \right). \quad (9)$$

Записав 4-мерный градиент электрической и магнитной скалярных компонент

$$\frac{\partial \left(\frac{1}{c} \varphi \right)}{\partial x_{\nu}} = \left(\frac{1}{c^2} \frac{\partial \varphi}{\partial \tau}, -\frac{1}{c} \text{grad} \varphi \right) = \left(|B|, \frac{1}{c} E \right), \quad (10)$$

$$\frac{\partial A}{\partial x_{\nu}} = \left(\frac{1}{c} \frac{\partial |A|}{\partial \tau}, -\text{grad} |A| \right) = \left(-\frac{1}{c} |E|, B \right), \quad (11)$$

получим электрический и магнитный 4-векторы

$$E^{\nu} = \left(|B|, \frac{1}{c} E \right), \quad (12) \quad B_{\nu} = \left(-\frac{1}{c} |E|, B \right). \quad (13)$$

Запишем их 4-мерную дивергенцию

$$\frac{\partial E^{\nu}}{\partial x^{\nu}} = \frac{1}{c} \frac{\partial |B|}{\partial \tau} + \frac{1}{c} \text{div} E, \quad (14) \quad \frac{\partial B^{\nu}}{\partial x_{\nu}} = -\frac{1}{c^2} \frac{\partial |E|}{\partial \tau} + \text{div} B. \quad (15)$$

Выделим полученные результаты

$$\frac{1}{c} \text{div} E = -\frac{1}{c} \frac{\partial |B|}{\partial \tau} \quad (16) \quad \text{div} B = \frac{1}{c^2} \frac{\partial |E|}{\partial \tau} \quad (17)$$

Уравнение электромагнитной индукции (16) умножим на C , а уравнение магнитоэлектрической индукции (17) разделим на μ_0 . Введём в них вещественные источники, основываясь на одинаковости их полеобразующих свойств с индуктирующими источниками

$$\text{div} E = -\frac{\partial |B|}{\partial \tau} + \frac{1}{\varepsilon_0} \rho, \quad (18) \quad \text{div} H = \frac{\partial |D|}{\partial \tau} + |J|. \quad (19)$$

Полученные скалярные уравнения невихревой электродинамики аналогичны по своей сути векторным уравнениям максвелловской электродинамики.

Регистрация электромагнитной индукции в потенциальном магнитном поле

Дифференциальное уравнение (18) описывает в бесконечно малой области пространства образование электрической компоненты в равномерно изменяющемся магнитном поле с потенциальным свойством. Магнитное поле представлено модулем нуль-вектора, являющегося результатом геометрического суммирования радиально-симметричных векторов магнитной индукции, образуемых противотоками.

Для регистрации ЭДС использовался вариант стационарного магнитного поля с движущимся в нём проводнике

$$\varepsilon = B V L. \quad (20)$$

Устройство для осуществления эксперимента показано на фотографии 1.

В нём лазерный диск с приклеенной алюминиевой фольгой вращается в промежутке между двумя источниками потенциального магнитного поля. Каждый из них представляет собой полоску из зигзагообразного провода (рис. 3), свёрнутую в цилиндр вокруг вертикальной оси.

В одном источнике поля 78 участков имеют токи одного направления, а в таком же числе участков – противоположное. Одинаковое число отталкивающихся и притягивающихся пар токов обуславливает в балансе (4) взаимную компенсацию потенциальных энергий, описываемых вторым и третьим членов.

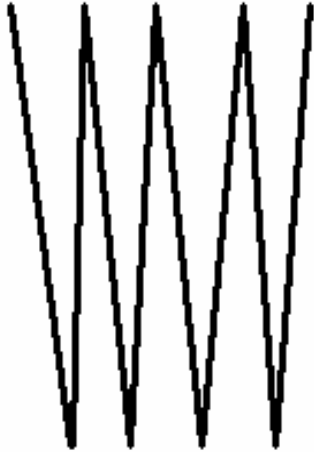


рис.3

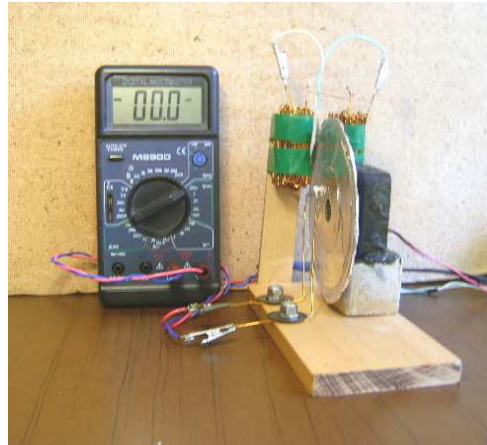


фото 1

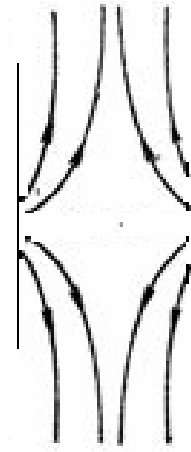


рис.4

Положительный баланс складывается из плотностей энергий токовых полей, описываемых первым членом. Входящие в него плотности магнитной энергии не зависят от направления тока.

При токе в участках 4,2 А суммарный ток в одном источнике поля 655 А. Векторы индукции потенциального магнитного поля радиально-симметричны по отношению к цилиндрическому источнику поля. Для разворота магнитных силовых линий в направлении плоскости вращающегося диска два источника поля располагались рядом (рис.4).

В центре между двух источников поля суммарный ток 1310 А. Магнитная индукция в этой точке примерно 0,1 Тл.

Приблизительный расчёт давал ожидаемую величину ЭДС 50 мВ. У 63% наблюдаемых величин результаты получены в интервале 15-30 мВ. Предполагается, что 28% меньших величин показаний милливольтметра обусловлены неравномерностью слоя клея под фольгой, вызывающим кратковременные размыкания цепи при «подпрыгивания» скользящих контактов. А 9% больших величины могли вызываться прохождением электростатических разрядов через милливольтметр.

1. Невихревая электродинамика: теоретические обоснования и экспериментальные подтверждения. <http://www.trinitas.ru/rus/doc/0016/001e/00162902.htm>