

Здравствуйтесь, господин Роджер Шойер.

Разрешите поздравить Вас с Вашим замечательным изобретением двигателя «эмдрайв (emdrive)», принцип действия которого будет лежать в основе будущих технологий транспорта и энергетики. Этот принцип полностью определяется классической электродинамикой, как она есть, потому что в ней явно содержится, то физико-математическое средство, непосредственное применение которого сразу же даёт силу, создающую движение, не сопровождаемое выбросом какого-либо вещества или излучения. Это «Лагранжиан Дарвина» (The Darwin Lagrangian), впервые выведенный в 1920 году Чарлзом Дарвиным, внуком автора теории эволюции [1]. Он играет важную роль при квантовомеханическом рассмотрении релятивистских возмущений в атомах, вот почему даётся в таких учебных пособиях по классической электродинамике для физиков-теоретиков, как «Теория поля» Ландау и Лифшица [2], Джексон (Jackson) [3], [4] и др. В классической электродинамике, совпадающее с Лагранжианом Дарвина решение для двух движущихся заряженных частиц, было получено Пейджем (Page) и Адамсом (Adams) в 1945 г. [5]. В соответствии с ним, содержащая две частицы замкнутая система совершает движение (в том числе и ускоренное) вместе со своим центром масс, на что научная общественность никак не отреагировала.

То решение классического уравнения движения, которое следует из Лагранжиана Дарвина, отсутствует в каких-либо учебниках и задачниках, а если бы оно там появилось, пришлось бы отменять внедрённые в классическую электродинамику постулаты Эйнштейна из-за краха законов сохранения импульса и энергии, чего мейнстрим (mainstream) категорически не приемлет. Вот и замалчивают, хотя, на самом деле, всё не так уж плохо.

Лагранжиан Дарвина системы частиц отличается от принятой в механике функции Лагранжа тем, что учитывает магнитное взаимодействие. Именно оно создаёт силу, способную заставить центр масс замкнутой системы совершать ускоренное движение. Что невозможно в механике, то законно и естественно существует в классической электродинамике. Если заряды колеблются около неподвижных противоположно заряженных центров, то их можно считать элементами переменного тока, а их равнодействующая сила будет иметь постоянное направление. Отсюда следует, что если переменный ток течёт по конической поверхности (как в эмдрайве), то постоянная по направлению равнодействующая сила будет лежать на оси конуса.

Однако, даже авторы «Теории поля» [2] всегда пренебрегают магнитным взаимодействием системы движущихся частиц и всегда принимают скорость центра масс постоянной в любой инерциальной системе отсчёта, см., например, задачу 2 к § 75. Если этот подход применить к уравнению движения с Лагранжианом Дарвина, см. § 65, то сразу же исчезнут члены, обуславливающие магнитные взаимодействия, электродинамическое уравнение движения претерпит деградацию в механическое. А ведь большинство физиков-теоретиков относятся к «Теории поля» [2], как к Библии, принимая на веру каждое слово авторов. Что они смогут сказать про эмдрайв, кроме того, что это устройство, по их ошибочному мнению, «противоречит всем известным законам физики». Пейдж и Адамс [5] удивительным образом продемонстрировали выполнение закона сохранения импульса (linear momentum), несмотря на движение центра масс. Они вычислили так называемый «импульс электромагнитного поля», определяемый через произведение создаваемых частицами электрического и магнитного полей, и его временная производная оказалась равной равнодействующей силе замкнутой системы двух частиц. Согласно проведённому автором анализу [6] равнодействующая сила в точности равна той магнитной силе Ампера, которая действует на текущий через

физический вакуум ток смещения Максвелла. Иными словами, это есть «реакция на вакуум», благодаря которой закон сохранения импульса неукоснительно выполняется. Таким же образом он выполняется и в Вашем эмдрайве.

Таким образом, Ваш эмдрайв существует в классической электродинамике на законных основаниях. Если объявить его вне закона, значит вне закона будет и квинтэссенция (quintessence) классической электродинамики - Лагранжиан Дарвина и сама классическая электродинамика. На самом деле вне закона будут только два общеизвестных постулата Эйнштейна, которые конфликтуют не только с Лагранжианом Дарвина, но и с гораздо более очевидным фактом, состоящем в том, что преобразования Лоренца есть тождественная форма преобразований Галилея. В этой связи преобразования Лоренца справедливы не только для физического вакуума, но и для любой акустической волнопроводящей среды. Такие преобразования вместо скорости света содержат скорость звука, см. [6], § 2, § 5.

Вместо исчерпавшей себя Специальной Теории Относительности идеально подходит теория эфира Лоренца, подробно изложенная в его книге «Теория электронов и её применение к явлениям света и теплового излучения», см. [7], [8]. Она содержит положение о неподвижном эфире, форме материи, в идеальном приближении, имеющей бесконечно большую эффективную плотность и положение об относительности, согласно которому невозможно обнаружить экспериментально ту систему отсчета, в которой эфир покоится, при условии, что все взаимодействия в природе соответствуют электромагнитным. Если будут открыты сверхсветовые взаимодействия, то эта система отсчета станет доступной для экспериментального определения.»

- 
1. C. G. Darwin. *Phyl. Mag.* S. 6. Vol. 39. No. 233. May 1920
  2. Л. Д. Ландау и Е. М. Лифшиц. *Теория поля*. М. 1973 (L. D. Landau, E. M. Lifshits. *Field theory*, Moscow, 1973)
  3. Дж. Джексон. *Классическая электродинамика*, М., 1965
  4. J. D. Jackson. *Classical electrodynamics*, New York – London, 1962
  5. L. Page and N.I. Adams, Jr., *Action and Reaction Between Moving Charges*, *Am. J. Phys.* **13**, 141 (1945)
  6. Георгий Иванов. *За ойкуменой классической электродинамики*, LAP Lambert Academic Publishing, 2017 (Georgy Ivanov. *Behind oikumena classical electrodynamics*).
  7. Г. А. Лорентц. *Теория электронов и её применение к явлениям света и теплового излучения*, М., 1953, с. 18 – 110
  8. H. A. Lorentz. *The Theory of Electrons and Its Applications to the Phenomena of Light and Radiant Heat*, Leipzig, 1916

## ПРИЛОЖЕНИЕ

### Что следует из Лагранжиана Дарвина

#### Универсальный закон сохранения импульса

Не содержащая магнитных взаимодействий функция Лагранжа замкнутой системы двух движущихся частиц в механике имеет вид,

$$L = \frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2} - \frac{q_1 q_2}{R} \quad (1)$$

где  $m_1, m_2$  – массы частиц,  $v_1, v_2$  – их скорости,  $q_1, q_2$  – заряды,  $R$  – расстояние между частицами.

Отсюда, закон сохранения импульса получается таким,

$$\mathbf{p} = \mathbf{p}_1 + \mathbf{p}_2 = m_1 \mathbf{v}_1 + m_2 \mathbf{v}_2 = \text{const} \quad (2)$$

А равнодействующая сила  $\mathbf{F}$  будет равной нулю,

$$\mathbf{F} = \mathbf{F}_1 + \mathbf{F}_2 = 0 \quad (3)$$

Лагранжиан Дарвина для замкнутой системы двух движущихся заряженных частиц, учитывающий магнитное взаимодействие, выглядит так,

$$L = T - \frac{q_1 q_2}{R} + \frac{q_1 q_2}{2c^2} \left[ \frac{\mathbf{u}_1 \mathbf{u}_2}{R} + \frac{(\mathbf{u}_1 \mathbf{R})(\mathbf{u}_2 \mathbf{R})}{R^3} \right] \quad (3)$$

где  $T = \frac{m_1 u_1^2}{2} + \frac{m_2 u_2^2}{2} + \frac{m_1 u_1^4}{8c^2} + \frac{m_2 u_2^4}{8c^2}$  – сумма кинетических энергий зарядов  $q_1, q_2$  с массами  $m_1, m_2$ , движущихся со скоростями  $u_1, u_2$ , с точностью до членов второго порядка по  $u/c$ .

Уравнение Лагранжа имеет вид,

$$\frac{d}{dt} \left( \frac{\partial L}{\partial \mathbf{u}_1} + \frac{\partial L}{\partial \mathbf{u}_2} \right) = \frac{\partial L}{\partial \mathbf{R}_{12}} + \frac{\partial L}{\partial \mathbf{R}_{21}} \quad (4)$$

где  $\mathbf{R}_{12}$  и  $\mathbf{R}_{21}$  – радиус-векторы, соединяющие заряд  $q_1$  с  $q_2$  и заряд  $q_2$  с  $q_1$ .

Величины

$$\frac{\partial L}{\partial \mathbf{u}_1} = \mathbf{P}_1 = \mathbf{p}_1 + \frac{q_1}{c} \mathbf{A}_2, \quad \text{и} \quad \frac{\partial L}{\partial \mathbf{u}_2} = \mathbf{P}_2 = \mathbf{p}_2 + \frac{q_2}{c} \mathbf{A}_1 \quad (5)$$

где  $\mathbf{P}_1, \mathbf{P}_2$  носят название «обобщённый импульс» или «тотальный импульс»,  $\mathbf{p}_1, \mathbf{p}_2$  – обычные механические импульсы каждой из частиц,  $\mathbf{A}_1, \mathbf{A}_2$  – векторные потенциалы Дарвина.

$$\mathbf{A}_1 = \frac{q_1}{2c} \left[ \frac{\mathbf{u}_1}{R} + \frac{(\mathbf{u}_1 \mathbf{R}) \mathbf{R}}{R^3} \right], \quad \mathbf{A}_2 = \frac{q_2}{2c} \left[ \frac{\mathbf{u}_2}{R} + \frac{(\mathbf{u}_2 \mathbf{R}) \mathbf{R}}{R^3} \right] \quad (6)$$

Так как  $\mathbf{R}_{12} = -\mathbf{R}_{21}$ , то правая часть (4) обращается в нуль. Отсюда, согласно (4) и (5), получим,

$$\frac{d\mathbf{P}}{dt} = 0 \quad (7)$$

где  $\mathbf{P} = \mathbf{P}_1 + \mathbf{P}_2$  – обобщённый импульс системы.

Таким образом, в классической электродинамике, в отличие от механики, сохраняется обобщённый импульс, следовательно, обычный механический импульс не сохраняется, что постоянно игнорируют даже очень образованные физики. Именно такие физики заявляют, что движение эмдрайва не согласуется с законом сохранения импульса, не понимая, что оно согласуется с законом сохранения ОБОБЩЁННОГО импульса, а не механического. Отсюда, равнодействующая (механическая) сила  $\mathbf{F}$  изолированной системы двух частиц будет равной,

$$\mathbf{F} = \frac{d\mathbf{p}}{dt} = \frac{\mathbf{p}_1 + \mathbf{p}_2}{dt} = -\frac{d}{dt} \left( \frac{q_1}{c} \mathbf{A}_2 + \frac{q_2}{c} \mathbf{A}_1 \right) = \mathbf{F}_m + \mathbf{F}_u + \mathbf{F}_w \quad (8)$$

где  $\mathbf{p} = \mathbf{p}_1 + \mathbf{p}_2$  – механический (обычный) импульс системы,

$$\mathbf{F}_m = \frac{q_1 q_2}{c^2 R^3} \mathbf{R} \times (\mathbf{u}_1 \times \mathbf{u}_2) \quad (9)$$

$$\mathbf{F}_u = \frac{q_1 q_2}{2c^2} \left[ u_1^2 - u_2^2 - 3 \frac{(\mathbf{u}_1 \mathbf{R})^2}{R^2} + 3 \frac{(\mathbf{u}_2 \mathbf{R})^2}{R^2} \right] \frac{\mathbf{R}}{R^3} \quad (10)$$

$$\mathbf{F}_w = -\frac{q_1 q_2}{2c^2} \left[ \frac{\mathbf{w}_1 + \mathbf{w}_2}{R} + \frac{(\mathbf{w}_1 + \mathbf{w}_2) \cdot \mathbf{R} \mathbf{R}}{R^3} \right] \quad (11)$$

Сила  $\mathbf{F}_m$  обусловлена магнитным взаимодействием частиц,  $\mathbf{F}_u$  и  $\mathbf{F}_w$  их скоростями и ускорениями.

Подробные исследования показывают, что сила  $\mathbf{F}_w$  всегда компенсируется так называемой зарядовой магнитодинамической силой, которую можно получить либо с помощью магнитодинамической силы, известной из работ классиков [1], [2], [3], либо путём перехода к неинерциальным системам отсчёта, в которых ускоренные частицы покоятся [4].

Если частицы колеблются в одинаковых фазах около неподвижных противоположно заряженных центров, то сила  $\mathbf{F}_u$  исчезает [4]. Такие частицы можно рассматривать либо как колеблющиеся электрические диполи, либо как элементы переменного тока (как в эмдрайве). Их равнодействующая сила обусловлена только магнитным взаимодействием, формула (9). Если такие частицы лежат на образующих конуса, то равнодействующая сила будет направлена по оси конуса. От пары колеблющихся частиц путём интегрирования нетрудно перейти к переменным токам, тогда равнодействующая сила будет определяться по закону Ампера. Например, в эмдрайве она равна силе Ампера, действующей на ток проводимости, текущий по поверхности конуса, со стороны магнитного поля, образуемого током смещения Максвелла, текущим между торцевыми плоскостями.

Теперь о самом интересном и самом главном.

На основании (6) и (8) закон сохранения обобщённого импульса  $\Phi$  можно записать в виде,

$$\Phi = \frac{d\mathbf{p}}{dt} + \frac{d}{dt} \left\{ \frac{q_1 q_2}{2c^2} \left[ \left( \frac{\mathbf{u}_1}{R} + \frac{(\mathbf{u}_1 \mathbf{R}) \mathbf{R}}{R^3} \right) + \left( \frac{\mathbf{u}_2}{R} + \frac{(\mathbf{u}_2 \mathbf{R}) \mathbf{R}}{R^3} \right) \right] \right\} = 0 \quad (12)$$

В 1945 году Пейдж и Адамс [5] показали, что выражение в фигурных скобках есть ничто иное, как величина  $\mathbf{G}$ , известная под названием «импульс электромагнитного поля»,

$$\mathbf{G} = \frac{1}{4\pi c} \int (\mathbf{E}_1 \times \mathbf{H}_2 + \mathbf{E}_2 \times \mathbf{H}_1) dV = \frac{q_1 q_2}{2c^2} \left[ \left( \frac{\mathbf{u}_1}{R} + \frac{(\mathbf{u}_1 \mathbf{R}) \mathbf{R}}{R^3} \right) + \left( \frac{\mathbf{u}_2}{R} + \frac{(\mathbf{u}_2 \mathbf{R}) \mathbf{R}}{R^3} \right) \right] \quad (13)$$

где  $\mathbf{E}_1$ ,  $\mathbf{E}_2$  и  $\mathbf{H}_1$ ,  $\mathbf{H}_2$  – электрические и магнитные поля, создаваемые зарядами  $q_1$ ,  $q_2$ . Интегрирование производится по всему бесконечному пространству.

Изменение магнитного поля, обусловленное ускоренным движением частиц, создаёт силу  $\mathbf{F}_w$  (11), которая, как говорится выше, компенсируется зарядовой магнитодинамической силой. Таким образом, изменение магнитного поля не влияет на величину  $\mathbf{G}$ , вот почему она не является импульсом. Следовательно, в классической электродинамике, нет «импульса электромагнитного поля», а есть, так называемый, «импульсный потенциал»  $\mathbf{G}$  [4].

В этой связи выражение для силы (12) можно представить следующим образом,

$$\Phi = \frac{d\mathbf{p}}{dt} + \left( \frac{d\mathbf{G}}{dt} \right)_H = 0 \quad (14)$$

где индекс «H» означает, что дифференцирование производится при постоянном магнитном поле, создаваемом движущимися зарядами или, иными словами, при постоянных ускорениях этих зарядов.

Принимая во внимание, (13), (14), получим,

$$\left( \frac{d\mathbf{G}}{dt} \right)_H = \frac{1}{c} \int (\mathbf{j}_{s1} \times \mathbf{H}_2 + \mathbf{j}_{s2} \times \mathbf{H}_1) dV = \mathbf{F}_E \quad (15)$$

где  $\mathbf{j}_{s1}$ ,  $\mathbf{j}_{s2}$  – токи смещения, создаваемые движущимися зарядами  $q_1$ ,  $q_2$ ;  $\mathbf{F}_E$  – сила Ампера, действующая на текущие в физическом вакууме токи смещения Максвелла со стороны создаваемых зарядами магнитных полей.

Теперь можно записать **главный закон сохранения импульса** в классической электродинамике.

$$\frac{d}{dt}(\mathbf{p} + \mathbf{G}) = 0, \quad \mathbf{p} + \mathbf{G} = \text{const} \quad (16)$$

Так как  $d\mathbf{p}/dt$  есть результирующая механическая сила замкнутой системы  $\mathbf{F}_m$ , то

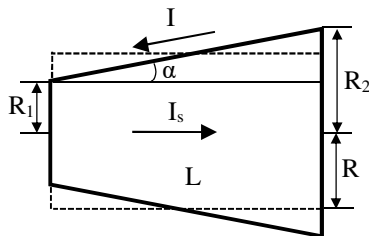
$$\mathbf{F}_m = -\mathbf{F}_E. \quad (17)$$

*Таким образом, отличная от нуля механическая сила замкнутой, по современным понятиям, вещественной системы уравнивается силой Ампера, действующей на текущий через вакуум ток смещения Максвелла.*

Это настоящий универсальный закон природы, требующий признания существования такой формы материи, отличной от вещества и поля, которая создаёт возможность движения подобного эмдрайву устройства, обеспечивая выполнение законов сохранения импульса и энергии, конкретно говоря, требующий признания существования, идеально удовлетворяющего насущным потребностям классической электродинамики, эфира Лоренца, подробно описанного в книге «Теория электронов» [6], [7]. Вот почему движение под действием отличной от нуля результирующей силы замкнутой (по современным представлениям) системы получило название «эфироопорное движение», а сила – «эфироопорная сила».

### Принцип работы и перспективы применения эмдрайва в свете универсального закона сохранения импульса

Оценим силу тяги эмдрайва и те её максимальные значения, которые возможны в перспективе.



При малых углах  $\alpha$ , см. рисунок, между образующими конуса и его осью, создаваемое силой Ампера давление на коническую поверхность будет мало отличаться от давления на цилиндрическую поверхность, обозначенную на рисунке пунктирными линиями, что даёт возможность приближённой оценки силы тяги эмдрайва. Текущий внутри конуса ток смещения  $I_s$  равен текущему по боковой поверхности току проводимости  $I$ ; примем, что высота

конуса  $L$  вдвое больше его среднего радиуса  $R$ ;  $\sin \alpha = 0.1$ . Тогда сила тяги эмдрайва  $F$  будет равной силе Ампера, умноженной на  $\sin \alpha$ .

$$F \cong \frac{\mu_0 L I_s^2}{2\pi R} \sin \alpha = \frac{\mu_0 I_s^2}{\pi} \sin \alpha \quad (17)$$

где  $\mu_0$  – магнитная постоянная (permeability of vacuum).

Ток смещения будет равным,  $I_s = 2\pi^2 R^2 \epsilon_0 \nu E$ , где  $\epsilon_0$  – электрическая постоянная (permittivity of vacuum);  $\nu$  – критическая частота цилиндрического объёмного резонатора [8], [9],  $E$  – напряжённость электрического поля. Применительно к нашим параметрам  $\nu = 5,7 \cdot 10^8$  Гц. Соответствующую критическую длину волны  $\lambda$  можно оценить как  $\lambda = c/\nu = 0,53$  м. Отсюда получим,

$$F \cong 0,9 L^2 \frac{\epsilon_0 E^2}{2} = 0,9 L^2 w \quad (18)$$

где  $w$  – плотность энергии электрического поля, совпадающая с плотностью энергии всего электрического поля в эмдрайве.

Примем во внимание, что

$$w = \frac{W}{\pi R^2 L}$$

где  $W$  – энергия, накопленная внутри эмдрайва

и что добротность эмдрайва равна,  $Q = 2\pi \frac{\nu W}{N}$ , где  $\nu$  – резонансная частота,  $N$  – тепловая мощность, выделяемая стенками эмдрайва.

Отсюда получим,

$$F \cong 0.24 \frac{NQ}{c} \quad (19)$$

Принимая  $N = 1 \text{ кВт}$  и  $Q = 1000$ , получим  $F = 0.8 \cdot 10^{-3} \text{ Н}$  (1 (0.8 миллиньютон), что по порядку величины согласуется с известными из СМИ цифрами – 1,2 мН/кВт.

Согласно формуле (18), сила тяги определяется квадратом характерного размера  $L^2$  и квадратом напряжённости поля  $E^2$ . Для эмдрайва длиной 1 м. при максимально достижимой напряжённости поля в вакууме  $10^8 \text{ В/м}$  сила тяги примерно равна  $4 \cdot 10^4 \text{ Н}$  (4 тонны). При  $Q = 1000$  понадобилась бы подпитка, мощностью  $4 \cdot 10^{10} \text{ Вт}$  (40 ГВт), что немислимо. Стало быть, нужны «сверхпроводящие эмрайвы».

Есть и гораздо более эффективный способ создания больших сил тяги. Объём эмдрайва примерно равен  $L^3$ , поэтому согласно (18), объёмную плотность силы  $f$  можно представить в виде,

$$f = 0.45 \epsilon_0 \frac{E^2}{L} \quad (20)$$

Мы видим, что чем меньше  $L$ , тем больше  $f$ . Если объём, равный одному кубометру, начинить изготовленными по методике микро или нано технологий ячейками малых размеров, то при  $L = 10^{-4} \text{ м}$ ,  $E = 10^8 \text{ В/м}$ , получится сила тяги  $4 \cdot 10^8 \text{ Н}$  или 40 кТ (килотонн) или  $40 \text{ кГ/см}^3$ . Таким образом, открываются пути решения всех насущных энергетических и транспортных проблем.

Отметим, что оценочные расчёты проводились для критической (самой низкой) частоты и критической (самой длинной) длине волны. При больших частотах (меньших длинах волн) расчёты стали бы намного сложнее и результирующая сила могла бы получиться отличной по величине и направлению.

Скрытые в классической электродинамике универсальные законы сохранения энергии и импульса открывают новые возможности в различных областях человеческой деятельности. С подробностями можно знакомиться в книге [4], которую можно скачать по ссылке [http://ivanov-georgij2010.narod.ru/o\\_book1.zip](http://ivanov-georgij2010.narod.ru/o_book1.zip).

#### *Список литературы для приложения*

1. A. Einstein and J. Laub. Ann. Phys. (Leipzig), **26**, 541, (1908)
2. С. Р. де Гроот, Л. Г. Сатторп. Электродинамика, М. «Наука», 1982, с. 230-231
3. S. R. de Groot and L. G. Support. Foundations of Electrodynamics, Amsterdam, 1972
4. Георгий Иванов. За ойкуменой классической электродинамики, LAP Lambert Academic Publishing, 2017, § 8 (Georgy Ivanov. Behind Oykumena Classical Electrodynamics).
5. L. Page and N.I. Adams, Jr., Action and Reaction Between Moving Charges, Am. J. Phys. **13**, 141 (1945)
6. Г. А. Лорентц. Теория электронов и её применение к явлениям света и теплового излучения, М., 1953, с. 18 – 110

7. H. A. Lorentz. The Theory of Electrons and Its Applications to the Phenomena of Light and Radiant Heat, Leipzig, 1916
8. Н. А. Семёнов. Техническая электродинамика, М., 1973, с. 269
9. N. A. Semjonov. Technical electrodynamics, M., 1973, s. 269
10. Л. Д. Ландау и Е. М. Лифшиц. Теория поля. М. 1973 (L. D. Landau, E. M. Lifshits. Field theory, Moscow, 1973)