

**ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ МЕТРОЛОГИЯ.
МАГНИТОПОЛЕВАЯ ТЕОРИЯ ИЗМЕРЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЯВЛЕНИЯ
ПЕРЕНОСА ЭНЕРГИИ И ИНФОРМАЦИИ СКВОЗЬ МАТЕРИАЛ ИЛИ
ВЕЩЕСТВО**

ЧАСТЬ 2.1. УСЛОВИЯ ПРОЯВЛЕНИЯ МАГНИТОПОЛЕВЫХ ЭФФЕКТОВ И ЯВЛЕНИЙ

Аннотация

В работе рассмотрены новые представления о конфигурации магнитного поля постоянного магнита. Рассмотрены условия проявления и сущность ряда магнитополевых эффектов и явлений, приведены соответствующие иллюстрации и пояснения.

Обобщены и классифицированы данные о многообразии эффектов и явлений взаимодействия магнитного поля с материей и условиях, при которых возможно получение этих эффектов и явлений. Показано, что благодаря выполнению конкретных условий осуществления взаимодействия энергии и материи обеспечивается возможность открытия и теоретически обоснованного получения новых эффектов и явлений.

На конкретных примерах показано, при каких условиях достигается левитация диамагнетиков в постоянном и в переменном магнитном поле. Это подтверждает необходимость соблюдения общих и частных требований к каждому исследуемому материалу (веществу) и к источнику магнитного поля.

Установлено, что исследуемые объекты (материалы) должны рассматриваться как открытые или закрытые физические системы замкнутого или разомкнутого типов, статические или динамические. Только в технических системах замкнутого типа выполняются законы сохранения электромагнитной и механической энергий.

Показана огромная роль конфигурации магнитного поля на получение устойчивого во времени и в пространстве магнитополевого эффекта и явления.

Работа представляет интерес для метрологов, специалистов, магистров и аспирантов, изучающих магнитополевые эффекты и явления, пути и методы их использования при создании сенсоров физических величин, а также измерения свойств материалов, подверженных воздействию магнитных полей.

Ключевые слова: магнитополевой эффект, явление, магнитное поле, материал, вещество.

V.T. KONDRATOV

V.M. Glushkov Institute of cybernetics of National academy of Science of Ukraine

FUNDAMENTAL METROLOGY.

**THE MAGNETIC-FIELD THEORY OF MEASUREMENTS WITH USE THE PHENOMENON
OF TRANSFER OF ENERGY OR INFORMATION THROUGH MATERIAL OR SUBSTANCE**

Part 2.1. Conditions of manifestation of magnetic-field effects and phenomena

Abstract —In paper new representations about a configuration of a magnetic field of a constant magnet are considered. The conditions of manifestation and the essence of a number of magnetic field effects and phenomena are considered in the paper, corresponding illustrations and explanations are given.

Data on the variety of effects and phenomena of the interaction of a magnetic field with a matter and the conditions under which these effects and phenomena are possible are generalized and classified. It is shown that, due to the fulfillment of specific conditions for the interaction of energy and matter, it is possible to discover and theoretically substantiate the receipt of new effects and phenomena.

On concrete examples it is shown, under what conditions the levitation of diamagnetics in constant and in a variable magnetic field is reached. It confirms necessity of observance of the general and private requirements to each investigated material (substance) and to a magnetic field source.

It is established that the investigated objects (materials) should be considered as open or closed physical systems of closed or open types, static or dynamic. Only in technical systems of a closed type are the laws of conservation of electromagnetic and mechanical energy fulfilled.

The huge role of the magnetic field configuration for achieving the magnetic-field effect and the phenomenon, stable in time and in space, is shown.

The paper is of interest for metrologists, experts, masters and the post-graduate students studying magnetic-field effects and the phenomena, ways and methods of their use at creation of sensor controls of physical sizes, and also measurements of properties of the materials subject to influence of magnetic fields.

Keywords: magnetic-field effect, the phenomenon, a magnetic field, a material, substance.

Введение

В настоящее время особое внимание уделяется исследованиям энергии Ферми и дискретных энергетических уровней Ландау различных материалов и веществ макро- и микромира. Установлено, что их измерение возможно при условии раскрытия сущности магнитополевых эффектов взаимодействия отрицательно заряженных частиц вещества и материала с магнитным полем.. Изучение электрических и электроизоляционных свойств листовых материалов на нано уровне связано, как правило, с разными магнитополевыми эффектами. Отсутствие методов и средств измерений энергии листовых материалов, обусловлено отсутствием понимания сущности и условий проявления магнитополевых эффектов, взаимо-

действия магнитного поля и вещества (материала). В этой связи задача изучения природы магнитопольевых эффектов несомненно является актуальной. Она неразрывно связана с созданием и установлением условий, при которых эти эффекты проявляются, с изучением процессов взаимодействия магнитного поля того или иного диапазона частот и конфигурации с исследуемым листовым материалом или веществом.

В работе описана сущность наиболее интересных магнитопольевых эффектов и явлений, приведены соответствующие иллюстрации, установлены и указаны основные условия их воспроизведения.

Объект исследований — магнитопольевые эффекты и явления.

Предметом исследований являются: явление двухконтурного распределения замкнутых силовых линий напряженности магнитного поля искусственно созданного постоянного магнита прямоугольной формы, установление основных условий взаимодействия магнитного поля и материала (вещества), выбор формы и магнитных свойств материала, спектрального состава и конфигурации магнитных полей, воздействующих на данный материал (вещество), при которых имеет место проявление того или иного магнитопольевого эффекта или явления.

Целью работы является изучение фундаментальных магнитопольевых эффектов и явлений и условий их возникновения или проявления.

Результаты исследований

Философские аспекты

В работе [1] изложены философские аспекты магнитопольевой теории измерений. Для их расширения рассмотрим сущность и уточним определения ряда понятий, которые используются при описании магнитопольевых эффектов и явлений: магнитный экватор, экваториальная линия, магнитная яма, магнитная подушка и конфигурация магнитного поля.

Примем называть «экватором» постоянного магнита условную линию его сечения горизонтальной плоскостью, проходящей через геометрический центр магнита, перпендикулярно его вертикальной оси симметрии.

Объемное магнитное поле обычно представляется в виде трехмерного геометрического образа (фигуры), обладающего осью симметрии ($N-S$), и перпендикулярной ей плоскости симметрии. Последняя разделяет геометрический образ магнитного поля на две равновеликие (подобные) северную и южную части. Для такого образа «магнитный экватор» — это воображаемая линия соприкосновения с плоскостью симметрии равновеликих, но диаметрально противоположных изображений северной и южной частей (полюсов) магнитного поля.

В общем случае положение экватора постоянного магнита не совпадает с положением магнитного экватора магнитного поля этого магнита. Последнее объясняется неоднородностью структуры материала, из которого выполнен постоянный магнит, например, прямоугольной или цилиндрической формы.

«Магнитным экватором» будем называть условную линию сечения магнитного поля постоянного магнита горизонтальной плоскостью, проходящей через геометрический центр симметрии перпендикулярно вертикальной оси симметрии, соединяющей северный и южный полюсы постоянного магнита.

Синонимом понятия «магнитный экватор» является понятие «экваториальная линия» магнита (или трехмерного геометрического образа магнитного поля), т.е. линия сечения объемного магнитного поля горизонтальной плоскостью, проходящей через геометрический центр постоянного магнита перпендикулярно вертикальной оси симметрии, соединяющей северный и южный полюса этого магнита.

Упомянутую горизонтальную плоскость будем называть «экваториальной плоскостью» магнита или магнитного поля, которая является источником информации о степени неоднородности энергии поля или неоднородности вещества, из которого выполнен магнит. В идеальном постоянном магните экваториальная плоскость является плоскостью раздела на две равновеликие по объему части (с северным и южным полюсами) как самого магнита, так и силовых линий магнитного поля, охватывающие эти части магнита.

На практике создать идеальный магнит затруднительно. Неоднородность материала, из которого изготавливается постоянный магнит, приводит к асимметрии частей и полей магнита, к искажению формы экваториальной линии и к неоднородности поверхности экваториальной плоскости.

Магнитопольевая среда — материальная среда (эфир), в которой осуществляется взаимодействие материи, энергии и информации.

Магнитопольевая подушка — совокупность силовых линий магнитного поля определенной плотности и конфигурации, способная удерживать в подвешенном состоянии (без точки опоры) тело, обладающее магнитными свойствами, определенной формы (конфигурации), структуры, размеров и веса в течении заданного интервала времени.

Конфигурация магнитного поля — совокупность частиц с магнитными дипольными моментами, представляющие собой силовые линии магнитного поля разной объемной плотности, формы и значений векторов индукции магнитного поля в каждой точке пространства, окружающего источник магнитного поля, состояние которых описывается структурными и/или функциональными моделями.

Визуализация силовых линий магнитного поля может быть осуществлена с помощью элементарных частиц — фотонов.

Новые представления о конфигурации магнитного поля постоянного магнита

XXI век ознаменовался важным событием в физике. В 2015 году было экспериментально установлено (см. [2, 3]) явление распределения замкнутых магнитных силовых линий постоянных магнитов прямоугольной, цилиндрической и шарообразной формы в виде двух объемных (трехмерных) составляющих магнитного поля, расположенных сверху и снизу от экваториальной плоскости постоянного магнита, перпендикулярной его оси симметрии, проходящей через южный и северный полюса этого магнита.

Магнитные силовые линии начинаются от правой (восточной) стороны магнитного экватора, разделяющего магнит на две равнозначные части, распространяются в направлении расположения южного и северного магнитных полюсов по часовой и против часовой стрелки, соответственно, а затем эти линии замыкаются на левой (западной) стороне «магнитного экватора».

Другими словами, выделены два замкнутых контура распределения магнитных силовых линий постоянного магнита с востока на запад (или справа на лево) через, соответственно, южный и северный полюса магнита (рис 1, б, идеализированная диаграмма) [3, 4].

Явление двухконтурного распределения замкнутых силовых линий напряженности магнитного поля постоянного магнита назовем «явлением Владимира Великого»¹, экспериментальные исследования которого и привели к открытию данного явления (см. видеоролики [3, 4]).

К сожалению, на сегодня отсутствует математическая модель классического представления распределения силовых линий магнитного поля постоянного магнита (рис 1, в), не представлена и не описана адекватная математическая модель открытого явления (рис. 1, а, б).

На рис. 1, а, приведены экспериментально полученные и продемонстрированные на YouTube (см. видеоролики [3, 4]) графические изображения замыкающихся на магнитном экваторе силовых линий напряженности магнитного поля постоянного магнита прямоугольной формы. Как видно из рис. 1, а, б, входящие слева (с запада) и выходящие справа (с востока) силовые линии напряженности постоянного магнитного поля напоминают собой цифру восемь.

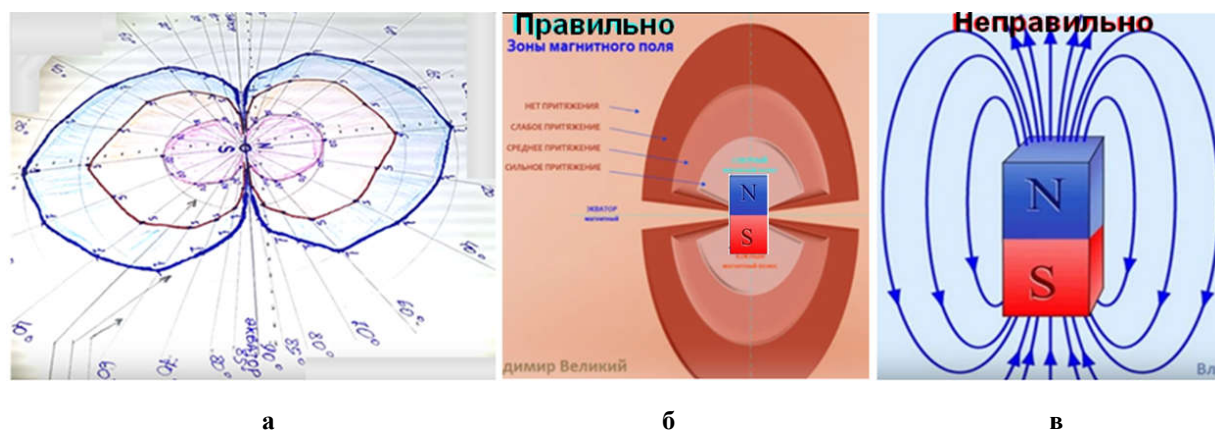


Рис. 1. Графические изображения: а) экспериментально снятой диаграммы; б) правильной диаграммы; в) неправильной диаграммы силовых линий магнитного поля прямоугольного по форме постоянного магнита

На рис. 1, б и на рис. 2 приведены изображения правильного, а на рис. 1, в неправильного распределения силовых линий магнитного поля постоянного магнита прямоугольной формы по данным работ [3, 4].

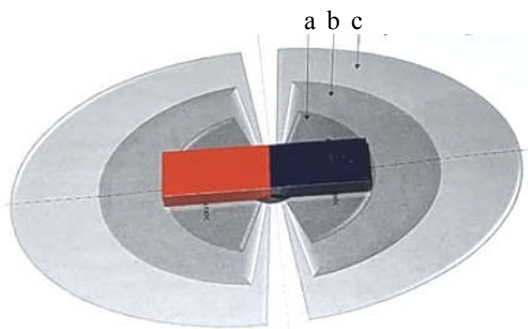


Рис. 2. Изображение проекции зон напряженности магнитного поля постоянного магнита: сильной (а), средней (б) и слабой (с)

В области «магнитного экватора» силовые линии напряженности магнитного поля расположены параллельны друг другу, направлены с запада на восток и имеют весьма малое значение вектора индукции магнитного поля, несмотря на большую плотность сосредоточения (рис 1, б и рис. 2). Входящие и выходящие силовые линии магнитного поля северного и южного полюсов постоянного магнита создают между собой весьма малый по значению и трудно различимый угол, зависящий от значения вектора индукции магнитного поля южного и северного полюсов магнита.

Внутри экваториальной плоскости силовые линии магнитного поля устанавливаются параллельно друг другу и создают эффект взаимного отталкивания и уплотнения. При неоднородной структуре материала магнита линия магнитного экватора становится ломанной, а поверхность магнитного экватора становится неоднородной [4]. В идеале магнит должен быть выполнен в виде открытой физической системы разомкнутого типа из материала с идеально однородной структурой, строго прямоугольной формы, отвечать принципу (закону) симметрии и иметь соответствующие центры симметрии.

Классическая физика считает, что силовые линии напряженности магнитного поля постоянного магнита направлены от северного полюса к южному (рис. 1, в). Это не правильное представление. На самом деле замкнутые силовые линии напряженности магнитного поля постоянного магнита входят в магнитный экватор слева (с запада), а выходят справа (с востока), и возвращаются на лево (на запад) через вершины, соответственно, южного и северного магнитных полюсов, имеющих максимальные значения вектора индукции магнитного поля (рис 1, а, рис. 2). В области магнитного экватора значение вектора индукции весьма мало, но не равно нулю.

¹ по имени исследователя

Покажем, что справедливость открытого явления подтверждается законом сохранения энергии магнитного поля. Для постоянного магнита строго прямоугольной формы, выполненного из однородного материала и разделенного на две части условной линией — магнитным экватором, данный закон формулируется следующим образом: «относительно магнитного экватора значение энергии магнитного поля северного полюса постоянного магнита равно значению энергии магнитного поля южного полюса данного магнита», но вектора индукции магнитных полей направлены в диаметрально противоположные стороны, — к северному и к южному полюсам постоянного магнита соответственно».

Математически этот закон описывается равенствами:

$$\int_{V,S} w_S(\vec{r},t)dV = - \int_{V,S} w_N(\vec{r},t)dV, \quad (W_S = -W_N) \quad (1)$$

или

$$\int_{V,S} w_S(\vec{r},t)dV + \int_{V,S} w_N(\vec{r},t)dV = \text{const}, \quad (W_S + W_N) = W_\Sigma = \text{const}, \quad (2)$$

где S — параметр, характеризующий неизменность структуры материала, из которого выполнен постоянный магнит (S — первая буква английского слова «structure»), причем однородность структуры описывается условием $S_S = S_N = S$; V — объем северной и южной условно разделенных магнитным экватором частей постоянного магнита прямоугольной формы, для которого $V = k_2 \cdot l \cdot s$, где $k_2 = 2$, т.е. объем северной или южной части равен произведению длины «северной» или «южной» части на площадь поперечного сечения магнита; w_S и w_N — объемная плотность распределения энергии магнитного поля, соответственно, южной и северной условных частей магнита; t — время, в течении которого максимальное значение энергии магнитного поля сохраняется неизменным; \vec{r} — некоторый условный радиус-вектор, в пределах которого проявляется действие энергии магнитного поля; «-» знак, характеризующий диаметрально противоположное направление векторов индукции магнитного поля северного полюса по отношению к южному; W_S и W_N — энергия магнитного поля южной и северной условных частей постоянного магнита.

Приведенные равенство (1) и (2) являются математическими моделями магнитного поля постоянного магнита и описывают именно две его составляющие. Суммарная энергия постоянного магнита есть величина постоянная (см. (2)).

При наличии неоднородностей в одной (например, южной) условной части постоянного магнита по отношению к другой (северной) части закон сохранения энергии математически описывается уравнением величин:

$$\int_{(V+\Delta V),S} w_S(\vec{r},t)dV - \int_{\Delta V,S_S} \Delta w_S(\vec{r},t)d\Delta V = - \int_{V,S} w_N(\vec{r},t)dV, \quad (3)$$

где ΔV — изменение объема вещества (и энергии), обусловленное микропорами и другими неоднородностями структуры материала магнита; $\int_{\Delta V,S_S} \Delta w_S(\vec{r},t)d\Delta V$ — изменение энергии магнитного поля южного

полюса относительно северного за счет неоднородности структуры материала.

Согласно (3), уменьшение объемной плотности энергии магнитного поля автоматически компенсируется увеличением объема этой части на ΔV за счет смещения «магнитного экватора» на $\Delta l = \Delta V / s$ (s — площадь поперечного сечения магнита прямоугольной формы) к противоположному полюсу (в данном случае к «северному полюсу»). Экспериментально это было подтверждается смещением «магнитного экватора», как показано на рис. 3 (см. светлые поперечные линии и полосы на магниточувствительной пленке, приложенной к постоянному магниту).

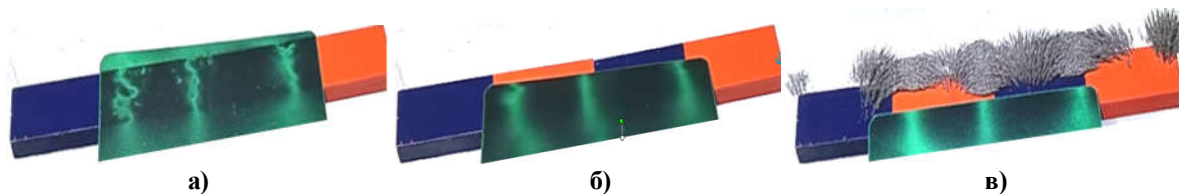


Рис. 3. Изображения формы смещенных экваториальной линией постоянных магнитов (светлозеленые линии) и силовых линий магнитного поля, обусловленные неоднородностью структуры материала

В качестве примера на рис. 4, а, б приведены изображения распределения силовых линий магнитного поля постоянных магнитов цилиндрической и шарообразной формы с использованием визуализатора магнитного поля [6]. Визуализатор изготовлен молодым исследователем магнитных полей постоянных магнитов Игорем Белецким с использованием магнитной жидкости и магнитооптического эффекта. Данные изображения получены в декабре 2017 года и опубликованы в [7]. Они убедительно

подтверждают наличие «явления Владимира Великого» для постоянных магнитов.

Открытие явления двухконтурного распределения замкнутых силовых линий напряженности магнитного поля постоянного магнита имеет важное народнохозяйственное значение. Так, например, известен китайский метод выращивания картофеля и получения урожая до 24 кг с одного куста (см. [8]). Согласно этому методу, в каждом клубне вырезается бороздка, как показано на рис. 5, а, в, в результате форма клубня становится подобной форме магнитного поля постоянного магнита.

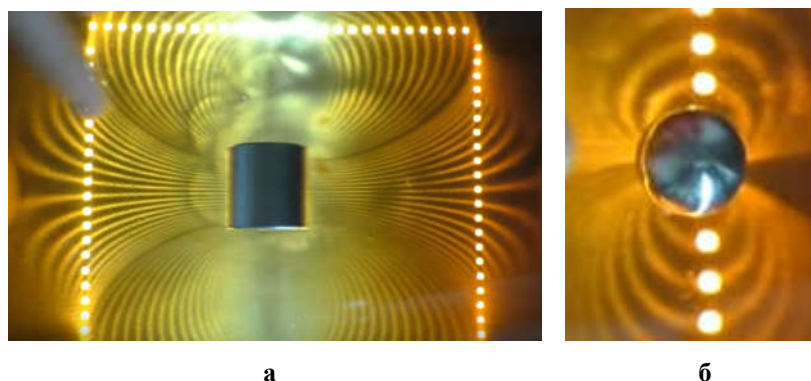


Рис. 4. Распределение магнитного поля постоянных магнитов цилиндрической и шарообразной формы

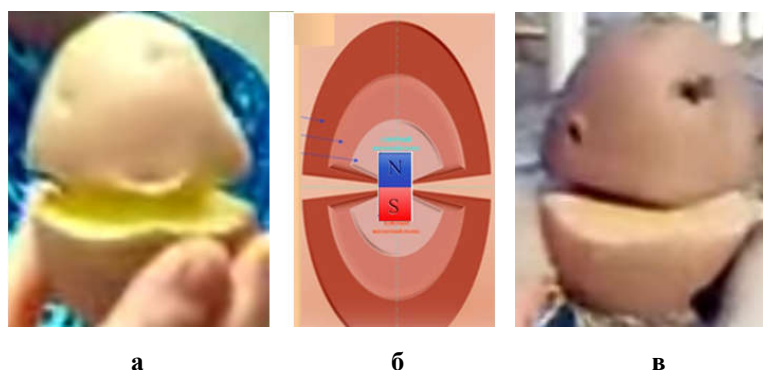


Рис. 5. Форма картофеля, подобная форме магнитного поля постоянного магнита

Благодаря такой форме клубня и его правильного расположения в почве относительно северного и южного магнитных полюсов Земли, происходит накопление энергии этого магнитного поля, активизация процесса роста стеблей из каждого глазка картофеля и, как следствие, получение высокого урожая картофеля. Конечно, эта гипотеза требует своего дополнительного изучения и исследования для разных сортов картофеля при строгом соблюдении китайской технологии его выращивания.

Таким образом, существование «явления Владимира Великого» не вызывает сомнений и достойно признания научной общественностью.

Эффекты и явления взаимодействия магнитного поля с веществом

Анализ состояния проблемы выявления и изучения разновидностей магнитоплевых эффектов и явления дало возможность классифицировать эффекты взаимодействия магнитного поля и вещества (рис. 6). В основу классификации положены такие классификационные признаки, как: выделение двух категорий материального мира; разновидности веществ и материалов по магнитной восприимчивости; вид представляемой (исследуемой) системы; тип материальной системы; состояние системы во времени; природа базовых видов эффектов и явлений, используемая энергия магнитного поля, частотный диапазон воздействий, конфигурация магнитного поля и наблюдаемые или измеряемые эффекты (процессы и параметры). Данная совокупность классификационных признаков позволяет использовать общенаучную методологию системного подхода, объединить условия и требования, предъявляемые к исследуемому веществу, материалу и магнитному полю при воспроизведении тех или иных магнитоплевых эффектов и явлений.

По первому признаку следует различать эффекты, обусловленные взаимодействием магнитного поля с веществами разной физической природы, магнитного поля с материалом, полученным из одного вещества или из группы веществ. В последнем случае учитываются всевозможные химические взаимодействия между веществами данной группы, приводящие к получению новых физико-химических, в том числе и магнитных, свойств материалов.

По признаку «разновидность веществ и материалов по магнитной восприимчивости» различают магнитоплевые эффекты, проявляющиеся в разной степени при воздействии магнитных полей на диамагнетики, парамагнетики, ферромагнетики, ферромагнетики, ферромагнетики, ферромагнетики, ферромагнетики и т.д. и т.п.

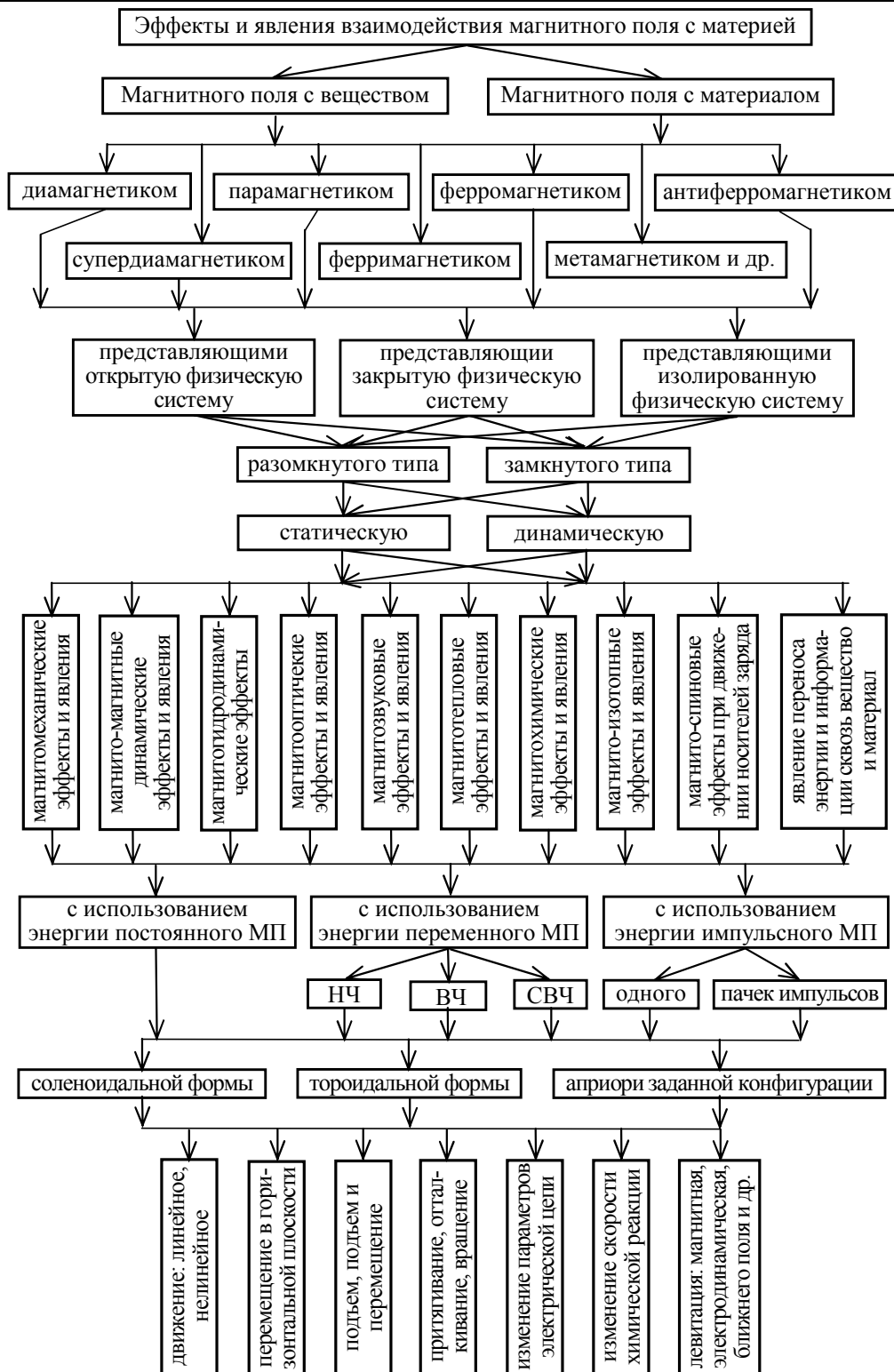


Рис. 6. Классификация эффектов взаимодействия магнитного поля и вещества

Системный подход предполагает, чтобы объект исследований представлял собой физическую, механическую или техническую систему определенного вида (открытую или закрытую), разомкнутого или замкнутого типа, проявляющую себя во времени и/или в пространстве, т.е. статическую или динамическую. Без знания этих аспектов невозможно практическое обнаружение или воспроизведение магнитопольных эффектов.

По физической «природе базовых видов эффектов и явлений» следует выделить следующие: магнито-механические эффекты и явления, магнито-магнитные динамические эффекты и явления, магнитогидродинамические, магнитооптические, магнитозвуковые, магнитотепловые, магнитохимические, магнитоизотопные, магнито-спиновые эффекты при движении носителей заряда, явление переноса энергии и информации сквозь вещество и материал и т.д.

По признакам «используемая энергия магнитного поля» и «частотный диапазон воздействий», различают эффекты и явления взаимодействия вещества и материала, полученные с использованием энергии постоянных,

переменных и импульсных (одиночного или группы импульсов) магнитных полей диапазона инфранизких, низких, высоких и сверхвысоких частот.

Важную роль в воспроизведении магнитопольевых эффектов и явления играет конфигурация магнитного поля используемого источника. По данному признаку различают эффекты и явления, полученные при использовании магнитных полей соленоидальной, тороидальной и иных форм, которые априори формируются с учетом поставленной задачи. Многочисленные исследования и эксперименты, демонстрируемые в YouTube, показали, что, например, эффект левитации не возможен без формирования «магнитной ямы» с помощью электромагнита или постоянных магнитов, что будет показано ниже.

По признаку «наблюдаемые или измеряемые эффекты (процессы и параметры)» выделяют следующие: линейное и нелинейное движение, перемещение в горизонтальной плоскости, подъем, перемещение и подъем, притяжение, отталкивание, вращение, изменение параметров электрической цепи, магнитная левитация, электродинамическая и другие (рис. 4).

Отличительной особенностью приведенной классификации является введение признаков, характеризующих условия проявления и получения магнитопольевых эффектов, связанные как с видом физической системы, так и с конфигурацией магнитного поля, действующего на эту систему. Напомним, что только в технических системах замкнутого типа выполняется закон сохранения энергии электромагнитного поля.

Благодаря многообразию материалов и разных форм взаимодействия их с магнитными полями, возможно получение ценной информации о результатах их взаимодействия и особенностях проявления тех или иных магнитопольевых эффектов и явлений. Наибольший интерес представляют те эффекты, которые связаны с движением, перемещением, вращением, нагревом, с изменением свойств элементов электрической цепи, со скоростями протекания химических реакций и т.п.

Магнитная левитация

Одним из важных эффектов взаимодействия магнитного поля и вещества является магнитная левитация. Магнитная левитация — это не технология и не метод подъема, как утверждается в Википедии [9], а процесс.. Предлагается иное, научное определение понятия «магнитная левитация»:

«*Магнитная левитация* — процесс изменения и удержания без точки опоры пространственного положения материального объекта, выполненного из материала или вещества с определенными магнитными свойствами и взаимодействующие с искусственно сформированным магнитным полем заданной конфигурации, направленного перпендикулярно горизонтальной плоскости поверхности материального объекта, расположенного над источником магнитного поля».

Приведем несколько примеров, подтверждающие важность выбора конфигурации магнитного поля и формы материального объекта при получении магнитопольевого эффекта левитации.

В [9] продемонстрирован эффект левитации (зависания без точки опоры) массивного алюминиевого диска над мощным электромагнитом. Последний питается от сети переменного тока 220 В, частотой 50 Гц. На рис. 7 приведены иллюстрации данного магнитопольевого эффекта, где: а) конструкция электромагнита; б) обесточенный электромагнит с диском из диамагнетика, в) включенный электромагнит с левитирующим диском.



а б в
Рис. 7. Иллюстрация магнитопольевого эффекта взаимодействия полей электромагнита и алюминиевого диска

Зависание диска над электромагнитом объясняется тем, что, при прохождении электрического тока через электромагнит возникает переменное магнитное поле. Последнее индуцирует в алюминиевом диске вихревые токи (токи Фуко). Последние, в свою очередь, создают переменное электромагнитное поле, силовые линии которого направлены навстречу силовым линиям напряженности магнитного поля электромагнита. Сила Ампера, возникшая в результате действия магнитного поля электромагнита на алюминиевый диск (диамагнетик), компенсирует силу тяжести алюминиевого диска при определенном значении силы тока в электромагните. В результате отталкивания одноименных полюсов магнитных полей и возникает эффект зависания (левитации) алюминиевого диска над поверхностью электромагнита.

Стабилизация положения алюминиевого диска осуществляется за счет выбора его диаметра меньшим диаметра электромагнита на (10 – 20)%, а также за счет формирования конфигурации магнитного поля в виде «магнитной ямы», точнее в виде упругой «магнитопольевой подушки», на которую «ложится» алюминиевый диск. Дополнительная стабилизация положения диска осуществляется за счет создания небольших отверстий (диаметром несколько миллиметров) в верхней части (на фасадной стороне) сердечника электромагнита, как показано на рис. 7, а. Это дополнительно увеличивает число центров формирования вихревых токов (токов Фуко) и их взаимосвязей с магнитным полем электромагнита, изменяя конфигурацию магнитного поля электромагнита. Об этих особенностях в работе [9] ничего не сказано.

Важным аспектом проявления описанного эффекта является формирование электромагнитом магнитного поля соленоидальной формы. Об этом свидетельствует сквозное отверстие в центре электромагнита (рис. 8, а), Соленоидальная форма магнитного поля обеспечивает формирование «магнитолевой подушки», на которой и покоится алюминиевый диск, демонстрируя эффект левитации. Второй особенностью реализации магнитолевого эффекта является выбор диска в форме круга, как и электромагнит, но диаметром на (10 – 20)% меньшим. При разнотипных формах поверхностей (круглая и квадратная, круглая и треугольная и т.д.) удерживать диска в подвешенном состоянии невозможно. Стабилизация положения алюминиевого диска возможна и при изготовлении в нем небольших отверстий, расположенных по окружности, как и в самом электромагните.

Некоторые исследователи магнитных полей считают, что эффект магнитной левитации невозможно получить с помощью постоянного магнитного поля. Это действительно так, если: не формировать и не использовать конфигурацию постоянного магнитного поля с «магнитной ямой» или «магнитной подушкой», не выполнить системное условие (требование), заключающееся в том, что исследуемый объект должен представлять собой систему замкнутого типа. В противном случае задача решается.

В качестве примера приведем данные работы [10]. Для достижения левитации использовалась матрица из шести неодимовых постоянных магнитов (рис. 8, кубики 5x5x5 мм). Магниты были расположены на стальное основание определенным образом: полюса магнитов выровнены по вертикали и чередовались (два верхних магнита установлены таким образом, чтобы северные магнитные полюса находились сверху, а два нижних магнита были расположены южными магнитными полюсами сверху) по диагонали.

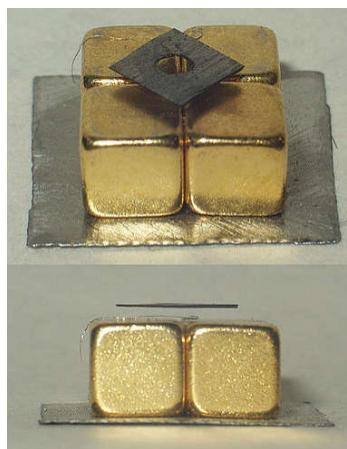


Рис. 8. Магнитная левитация

Необходимо обратить внимание на тот факт, что объект исследованных выполнен из диамагнитного материала. В качестве последнего была использована пластина из пиролитического графита (6x6 мм). С физической точки зрения данный объект представляет собой систему замкнутого типа. На это указывает отверстие по центру графитовой пластины. Наличие отверстия обеспечивает появление концентрических токов Фуко, а следовательно, и наводимого ими магнитного поля, противодействующего магнитному полю неодимовых магнитов. Последние, как известно, изготавливаются из материала с высокой остаточной магнитной индукцией и сохраняют состояние намагниченности в течение длительного времени.

Благодаря использованию шести неодимовых магнитов в виде кубиков, создается определенная конфигурация магнитного поля — в виде «магнитной ямы», обеспечивающая левитацию пиролитической графитовой пластины при использовании магнитного поля постоянного магнита (рис. 8, нижнее изображение). Следовательно, одним из требований по осуществлению левитации является создание «магнитной ямы», другим — использование механической системы замкнутого типа, выполненной из диамагнетика, т.е. материала с магнитной проницаемостью меньшей единицы. Получение информации о высоте подъема левитирующей пластины может быть осуществлено с использованием оптических методов измерений малых расстояний, например, с помощью интерферометра Майкельсона — путем измерения (или по результатам измерений) разности хода двух ИК-лучей, отраженных от неодимового магнита (через отверстие в пластине) и от поверхности левитирующей графитовой пластины.

Магнитная динамическая левитация

Рассмотрим динамическую левитацию кольцевого неодимового магнита в магнитном поле другого постоянного магнита. В качестве примера на рис. 9 приведено изображение динамической левитации кольцевого неодимового постоянного магнита малого диаметра над кольцевым постоянным магнитом большого диаметра по данным работы [11]. Стабилизация положения левитирующего магнита достигается благодаря созданию и использованию гироскопического эффекта при условии конструктивного исполнения магнита малого диаметра в виде волчка, вращающегося вокруг вертикальной оси симметрии (рис. 9, а).

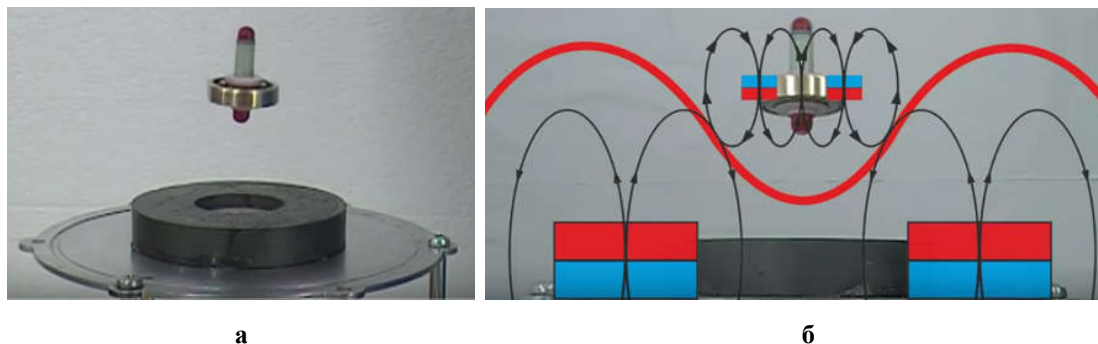


Рис. 9. Динамическая левитация при использовании постоянных магнитов

Графические построения, приведенные на рис. 9, б, показывают, что левитация постоянного магнита малого диаметра достигается за счет наличия «магнитной ямы» между магнитами (рис. 9, б, вогнутая часть синусоиды

красного цвета). Фактически эффект левитации возможен только при использовании гироскопического эффекта, обеспечивающего стабилизацию положения неодимового постоянного магнита.

Приведенные примеры свидетельствуют о возможности получения левитации некоторых объектов (тел) как в переменном, так и в постоянном магнитном поле при выполнении указанных условий и требований.

Воспроизведение совокупности магнитопольных эффектов

Еще одним примером, подтверждающим необходимость создания магнитного поля заданной конфигурации для воспроизведения магнитопольных эффектов, является процесс плавления левитирующего бразца металла в магнитном СВЧ поле [12]. Как видно из рис. 10, б, при изготовлении колебательного контура определенной формы и использовании его в качестве нагрузки СВЧ генераторе, возможно достижение четырех магнитопольных эффектов: левитации, ориентирования, формообразования и плавления. Это стало возможным при условии выполнения выходного колебательного контура мощного СВЧ генератора в форме, подобной форме параболоида вращения. Последнее обеспечивает зависание в фокальной области колебательного контура образца металла за счет возникновения в нем токов Фуко и соответствующего магнитного поля. В рассматриваемом случае был использован металлический ролик цилиндрической формы (рис. 10, а, б, в). Благодаря такой конфигурации магнитного поля образец металла (ролик) сразу ориентируется вдоль силовых линий магнитного поля сверхвысокой частоты (рис. 10, б). Нагрев образца осуществляется за счет высокой плотности энергии СВЧ поля (рис. 10, г, д). Образец нагревается до температуры плавления и принимает форму, соответствующую форме магнитного поля в фокальной области колебательного контура СВЧ генератора (рис. 10, д).

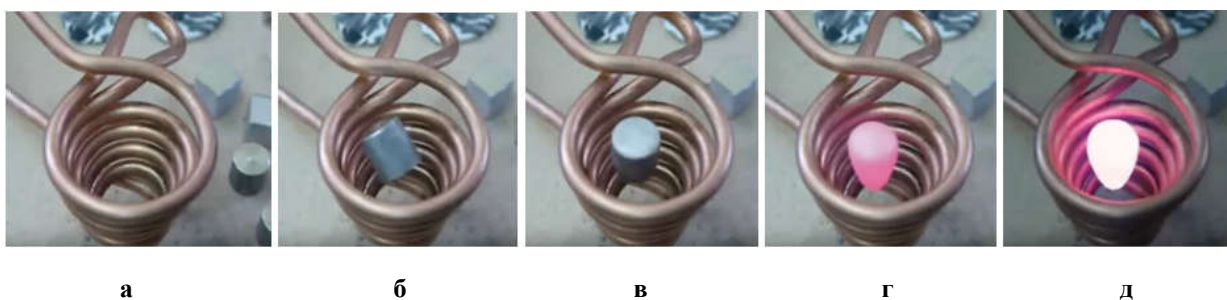


Рис. 10. Четыре разновидности магнитопольного эффекта при СВЧ плавке металла

Информация о температуре нагрева образца металла может быть получена путем ее измерения с помощью ИК-пирометра, путем измерения тока (мощности) в СВЧ контуре или путем отвода части энергии с помощью витка индуктивной связи и измерения соответствующей э.д.с. индукции, связанной с температурой определенной зависимостью.

Таким образом, левитация образца металла может сопровождаться и другими магнитопольными эффектами.

Магнитопольной эффект взаимодействия импульсного магнитного поля и катящегося медного шарика

Рассмотрим магнитопольной эффект взаимодействия постоянного магнитного поля двух и более квазиидентичных цилиндрических неодимовых магнитов, диаметрально расположенных на вращающемся по (против) часовой стрелке маховике. На рис. 11, а стрелка указывает направление вращения маховика. Медный шарик катящегося по замкнутому контуру (по окружности) подставки из оргстекла с пазами (рис. 11, в, г). Подставка расположена на неподвижном столике (рис. 11, б, в, г) над маховиком с магнитами и соосно с маховиком. Данный магнитопольной эффект демонстрируется в Интернете (см. [12]). Фрагментарно движение медного шарика прототив часовой стрелки показано на рис. 12, а, б, в, г.



Рис. 11. Изображение механической системы для демонстрации действия магнитного поля на медный шарик, где: а) вращающаяся латформа с двумя круглыми неодимовыми магнитами; б) маховик с магнитами и неподвижный столик из изоляционного материала; в) круглая подставка с пазами, расположенными по окружности для направления движения шарика по замкнутому контуру; г) собранная конструкция механической системы замкнутого типа



Рис. 12. Вращение медного шарика против часовой стрелке при вращении маховика с магнитами по часовой стрелке

Сущность магнитополевого эффекта взаимодействия импульсного магнитного поля и медного шарика, являющегося диамагнетиком, заключается в том, что воздействие на медный шарик радиусом r_0 периодической последовательностью импульсов магнитного поля, формируемой двумя и более постоянными неодимовыми магнитами¹, диаметрально и симметрично расположенными на вращающемся по (против) часовой стрелке маховике, и описывающими окружность радиуса R , приводит к встречному поступательно-вращательному движению этого шарика по той же окружности радиуса R , т.е. против (по) движения часовой стрелки при условии, что воздействие силовых линий указанной последовательности импульсов магнитного поля на медный шарик осуществляется снизу вверх².

Данный эффект не проявляется, если вращающиеся неодимовые магниты расположить сверху подставки с пазом и медным шариком [13]. В этом случае медный шарик совершает движение по пазу замкнутого контура в том же направлении, в котором вращается маховик с постоянными магнитами. Движение осуществляется за счет взаимодействия магнитного поля неодимовых магнитов с импульсным магнитным полем, создаваемым в медном шарике токами Фуко, с противоположным направлением вектора магнитной индукции, т.е. противоположного полюса. В результате периодически действующего на шарик магнитного поля постоянных магнитов, происходит притягивание (захват) шарика независимо от установленных полюсов этих магнитов (S и S , N и N или S и N) [13]. При повышении частоты вращения магнитов, а, следовательно, и частоты взаимодействия полей, медный шарик покатится быстрее.

С позиции общенаучной методологии системного подхода, подставка с пазом и медным шариком рассматривается нами как открытая механическая (динамическая) система замкнутого типа, поскольку поступательное и вращательное движение шарика осуществляется только по пазам замкнутого контура (рис. 11, г). Маховик с неодимовыми магнитами (рис. 11, а) представляет собой не что иное, как источник направленного действия энергии магнитного поля постоянных магнитов.

При равномерном вращении маховика создается эффект импульсного воздействия на медный шарик силовых линий магнитного поля постоянных магнитов с периодом следования в два раза меньшим периода вращения маховика (в случае использования двух неодимовых магнитов).

Следовательно, магнитопольевой эффект проявляется в создании в механической (динамической) системе замкнутого типа, способной сохранять механическую энергию, встречного поступательно-вращательного движения медного шарика по пазу замкнутого контура (в частности, по окружности) при воздействии на него снизу вверх периодической последовательностью импульсов магнитного поля постоянных магнитов.

Как утверждается в [13], данный магнитопольевой эффект еще никем не объяснен.

Для разъяснения физической сущности описанного выше магнитополевого эффекта, рассмотрим парадокс поступательного и вращательного движения массивного шара по горизонтальной и гладкой поверхности стола, описанный в работе [14].

Парадокс поступательного и вращательного движения шара

Предположим, что шар массой m и радиусом r_0 катится влево по горизонтальному гладкому и плоскому столу. Со временем он замедляет движение и останавливается. Согласно второму закону Ньютона ($a = F/m$) должна существовать некоторая сила F (по всей вероятности что-то вроде силы трения, — $F \square F_{\text{тр}}$), действующая вправо, как показано на рис. 13, а. Линейное ускорение a , обусловленное силой F , также будет направлено вправо и скорость шара v будет уменьшаться [14]. Со временем шар остановится.

Если рассматривать вращательное движение шара, то, согласно уравнению динамики, момент силы M , вычисленный относительно центра масс (ЦМ) шара, равен произведению момента инерции на угловое ускорение, т.е. $M = J\alpha$, где J — момент инерции, α — угловое ускорение. Было установлено, что в этом случае сила $F_{\text{тр}}$ (рис. 13, а) способствует увеличению углового ускорения $\alpha = d\omega/dt$ и, следовательно, увеличению значения линейной скорости шара. Парадокс состоит в том, что сила $F_{\text{тр}}$ стремится замедлить поступательное движение шара, но ускорить его вращательное движение [14].

При абсолютной твердости материала шара и поверхности стола областью их контакта является точка (рис. 13, а). В этом случае на шар действуют сила тяжести $F_T = mg$ (где m — масса шара; g — ускорение свободного падения) и сила нормальной реакции F_N , проходящие через ЦМ (см. точку О).

¹ В зависимости от соотношения радиусов окружности и медного шарика (R/r_0)

² При расположении маховика с магнитами под столиком и подставкой с медным шариком

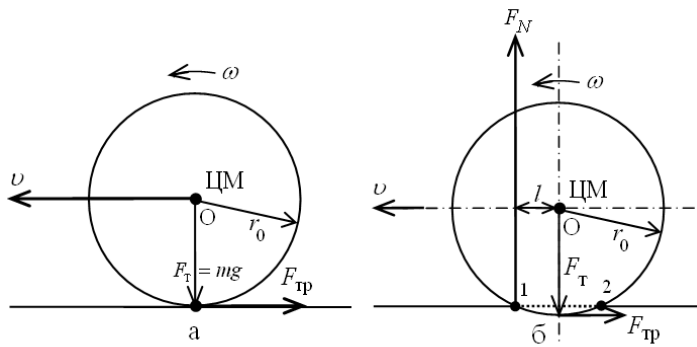


Рис. 13. Катящийся по столу шар и действующие силы:
а) при абсолютной твердости материала шара и стола,
б) при реальной твердости материала стола и шара

никает момент силы $F_N = -mg$, действующий в противоположном направлении по отношению к моменту силы, обусловленному силой трения $F_{тр} = ma$ (рис. 13, б). Поскольку поверхность стола действует на шар по всей области их контакта с силой F_N , то ее можно рассматривать как силу, действующую в точке «1» вертикально вверх на расстоянии l от ЦМ по направлению движения (рис. 13, б). Эта сила приводит к замедлению вращения шара.

Поверхность стола действует вверх с большей силой на переднюю часть шара в области его контакта со столом (рис. 13, б, точка 1) и действует вверх с меньшей силой на заднюю часть шара (рис. 13, б, точка 2) [14]. Это приводит к возникновению момента силы M_N и подтверждает тот факт, что точка приложения силы F_N должна находиться на расстоянии l перед центром масс шара. Момент силы $M_N = lF_N$ уменьшает угловое ускорение катящего шара и, тем самым, замедляет его вращательное движение.

Из уравнения динамики вращательного движения $M = J_{ш} \alpha$, где $J_{ш}$ — момент инерции шара ($\{J_{ш}\} = 0,4\{m_{ш}\}\{r_0\}^2$), имеем:

$$M_N - r_0 F_{тр} = J_{ш} \alpha . \tag{4}$$

Поскольку угловое ускорение α связано с линейным ускорением a соотношением $\alpha = a / r_0$, то из (4)

$$M_N = J_{ш} \frac{a}{r_0} + r_0 F_N . \tag{5}$$

Действующий на шар момент силы (5) за счет нормальной составляющей F_N оказывается в 1,4 раза большим момента силы, обусловленного силой трения, независимо от того, как быстро происходит замедление движения [14]. В случае очень твердых поверхностей скорость торможения практически равна нулю, что соответствует равенству нулю момента силы M_N ($\{M_N\} = 0$). Из этого равенства следует, что $l \approx 0$, т.е. линия действия силы F_N проходит очень близко к ЦМ.

Следовательно, для сохранения вращательного движения шара необходимо значение момента силы M_N (5) свести к нулю, т.е. обеспечить равенство $\{M_N\} = 0$.

Демонстрируемый в [13] магнитопольевой эффект вращательного движения медного шарика против часовой стрелке по пазам замкнутого контура подставки, при воздействии на него периодической последовательности импульсов магнитного поля нескольких неодимовых магнитов, вращающихся по часовой стрелке, обеспечивается за счет уменьшения силы трения $F_{тр}$ и момента силы M_N , зависящей от силы F_N .

Действительно, при вращении маховика по часовой стрелке, вектор индукции магнитного поля каждого неодимового магнита поочередно действует на медный шарик импульсом силы, приложенной в точке «в» перпендикулярно касательной «аб» (рис. 14, а).

Нормальная ($F_{мн1}$) и радиальная ($F_{мп1}$) составляющие импульса силы магнитного поля, действующие из, например, точки «в» касательной «ав» на медный шарик, смещают его ЦМ из точки О в точку O_1 . В результате левая часть шарика из положения, фиксируемое точкой «1», переместится в положение «1'» (рис. 14, точки «2», «1» и «1'»). В этом случае сила трения уменьшается до значения $\{F_{тр1}\}$. В результате значение нормальной силы F_N , которая по направлению противоположна силе тяжести F_T , уменьшится до значения $\{F_{N1}\}$, уменьшая тем самым момент силы $M_{N1} = l_1 F_{N1}$ (рис. 14, а, точка приложения силы – «3»).

Указанные силы действуют по вертикали, не создают какой-либо момент относительно ЦМ и поэтому не влияют на горизонтальное поступательное движение шара.

Рассмотрим распределение сил, действующих на шар, катящийся влево по горизонтальной поверхности стола, которая немножко прогибается в месте контакта с шаром под действием его силы тяжести F_T (рис. 13, б). При конечной твердости областью контакта становится уже не точка, а, например, окружность радиуса l (рис. 13, б, где точки касания поверхностей стола и шара обозначены цифрами 1 и 2).

Согласно [14], в области контакта воз-

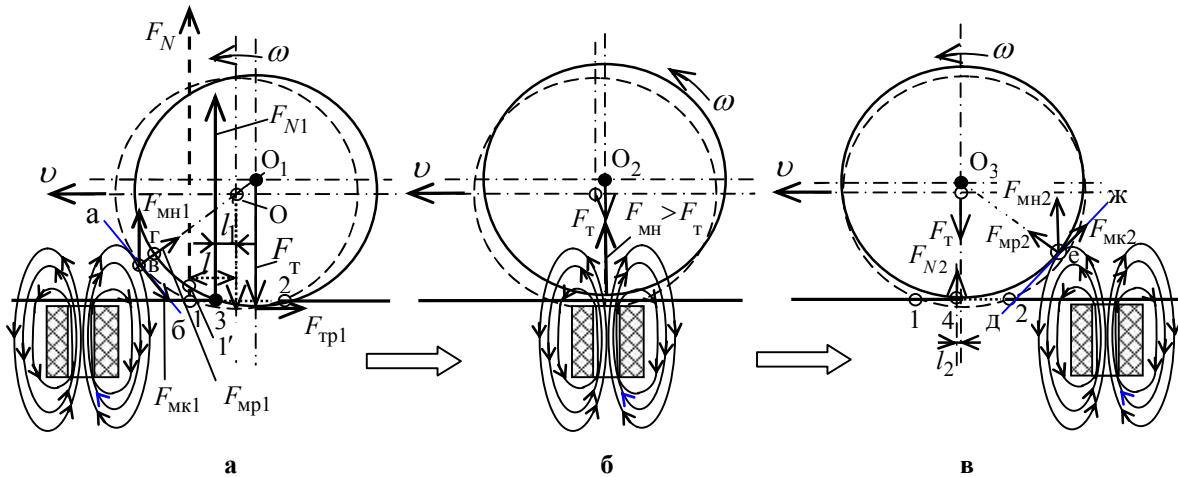


Рис. 14. Графические построения сил, действующих на медный шарик и этапов поступательного и вращательного движения медного шарика по пазам замкнутого контура против часовой стрелки, — навстречу действию магнитного поля постоянных магнитов вращающихся по часовой стрелке

Это приводит к уменьшению торможения поступательного движения шарика, так как $\{l_1\} < \{l\}$, а $\{F_{N1}\} < \{F_N\}$. В то же время полная или частичная компенсация силы трения приводит к увеличению углового ускорения шарика за счет уменьшения момента силы $M(t_2) = J_{ш}\alpha(t_2) = km_{ш}r_0^2 \cdot \alpha(t_2)$, где $k = 0,4$, действующей на точки касания 2 поверхности шарика с кромками пазов замкнутого контура в момент времени t_2 (рис. 14, а, точка «2»).

Касательная составляющая импульса силы (F_{MK1}) магнитного поля дополнительно увеличивает значение углового ускорения медного шарика на некоторое дискретное значение $\Delta\alpha_1$.

Продолжая встречное движение, в некоторый момент времени t_i ординаты центр масс медного шарика и неодимового магнита совпадут (рис. 13, б). В момент времени $t_1 \pm \Delta t$ медный шарик начинает левитировать, продолжая совершать поступательное и вращательное движения по «магнитной подушке» (или по «магнитной яме»).

Эффект кратковременной левитации медного шарика, как диамагнетика, над неодимовым магнитом объясняется тем, что импульсное (за счет движения) магнитное поле в течении очень короткого интервала времени индуцирует в медном шарике вихревые токи. Эти токи создают импульсное магнитное поле, силовые линии которого направлены навстречу силовым линиям напряженности магнитного поля неодимового магнита.

При определенном значении вектора индукции магнитного поля постоянного магнита, сила Ампера, возникающая в результате действия магнитного поля постоянного магнита на медный шарик, компенсирует силу тяжести медного шарика ($\{F_{MH}\} > \{F_T\}$) (рис. 14, б)). В результате отталкивания одноименных полюсов магнитных полей и возникает эффект кратковременного зависания, т.е. левитации, медного шарика над поверхностью неодимового магнита. При этом угловое ускорение шарика увеличивается за счет увеличения угловой скорости вращения маховика с неодимовыми магнитами.

Для удобства пояснений, на рис. 14 силовые линии магнитного поля постоянных магнитов показаны в ограниченном количестве и не охватывают всю поверхность шарика.

Продолжая, по инерции, поступательно-вращательное движение и по «магнитной подушке», медный шарик выходит из нее, оседая передней своей частью почти до поверхности кромок паза (рис. 14, в, точка «4») за счет уменьшения действия магнитного поля неодимового магнита, вихревых токов и сил отталкивания. Возникший в точке касания «4» небольшой момент силы $\{M_{N2}\} = \{l_2\} \{F_{N2}\} \approx 0$, поскольку $\{l_2\} \approx 0$, незначительно уменьшает поступательное движение шарика.

При выходе медного шарика из указанного положения, действие сил магнитного поля, приложенных, например, в точке «е» касательной «дж», уменьшается, уменьшаются и значения нормальной (F_{MH2}), радиальной (F_{MP2}) и касательной (F_{MK2}) составляющие импульса силы.

При превышении значения результирующей силы тяжести медного шарика значения нормальной (F_{MH2}) составляющей, медный шарик начинает проседать, т.е. опускаться вниз до кромок паза, поскольку $\{F_{MH2}\} \leq \{F_T\}$. В результате ЦМ из точки O перемещается в точку O_3 (рис. 14, в). Значение нормальной составляющей силы уменьшается до значения $\{F_{N2}\}$, уменьшая тем самым момент силы до значения $\{M_{N2}\} = \{l_2\} \{F_{N2}\}$ (рис. 14, в). Это приводит к незначительному торможению катящегося шарика, поскольку $\{l_2\} \ll \{l\}$, а $\{F_{N2}\} \ll \{F_N\}$. Касательная составляющая F_{MK2} импульса силы, действующая на медный шарик, создает в момент времени, например, t_2 , дополнительный момент силы $M(t_2) = J_{ш}\alpha(t_2) = km_{ш}r_0^2 \cdot (\alpha + \Delta\alpha_2)$, увеличивая значение углового ускорения шарика на $\Delta\alpha_2$. В этот

момент шарик касається кромки паза (рис 14, в).

Одновременно, благодаря вращению маховика с определенной угловой частотой, к медному шарикуну подходит второй (идентичный) неодимовый магнит, магнитное поле которого начинает действовать на шарик, не давая ему всей своей тяжестью опуститься на кромки паза. При этом должна быть подобрана и установлена соответствующая частота вращения маховика с магнитами. Процесс силового воздействия магнитного поля второго и других (если таковы имеются) постоянных неодимовых магнитов на медный шарик повторяется аналогичным образом, повторяя эффект встречного движения. При непрерывном вращении маховика с магнитами, медный шарик будет практически непрерывно совершать поступательно-вращательное движение по пазу. Таковы особенности описанного магнитополевого эффекта.

Магнитополевой эффект устойчивого подвеса объектов без материальной точки опоры

Особое внимание учеными уделяется разработке методов и средств достижения устойчивой левитации (подвеса) объектов. Первые успехи в решении данной проблемы уже получены [15, 16]. Так, например, в работе [16] описано устройство, реализующее магнитополевой эффект устойчивого подвеса цилиндрического постоянного NdFeB-магнита под катушкой индуктивности (рис. 15, а), создающей магнитное поле определенной формы. При этом среднее значение постоянной составляющей тока через катушку индуктивности устанавливается априори заданного значения, при котором постоянный магнит левитирует на определенном расстоянии от катушки индуктивности. Для стабилизации положения постоянного магнита осуществляется стабилизация переменной составляющей тока, питающего катушку индуктивности, а следовательно, и стабилизация переменной составляющей магнитного поля.

Это достигается путем использования мостовой (балансной) схемы включения катушки индуктивности, приведенной на рис. 15, б. Работа устройства подробно описана в работе [16].

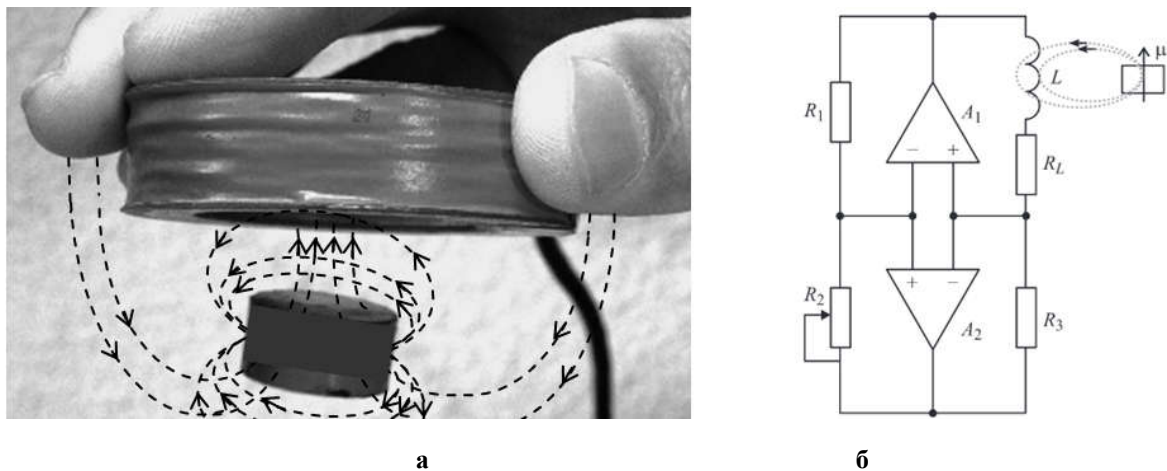


Рис. 15. Подвес постоянного магнита в поле катушки индуктивности со стабилизированным магнитным полем (а) и соответствующая схема управления магнитным полем и положением катушки индуктивности (б)

Эффект левитации (подвеса) получен за счет взаимодействия соленоидального по форме магнитного поля катушки индуктивности, выполненной из медного провода (диамагнетика) и магнитного поля цилиндрического постоянного магнита, изготовленного из парамагнетика или ферромагнетика. О форме магнитного поля, формируемого катушкой индуктивности, в работе [16] умалчивается. Очевидно это ноу-хау.

Силовые линии напряженности магнитного поля соленоидальной катушки индуктивности проходят, как показано на рис. 15, а пунктирными линиями, снизу вверх через постоянный магнит круглой формы. Его силовые линии напряженности магнитного поля направлены справа на лево, как показано на рис. 15, а, и вызывают в медном проводе катушки индуктивности (диамагнетике) токи Фуко. Последние создают дополнительное магнитное поле, направленное против действия силы тяжести постоянного магнита цилиндрической формы, т.е. создается эффект торможения падения постоянного магнита под действием силы тяжести

На рис. 15, б приведена мостовая схема управления подвесом постоянного магнита. Она реализована на микросхеме ТСА0372, содержащей два операционных усилителя. Другие элементы схемы и их номинальные значения приведены в цитируемой работе. Согласно [16], возможны три режима работы схемы управления:

1. $R_1 R_3 \leq R_2 R_L$ — режим отрицательной обратной связи. При уменьшении произведения значений сопротивлений первого и третьего резисторов (рис. 15, б) ток катушки индуктивности будет постепенно увеличиваться. Постоянный магнит, подвешенный с помощью магнитного поля катушки индуктивности, будет притягиваться к ней до упора.

2. $R_1 R_3 = R_2 R_L$ — режим баланса схемы. Характеризуется неизменным положением подвешенного постоянного магнита. Ток в катушке индуктивности изменяется во времени только из-за нестабильности значения коэффициента усиления и температурных зависимостей входных сопротивлений операционных усилителей.

3. $R_1 R_3 \geq R_2 R_L$ — режим положительной обратной связи. При увеличении произведения значений сопротивлений первого и третьего резисторов ток в катушке индуктивности уменьшается. Постоянный магнит постепенно удаляется от катушки индуктивности и, после достижения минимально возможного тока удерживания, падает.

Путем изменения баланса плеч мостовой схемы стабилизации, можно управлять положением постоянного магнита по вертикали, изменяя среднее значение тока в катушке индуктивности.

Описанный магнитолевой эффект подвеса ферромагнетика под источником искусственно созданного магнитного поля соленоидальной формы также свидетельствует о важной роли конфигурации магнитного поля, создающего «магнитную яму», и конфигурации объекта исследований — постоянного магнита цилиндрической формы. Отметим, что заставить стабилизировать положение постоянного магнита цилиндрической или шарообразной формы легче [12], чем иной формы (кубической, подковообразной и т.д.).

Магнитолевой эффект поглощения магнитным пластилином постоянного магнита

Нельзя обойти стороной свойства такого материала, как магнитный пластилин (Handgum, Хэндгам, Фанпластик, Хэппигам).

Этот материал относится к десяти самым необычным материалам (нитинол, аэрогель, магнитный пластилин, феррофлюид, метаматериал, неньютоновская жидкость и др.) [17]. Его механические свойства таковы: магнитный пластилин эластичный, тянется, рвется, подпрыгивает, намагничивается в магнитном поле, обладает памятью, при резком ударе молотком он ломается на мелкие части [18]. На наш взгляд, магнитный пластилин является диамагнетиком, поскольку наполнен миллионами магнитных частиц, расположенных хаотично, которые и поглощают постоянные магниты.

При соединении магнитного пластилина с неодимовым магнитом проявляется магнитолевой эффект полного поглощения этого магнита магнитным пластилином [11, 18]. Неодимовые магниты являются суперсильными, поскольку изготавливаются из материала с высокой остаточной магнитной индукцией. Причем они сохраняют состояние намагниченности в течение длительного времени. В сильном магнитном поле неодимового магнита осуществляется намагничивание микрочастиц магнитного пластилина и их поворот до положения, при котором силовые линии магнитного поля будут сориентированы противоположно направлению силовых линий магнитного поля неодимового магнита. В результате миллионы магнитных частиц магнитного пластилина обволакивают неодимовый магнит, вызывая эффект поглощения.

На рис. 16 и рис. 17 приведены фотографии, иллюстрирующие процесс поглощения неодимового магнита магнитным пластилином-парамагнетиком по данным [11, 18].

Причем процесс остается неизменным при поглощении магнита в горизонтальной плоскости (рис. 16) или в вертикальной (рис. 17), независимо от формы магнита, — в виде ролика (рис. 16) или в форме куба (рис. 17).



Рис. 16. Иллюстрация эффекта поглощения магнитным пластилином неодимового магнита цилиндрической формы (в виде ролика)



Рис. 17. Иллюстрация эффекта поглощения магнитным пластилином неодимового магнита в форме куба

Благодаря эффекту поглощения можно получить информацию о механических и магнитных свойствах пластилина заданного объема (веса) при условии использования образцов неодимовых магнитов разной формы (в виде куба, ролика, шарика и др.), но одинакового объема или веса и значения вектора магнитной индукции. Измеряя время поглощения, можно определить скорость поглощения, вязкость и другие свойства магнитного пластилина.

Таким образом, магнитолевые эффекты проявляются только при создании определенных условий взаимодействия магнитного поля и отрицательно заряженными частицами вещества или материала. При этом должны учитываться известные законы сохранения энергии физическими системами.

Висновки

1. Уточнены определения таких понятий, как магнитный экватор, экваториальная линия, магнито-полевая среда, магнитная яма, магнитная подушка, магнитная левитация и конфигурация магнитного поля.
2. Изложены новые представления о конфигурации магнитного поля постоянного магнита. Его особенностью является то, что магнитные силовые линии постоянного магнита начинаются от правой (восточной) стороны магнитного экватора, разделяющего магнит на две равнозначные части, распространяются в направлении расположения южного и северного магнитных полюсов по часовой и против часовой стрелки, соответственно, а затем эти линии замыкаются на левой (западной) стороне «магнитного экватора».
3. Заслуживает всеобщего признания обнаруженного Владимиром Великим явления двухконтурного распределения замкнутых силовых линий напряженности магнитного поля искусственно созданного постоянного магнита. Представлены практические доказательства существования данного явления. Это позволит по-новому решать задачи взаимодействия веществ и материалов с магнитным полем, генерируемым постоянным магнитом.
4. Приведено математическое описание закона сохранения энергии постоянного магнита, отражающего двухконтурное распределение силовых линий напряженности магнитного поля.
5. Открытие явления двухконтурного распределения замкнутых силовых линий напряженности магнитного поля постоянного магнита имеет важное народнохозяйственное значение в части, например, для повышения урожайности картофеля. Предложено данное явление назвать «явлением Владимира Великого», экспериментальные исследования которого и привели к его открытию.
6. Впервые обобщены и классифицированы данные о многообразии эффектов и явлений взаимодействия магнитного поля с материей и условиях, при которых возможно получение этих эффектов и явлений. Благодаря выполнению конкретных условий осуществления взаимодействия энергии и материи обеспечивается возможность открытия и теоретически обоснованного получения новых эффектов и явлений.
7. На конкретных примерах показано, при каких условиях достигается левитация диамагнетиков в постоянном и в переменном магнитных полях. Это подтверждает необходимость соблюдения общих и частных требований к каждому исследуемому материалу (веществу) и к источнику магнитного поля.
8. Дано научное толкование эффекта левитации алюминиевого диска в переменном магнитном поле.
9. Получено научное объяснение эффекта магнитной левитации с использованием магнитного поля постоянных магнитов, заключающееся в соблюдении двух необходимых и достаточных условий: а) конфигурация магнитного поля должна представлять собой магнитную яму или магнитную подушку, образованную магнитными полями нескольких соединенных между собой постоянных магнитов определенной формы (кубической, прямоугольной и др.); б) объект исследований должен быть выполненным из диамагнетика и представлять собой механическую систему замкнутого типа.
10. Отмечается, что получение информации о высоте подъема левитирующей пластины может быть осуществлено с использованием оптических методов измерений малых расстояний, например, с помощью интерферометра Майкельсона — путем измерения или по результатам измерения разности хода двух лазерных ИК-лучей, отраженных от неодимового магнита (через отверстие в пластине) и от поверхности левитирующей графитовой пластины
11. Дано научное объяснение эффекту динамической левитации кольцевого неодимового магнита над большим кольцевым постоянным магнитом. В частности утверждается, что стабилизация положения левитирующего магнита малого диаметра достигается благодаря одновременному использованию гироскопического эффекта при условии конструктивного исполнения магнита малого диаметра в виде волчка, вращающегося вокруг вертикальной оси.
12. Показана возможность одновременного получения четырех магнитополевых эффектов: левитации, ориентирования, формообразования и плавления при условии выполнения выходного колебательного контура мощного СВЧ генератора в форме, подобной форме параболоида вращения.
13. Рассмотрено и дано научное объяснение сущности магнитополевого эффекта взаимодействия медного шариком, движущего по окружности (по пазу контура замкнутого типа), и импульсного магнитного поля двух и более цилиндрических неодимовых магнитов, диаметрально расположенных на вращающемся по (против) часовой стрелке маховике. Установлено и показано, что в основе эффекта лежит устранение парадокса поступательного и вращательного движения шарика по горизонтальной поверхности стола.
14. Дано научное толкование сущности магнитополевого эффекта подвеса ферромагнетика под источником магнитного поля соленоидальной формы, что подтверждает необходимость создания такой конфигурации электромагнитного поля, при которой формируется одна или несколько «магнитных ям» или создаются магнитные поля априори заданной конфигурации. Это является необходимым условием как для решения задач левитации объекта исследований сложной формы, так и для изучения и исследования других эффектов взаимодействия поля и вещества.
15. Установлено, что исследуемые материалы должны рассматриваться как открытые или закрытые физические системы замкнутого или разомкнутого типов, статические или динамические. Генератор магнитного поля должен рассматриваться как магнитосиловой, спектрообразующий (частотогенерирующий) и формообразующий источник управляемой энергии магнитного поля.
16. Искусственно создаваемое магнитное поле по своим параметрам и характеристикам должно обеспечивать априори заложенный характер взаимодействия между покоящимися или движущимися электрическими зарядами вещества или материала.
17. Описан эффект поглощения неодимового магнита метавеществом — магнитным пластилином,

что расширяет наши познания о физической природе веществ и материалов. Данный эффект позволяет определять и механические свойства данного метавещества.

18. Показано, что в результате взаимодействия магнитного поля с веществом (материалом) можно получить дополнительную информацию о свойствах этого вещества (материала) путем измерения и управления данным эффектом.

19. По прежнему актуальной является задача изучения взаимодействия естественных и искусственных магнитных полей с биовеществом и биоматериалом, задача разработки физико-химических способов уменьшения или увеличения эффективности влияния этих полей на ход тех или иных реакций и др.

20. Приведенные результаты исследований являются предтечей к описанию явления передачи энергии и информации сквозь проводящую или слабо проводящую среду.

Литература

1. Кондратов В.Т. Фундаментальная метрология. Магнитополевая теория измерений с использованием явления переноса энергии и информации сквозь материал или вещество. Часть 1. Философские аспекты теории /В.Т.Кондратов // Проблемы управления и информатики. — 2018. №1. — с. 124–135.

2. Справочник химика 21. <http://chem21.info/info/461013/>.

3. Магнитное поле2. Магнитная щель, Магнитный экватор. Часть 6. <https://www.youtube.com/watch?v=KudL7pG8aAA>

4. Это для ученых Шок!!! Опыт с Металлическими опилками и Плёнка для визуализации. Часть 9. <https://www.youtube.com/watch?v=HFVQkvUq7qI>.

5. Умный магнитный пластилин. <http://magnitico.com/activities/magnetic-plasticine/>

6. Как сделать визуализатор магнитного поля. <https://www.youtube.com/watch?v=Tqu6R SjiQAQ>.

7. Магнитное поле можно увидеть. <https://www.youtube.com/watch?v=CV1yJ7ZI-hc>.

8. Картофель. Китайский МЕТОД. 2015 год. https://www.youtube.com/watch?v=Tt X_ako_ok4.

9. Парящий диск. Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=IThYDX9je04>.

10. Магнитная левитация. Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%B5%D0%B2%D0%B8%D1%82%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F_\(%D1%84%D0%B8%D0%B7%D0%B8%D0%BA%D0%B0\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%B5%D0%B2%D0%B8%D1%82%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F_(%D1%84%D0%B8%D0%B7%D0%B8%D0%BA%D0%B0)).

11. Магнитная левитация. Магнитный подвес. Magnetic Bearing Magnetic Levitation. Маховик Игорь Белецкий. <https://www.youtube.com/watch?v=GoRqg60t8jY>.

12. Левитационная плавка. <https://www.youtube.com/watch?v=Dkp Ez7znpnc>.

13. 13 Как такое возможно? Непонятный физический эффект. Режим доступа: https://www.youtube.com/watch?v=RFelO_W9_3Y.

14. Джанколи Д. Физика. Т.1. Москва, «Книга по требованию». Режим доступа: https://books.google.com.ua/books?id=U3_9AgAAQBAJ&pg=PA279&lpg=PA279&dq=%D1%81%D0%B8%0%BB%D1%8B,+%D0%B4%D0%B5%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D1%83%D1%8E%D1%89%D0%B8%D0%B5+%D0%BD%D0%B0+%D0%BA%D0%B0%D1%82%D1%8F%D1%89%D0%B8%D0%B9%D1%81%D1%8F+%D1%88%D0%B0%D1%80%D0%B8%D0%BA&source=bl&ots=b_Aee5W8-9&sig=fWrZAzJrXiv3lrqMa-qSzfV_k&hl=ru&sa=X&ved=0ahUKEwjogrqylMbZAhVMEVAKHYp1Ca4Q6AEIRzAI#v=onepage&q=%D1%81%D0%B8%D0%BB%D1%8B%2C%20%D0%B4%D0%B5%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D1%83%D1%8E%D1%89%D0%B8%D0%B5%20%D0%BD%D0%B0%20%D0%BA%D0%B0%D1%82%D1%8F%D1%89%D0%B8%D0%B9%D1%81%D1%8F%20%D1%88%D0%B0%D1%80%D0%B8%D0%BA&f=false.

15. Демонстрация левитации (leveFit II). Режим доступа: https://www.youtube.com/watch?v=3j5d_hq v2z4&index=4 &list=UUMRN-7URWJ5 sbTJxFAeYXvQ.

16. Кожурников Е.К. Левитация в поле несверхпроводящей катушки со стабилизацией магнитного потока /Журнал технической физики, 2013, том 83, вып. 9. Ст.-Петер-бург. — 2013. — С. 126-133. (<http://journals.ioffe.ru/articles/viewPDF/11012>).

17. 10 самых необычных материалов. https://www.youtube.com/watch?v=ik_sWNUoivk.

18. Умный магнитный пластилин. <http://magnitico.com/activities/magnetic-plasticine>.

References

1. Kondratov V.T. Fundamental'naya metrologiya. Magnitopolevaya teoriya izmereniy s ispol'zovaniyem yavleniya perenosa energii i informatsii skvoz' material ili veshchestvo. Chast' 1. Filosofskiye aspekty teorii /V.T.Kondratov // Problemy upravleniya i informatiki. — 2018. №1. — s. 124–135.

2. Spravochnik khimika 21. <http://chem21.info/info/461013/>.

3. Magnitnoye pole2. Magnitnaya shchel', Magnitnyy ekvator. Chast' 6. <https://www.youtube.com/watch?v=KudL7pG8aAA>.

4. Eto dlya uchenykh Shok!!! Opyt s Metallichesкими опилками i Plonka dlya vizualizatsii. Chast' 9. <https://www.youtube.com/watch?v=HFVQkvUq7qI>.

5. Umnyy magnitnyy plastilin. <http://magnitico.com/activities/magnetic-plasticine>.

6. Kak sdelat' vizualizator magnitnogo polya. <https://www.youtube.com/watch?v=Tqu6R SjiQAQ>.

7. Magnitnoye pole mozhno uvidet'. <https://www.youtube.com/watch?v=CV1yJ7ZI-hc>.

8. Kartoffel'. Kitayskiy METOD. 2015 god. https://www.youtube.com/watch?v=Tt_X_ako_ok4.
9. Paryashchiy disk. Rezhim dostupa: <https://www.youtube.com/watch?v=IThYDX9je04>.
10. Magnitnaya levitatsiya. Rezhim dostupa: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%B5%D0%B2%D0%B8>
11. Magnitnaya levitatsiya. Magnitnyy podves. Magnetic Bearing Magnetic Levitation. Makhovik Igor' Beletskiy. <https://www.youtube.com/watch?v=GoRqg60t8jY>.
12. Levitatsionnaya plavka. https://www.youtube.com/watch?v=Dkp_Ez7znpnc.
13. Kak takoye vozmozhno? Neponyatnyy fizicheskiy effekt. Rezhim dostupa: . https://www.youtube.com/watch?v=RFelO_W9_3Y.
14. Dzhankoli D. Fizika. .Т.1. Moskva, «Kniga po trebovaniyu» . Rezhim dostupa: https://books.google.com.ua/books?id=U3_9AgAAQBAJ&pg=PA279&lpq=PA279&dq=%D1%81%D0%B8%00%BB%D1%8B,+%D0%B4%D0%B5%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D1%83%D1%8E%D1%89%D0%B8%D0%B5+%D0%BD%D0%B0+%D0%BA%D0%B0%D1%82%D1%8F%D1%89%D0%B8%D0%B9%D1%81%D1%8F+%D1%88%D0%B0%D1%80%D0%B8%D0%BA&source=bl&ots=b_Aee5W8-9&sig=fWrZAzJrXiv3lrqMa-qSzfV_&hl=ru&sa=X&ved=0ahUKEwjogrqylMbZAhVMEVAKHYp1Ca4Q6AEIRzAI#v=onepage&q=%D1%81%D0%B8%D0%BB%D1%8B%2C%20%D0%B4%D0%B5%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D1%83%D1%8E%D1%89%D0%B8%D0%B5%20%D0%BD%D0%B0%20%D0%BA%D0%B0%D1%82%D1%8F%D1%89%D0%B8%D0%B9%D1%81%D1%8F%20%D1%88%D0%B0%D1%80%D0%B8%D0%BA&f=false.
15. Demonstratsiya levitatsii (leveFit II). Rezhim dostupa: https://www.youtube.com/watch?v=3j5d_hqv2z4&index=4&list=UUMRN-7URWJ5_sbTJxFAeYXvQ.
16. Koshurnikov Ye.K. Levitatsiya v pole nesverkhprovodyashchey katushki so stabilizatsiyey magnitnogo potoka /Zhurnal tekhnicheskoy fiziki, 2013, tom 83, vyp. 9. St.-Peter-burg. — 2013. – S. 126-133. (<http://journals.ioffe.ru/articles/viewPDF/11012>).
17. 10 samykh neobychnykh materialov. https://www.youtube.com/watch?v=ik_sWNUoivk.
18. Umnyy magnitnyy plastilin. <http://magnitico.com/activities/magnetic-plasticine>.

Рецензія/Peer review : 17.1.2018 р.

Надрукована/Printed :7.4.2018 р.

Рецензент :