

НЕВИХРЕВАЯ ЭЛЕКТРОДИНАМИКА: ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОБОСНОВАНИЯ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ

Аннотация

Невихревая электродинамика описывает те же по своей сути электродинамические явления, что и максвелловская, но характеризуемые другой поворотной симметрией.

Уравнения обеих теорий сходны по форме и аналогичны по физическому содержанию. Невихревую электродинамику подтверждают экспериментальные обнаружения потенциального магнитного поля, невихревого вида электромагнитной индукции, продольной радиоволны и продольного света

Оглавление

Магнитостатика с потенциальным магнитным полем

Скалярная плотность тока -- источник потенциального магнитного поля

Уравнений двух электродинамик

Двухступенчатые эксперименты по обнаружению продольных радиоволн и продольного света

Заключение

«Я думаю, что было бы интересно ввести в изучение физических явлений также и рассмотрение свойств симметрии, столь знакомое кристаллографам».

П. Кюри, 1894 г.

Магнитостатика с потенциальным магнитным полем

В последующем изложении будет использоваться поворотная симметрия, характеризующая неизменность природного объекта -- его пространственного положения, геометрии, физических свойств -- по отношению к повороту либо относительно одной оси, либо относительно двух взаимно ортогональных осей на угол $4\pi/n$ ($n = 2, 3, 4, \dots, \infty$).

Примером фигуры с одной поворотной осью 1-1 является каждая из половинок шара (рис.1). Фигура с двумя поворотными осями 1-1, 2-2 представлена шаром (рис.2).

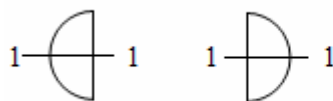


рис.1

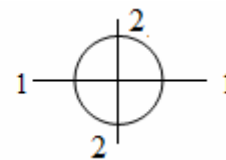


рис. 2

В 1890 году П. Кюри сформулировал следующий закон симметрии.

«Когда какие-либо причины порождают некоторые эффекты, элементы симметрии причин должны обнаруживаться в этих эффектах.»

Иначе говоря, следствию передаются некоторые симметричные свойства причины.

Приведём пункты поворотной симметрии, используемые в последующем изложении.

1. Двухосный объект можно образовать посредством совмещения одноосных.
2. У совмещённого объекта в результате удвоения числа поворотных осей изменяются физические свойства. Из одноосных они становятся двухосными.
3. Числа поворотных осей у причины и следствия одинаковые.

В магнитостатике с вихревым магнитным полем (рис.3) у электротокавого источника и его цилиндриобразного поля по одной поворотной оси (1-1).

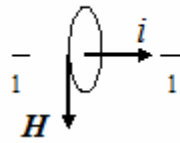


рис.3

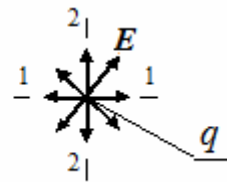


рис.4

В электростатике (рис.4) у зарядов и их шарообразного потенциального поля по две (1-1, 2-2).

Из пункта 1 следует, что двухосную магнитостатику с потенциальным магнитным полем можно образовать посредством составления из двух одноосных магнитостатик с вихревым магнитным полем.

На рисунке 5 приведены две идеализации одноосных магнитостатик. В одной из них показано направление тока и вектора напряжённости магнитного поля для участка центрального провода коаксиального кабеля. В другой – для участка его цилиндрической оплётки. Каждая из магнитостатик инвариантна к повороту только относительно продольной оси 1-1. На рисунке 6 магнитостатики повернуты на 90° и совмещены так, что образуют участок коаксиального кабеля. Противоположно направленные токи в нём, разделённые диэлектриком, представляют собой двухосный источник магнитного поля. Без изменения его можно поворачивать вокруг своей продольной оси и переворачивать на 180° относительно центра участка кабеля.

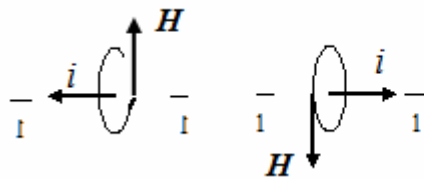


рис.5

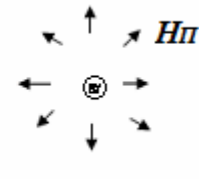


рис.6

Накладывающиеся равные встречные векторы напряжённости вихревых магнитных полей, образуемые противоположно направленными токами в центральном проводе и в цилиндрической оболочке, при геометрическом суммировании в итоге везде дают нуль-вектор ($\sum \mathbf{H} = 0$).

С математической точки зрения нуль-вектор есть ничто. Он не имеет направленности, а его модуль равен нулю. В теориях природных явлений используются векторы с физическим наполнением, которое в нуль-векторной ситуации беспричинно исчезнуть не может.

В рассматриваемом примере (Рис.5) каждый модуль вектора напряжённости \mathbf{H} описывает количественную меру вихревого магнитного свойства. Равные встречно накладывающиеся векторы, согласно принципу суперпозиции, взаимно компенсируются. Но исчезают только исходные магнитные свойства полей, а не сами магнитные поля. Их количественной мерой является локальная балансовая плотность магнитной энергии, подчиняющаяся принципу сохранения. Плотность магнитной энергии связана с магнитным свойством равенством.

$$\omega_M = \frac{\mu_0 |\mathbf{H}|^2}{2}. \quad (1)$$

В каждой точке около коаксиального кабеля в локальный баланс входят положительные плотности энергии магнитных полей обоих токов, положительные плотности потенциальных энергий взаимного притягивания нитевидных токов в цилиндрической оболочке, отрицательная плотность потенциальной энергии радиального отталкивания током в центральном проводе нитевидных токов в цилиндрической оболочке. В результате суммирования составляющих баланса получается положительный результат. В пространстве около коаксиального кабеля с

противотоками, при условии взаимной компенсации вихревых свойств ($\sum \mathbf{H} = 0$), магнитная энергия имеется ($\omega_M > 0$). Её свойство другое, безальтернативно потенциальное (\mathbf{H}_Π), так как в рамках известных знаний иной замены взаимно скомпенсировавшимся вихревым свойствам нет. Одна и та же магнитная энергия проявляет себя материальной основой магнитных полей с вихревым и потенциальным свойствами. Подчеркнём, что результат ($\sum \mathbf{H} = 0$, $\omega_M > 0$) получен в рамках известных знаний. Он основывается на принципах суперпозиции и сохранения энергии. Предположением является замена взаимно скомпенсировавшихся вихревых свойств накладывающихся магнитных полей потенциальным свойством у общего поля. Оно подтверждено экспериментально.

Скалярная плотность тока -- источник потенциального магнитного поля

В дифференциальных уравнениях максвелловской электродинамики магнитостатика представлена равенством (2), где одноосный источник одноосного вихревого магнитного поля есть плотность тока (3) электрических зарядов

$$\mathbf{J} = \text{rot } \mathbf{H}, (2) \mathbf{J} = \rho \mathbf{V}. (3)$$

Для двухосного потенциального магнитного поля нужен двухосный вариант источника. Первый член в правой части равенства (3) не допускает каких либо изменений по причине принципа сохранения суммы электрических зарядов в замкнутой системе. Для поиска подходящего варианта остаётся второй член. Задача оказалась предельно ограниченной – найти движение зарядов, нетождественное используемому в (3).

В результате осмысления задачи в протяжённом варианте источника было предположено, что искомым может быть сферически-симметричное движение системы зарядов, обладающее двухосной симметрией. Примером является радиальное движение электрически заряженной упругой сферической оболочки. При снижении давления в барокамере оболочка равномерно расширяется внутренним давлением. В результате электрические заряды и их поля движутся с одинаковой радиальной скоростью \mathbf{V} .

Для вычисления плотности тока нужно знать скорость системы зарядов как единого целого. Итогом геометрического суммирования радиальных скоростей всех зарядов является нуль-вектор. Этот результат не может отрицать факт их движения. Нуль-вектором констатируется утрата системой зарядов (её центром) направленности движения относительно внешнего наблюдателя. Её количественной характеристикой становится внутреннее движение зарядов относительно центра, описываемое скалярным модулем нуль-вектора

$$\sum V_i \equiv |\mathbf{V}|. (4)$$

Для вычисления суммарного электрического потенциала φ в выбранной точке, удалённой от центра сферы на расстояние $L \gg r$, в качестве источника электрического поля используется алгебраическая сумма всех зарядов (5).

Для вычисления суммарного магнитного потенциала (6) в этой же точке нужно суммарный электрический потенциал (5) умножить на суммарную безнаправленную скорость (4) движения полей потенциалов, образуемых всеми зарядами

$$\varphi = \frac{\sum q_i}{4\pi L}, (5) |A| = \varphi \frac{|\mathbf{V}|}{c^2}. (6)$$

Согласно векторной алгебре градиент скалярного поля есть вектор. Запишем в сопоставлении эту связь для скалярных полей электрических и магнитных потенциалов

$$\text{grad } \varphi = -\mathbf{E}, (7) \text{ grad } |A| = -\mathbf{B}. (8)$$

В идеализации уменьшения оболочки до бесконечно малого радиуса получим скалярный вариант плотности тока электрических зарядов (9), входящий компонентой в 4-мерную скалярную плотность тока (10), и 4-мерный вариант скалярного электромагнитного потенциала (11)

$$| \mathbf{J} | = \rho | \mathbf{V} |, (9) \quad J^\nu_\nu = (\rho C, | \mathbf{J} |), (10) \quad A^\nu_\nu = \left(\frac{1}{C} \phi, | \mathbf{A} | \right). (11)$$

В равенстве (2) ротор магнитного вектора есть стремящееся к бесконечно малой величине отношение циркуляции этого вектора вокруг замкнутой петли к её площади. Вихревое магнитное поле с такой характеристикой (12) создаётся векторной плотностью тока электрических зарядов \mathbf{J} .

В рассматриваемом примере замкнутая петля заменена замкнутой поверхностью сферы. Стремящееся к бесконечно малой величине отношение потока магнитного вектора через замкнутую поверхность сферы к объёму, ей охватываемому, есть дивергенция этого вектора (13). Потенциальное магнитное поле с такой характеристикой создаётся скалярной плотностью тока электрических зарядов $| \mathbf{J} |$, описываемой модулем нуль-вектора (9)

$$\mathbf{J} = \text{rot } \mathbf{H}, (12) \quad | \mathbf{J} | = \text{div } \mathbf{H}. (13)$$

Переход от описания магнитостатики с вихревым магнитным полем к магнитостатике с потенциальным магнитным полем есть переход от теоремы Стокса к теореме Гаусса.

Как известно, теорема Гаусса справедлива для замкнутых поверхностей любой конфигурации. А модуль нуль-вектора плотности тока электрических зарядов, в общем случае имеющий три компоненты

$$| \mathbf{J} | = (| J_x |, | J_y |, | J_z |), (14)$$

записывается следующими вариантами. Приравняв нулю компоненту $| J_y |$, получим осесимметричную плотность тока. А если к нулю приравняем ещё и компоненту $| J_z |$, то результатом будет аксиально-симметричный вариант источника.

Скалярный ток, образующий потенциальное магнитное поле, в протяжённом варианте можно для практических целей реализовать многообразно.

Уравнений двух электродинамик

Формулирование основ невихревой электродинамики исходило из понимания того, что одна и та же электромагнитная энергия является материальной основой как максвелловских, так и невихревых электромагнитных полей, различающихся своими поворотными симметриями.

Для сопоставления уравнений двух электродинамик используем следующую связь между поворотной симметрией и физикой. Симметриям природных явлений соответствуют симметрии описывающих их геометрических величин. Вектор, геометрическим образом которого является цилиндр, одноосен. Он неизменен при повороте только относительно одной продольной оси. Скаляр, геометрическим образом которого является шар, двухосен. Он совмещается сам с собой при повороте относительно двух взаимно ортогональных осей.

Из четырёх основных уравнений максвелловской электродинамики

$$\text{rot } \mathbf{E} = - \frac{\partial \mathbf{B}}{\partial \tau}, (15) \quad \text{rot } \mathbf{H} = \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial \tau} + \mathbf{J}, (16)$$

$$\text{div } \mathbf{E} = \frac{1}{\epsilon_0} \rho, (17) \quad \text{div } \mathbf{B} = 0 (18)$$

равенства (15), (16) являются одноосными.

Для двухосного варианта невихревых электродинамических явлений одноосные уравнения (15), (16) были преобразованы в двухосные, унаследовавшие при этом физическую суть максвелловских

$$\operatorname{div} E = -\frac{\partial |B|}{\partial \tau} + \frac{1}{\varepsilon_0} \rho, \quad (19) \quad \operatorname{div} H = \frac{\partial |D|}{\partial \tau} + |J|. \quad (20)$$

Они включают электростатику и магнитостатику с потенциальными полями.

Математическая связь между уравнениями двух электродинамик выявляется посредством равенства (21). Известное левое векторное уравнение умножается на единичный безразмерный 4-мерный вектор. В правой части получается скалярный вариант исходного уравнения с аналогичным по своей сути физическим содержанием

$$[A^\nu = -\mu_0 J^\nu] g_\nu = [A^\nu_\nu = -\mu_0 J^\nu_\nu]. \quad (21)$$

В нём 4-мерная скалярная плотность тока и 4-мерный скалярный электромагнитный потенциал раскрыты в разделе 3.

Приравняв нулю в левой и правой частях равенства (21) токовые источники получаем связь между волновыми уравнениями для потенциалов поперечной и продольной электромагнитных волн.

$$[A^\nu = 0] g_\nu = [A^\nu_\nu = 0]. \quad (22)$$

Двухступенчатые эксперименты по обнаружению продольных радиоволн и продольного света

В [1] приведено описание одноступенчатых экспериментов по обнаружению потенциального магнитного поля, основывающиеся на свойстве воды поглощать магнитную энергию стационарного потенциального магнитного поля. В результате свойства воды изменяются. Факт изменения свойств выявлялся методом чернильного тестирования.

В воде и в твёрдых диэлектриках упругие электростатические связи испытывают тепловые колебания. При этом тепловая энергия перерабатывается в электромагнитную энергию излучаемых поперечных радиоволн. Их направления, частоты, амплитуды, фазы, поляризации распределены хаотично. Среди громадного множества различных вариантов интерференций радиоволн встречаются и противофазные (нуль-векторные), или близкие к ним. Они образуют продольную составляющую в радиоволнах ($\approx 2\%$).

Источники света так же имеют громадное множество локальных излучателей. Неизбежность наличия противофазных наложений приводит к образованию продольной световой составляющей. Она выявлена в свете всех исследованных излучателей.

Как и образование двухосного потенциального магнитного поля в результате нуль-векторного наложения одноосных вихревых полей, двухосные продольные электромагнитные волны образуются при нуль-векторном наложении одноосных вихревых.

Для обнаружения продольных радиоволн и продольного света использовались двухступенчатые эксперименты, основывающиеся на свойстве электропроводников поглощать их электромагнитную энергию, намагничиваясь при этом потенциальным магнитным полем.

В одноступенчатой и двухступенчатой методиках поглощение энергии водой и электропроводниками обусловлено тем, что ***потенциальное магнитное поле, или его компонента в продольной электромагнитной волне, воздействуют на движущиеся электрические заряды продольной магнитной силой, совершающей работу.*** Это обстоятельство обуславливает чувствительность обеих методик только к потенциальному магнитному полю, поскольку вихревое магнитное поле поперечной силой работы над движущимися зарядами не совершает.

С использованием двухступенчатого эксперимента, использующего эффект намагничивания электропроводника потенциальным магнитным полем, обнаружена продольная составляющая радиоволн (0,5—2,0 см.), выходящих из охлаждённой воды (Фото 1), или из льда.

Из подсоленной воды. На фотографии 2 показан эксперимент по обнаружению продольной составляющей в свете лампы накаливания.



Фото 1



Фото 2

Выявлена повышенная проходимость продольных радиоволн (Фото 3) и продольного света (Фото 4) сквозь вещество. Некоторая их часть проходила сквозь пластину ($h = 4,8\text{мм.}$) из стали, намагничивая потенциальным магнитным полем алюминиевый цилиндр.



Фото 3



Фото 4

Алюминиевый цилиндр или брусок намагничивались в потенциальной магнитной составляющей (40-60 мин.). Затем поле намагничивания обнаруживалось методом чернильного тестирования пробирочной воды, выдержанной (12-15 мин.) в отверстии электропроводника (Фото 5).



Фото 5

Заключение

В сопоставлении закона Ньютона и закона Гука физические различия ясны. Оба закона описывают разные стороны одной и той же природной сущности -- воздействие механической силы на тело, обладающее массой и упругостью. Первое свойство сопротивляется ускорению, второе деформации. Симметричное отношение стало понятным через три столетия. Векторный закон Ньютона одноосный, а скалярный закон Гука двухосный.

В отсутствии достоверных эмпирических фактов симметричный анализ условий образования потенциального магнитного поля имел предсказательное значение, опередившее экспериментальное обнаружение. Магнитостатика с двухосной поворотной симметрией стала исходным пунктом для создания двухосной невихревой электродинамики.

Мировоззренческий аспект общей теории относительности заключается в установлении взаимосвязи между геометрией и физикой в предельно общем виде. Отношение между максвелловской и невихревой электродинамикой выявляет связь между конкретными симметричными свойствами геометрии и конкретными физическими свойствами электродинамических явлений.