
Хмельник С.И.

ОТО и реабилитация вечного двигателя

"Моя небольшая работа принесет им (искателям вечного двигателя) пользу: им не придется спасаться бегством от королей и правителей, не выполнив обещания"

Леонардо да Винчи

Содержание

1. Введение
 2. Не спасался бегством...
 3. Разбалансированные колеса
 4. Основная идея
 5. Определение гравимагнитной силы Лоренца
 6. Математическая модель колеса Альдо Коста
 7. Количественные оценки
 8. Некоторые сравнения
 9. Технология
- Приложение 1. Движение тела по окружности под действием силы тяжести
1. Движение шарика внутри трубчатой окружности
 2. Движение шарика внутри деформированной трубчатой окружности
 3. Динамика движения шарика внутри деформированной трубчатой окружности
 4. Импульс силы при движении шарика внутри деформированной трубчатой окружности
- Приложение 2. Движение груза по вертикальной ступеньке.
- Литература

Аннотация

Прежде всего автор торжественно заявляет, что признает закон сохранения энергии (понимая, однако, что это ему не поможет). Далее показывается, что этот закон не противоречит возможности построения вечного двигателя, использующего силы земного притяжения. При этом, естественно, уменьшается кинетическая энергия Земли, но эту проблему автор игнорирует (точно так же, как ее игнорируют конструкторы гидроэлектростанций).

1. Введение

Известно, что работа силы тяжести по перемещению тела по замкнутой траектории равна нулю.

В [1] читаем. Осуществив множество попыток построения вечного двигателя "Леонардо попытается понять, почему двигатели различных систем не работают, утверждает неотвратимость существования каких-либо причин, внутренне присущих и мешающих работе эффектов" Его последователи, основываясь на его авторитете, "используют принцип невозможности вечного двигателя уже как твердо установленный закон природы". Парижская академия, отталкиваясь от мнения этих последователей, тоже не предъявила строгое доказательство невозможности существования вечного двигателя. Парижская академия "хотела как лучше": "такие работы (творцов вечного движения) слишком расточительны: они уже разрушили очень много семей. Часты случаи, когда механик, который мог бы занять достойное место, растрачивал на это свою славу, время и талант".

Но механики не могут угомонится, т.к. принцип невозможности вечного двигателя **не** твердо установленный закон природы. Многократные попытки построения вечного двигателя предпринимались в течении столетий [2] и продолжаются. Но они лишь позволяют, как писал Леонардо, утверждать неотвратимость существования каких-либо мешающих причин. Доказательств существования таких причин нет и закон сохранения энергии тут ни при чем.

2. Не спасался бегством...

Известна история успешного испытания вечного двигателя Орфериуса [3]. Финансировал работу и возглавлял "приемную комиссию", включающую известных ученых, граф Карл, который также считался одним из ведущих ученых своего времени. Трудно представить, что Орфериус взялся обмануть такого человека. Это кажется мне менее вероятным, чем успешное испытание. Не пришлось Орфериусу спасаться бегством от графа, не выполнив обещания.

3. Разбалансированные колеса

Среди проектов вечного двигателя распространены т.н. разбалансированные колеса. Как указано в [3], "впервые конструкция из разбалансированных колес была описана Маркизом Ворчестером. Из описания следует, что это было колесо с двумя ободами – один внутри другого. К ободам с помощью струн прикрепляются гири таким образом, что при движении вниз они смещаются в сторону внешнего обода, а при движении вверх – в сторону внутреннего." Автору не удалось найти описание этого колеса, но в [4]. приводятся описания нескольких подобных устройств.

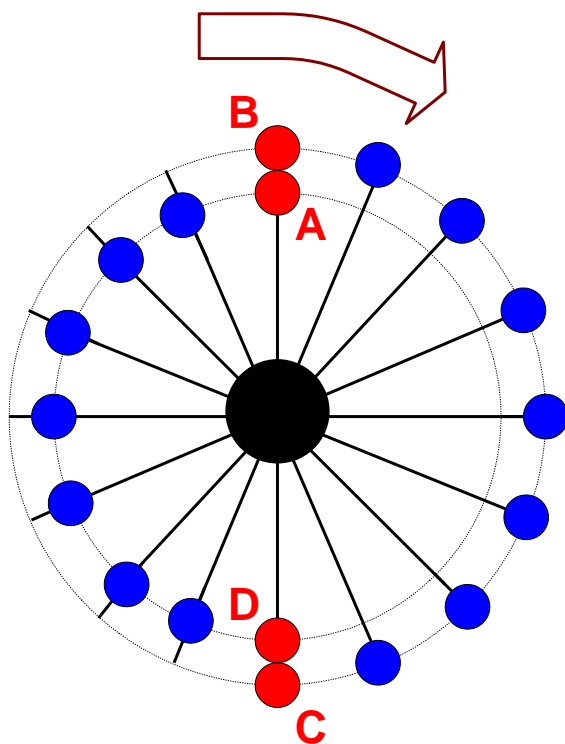


Рис. 1.

Мы рассмотрим самое впечатляющее из них. В [5] описан гравитационный мотор Альдо Коста. Его конструкцию можно представить в следующем виде – см. рис. 1. Грузы, укрепленные на спицах, вращаются вокруг общей оси. В точках *A* и *C* грузы перемещаются вдоль спицы в точки *B* и *D* соответственно. Таким

образом, при перемещении вниз (справа) грузы вращаются по радиусу R_1 , а при перемещении вверх (справа) грузы вращаются по радиусу $R_2 < R_1$ – это похоже на то, что предложено Маркизом Ворчестером – см. выше.

Колесо установлено вертикально, имеет диаметр 18 м и содержит 236 сложных механизмов для переключения положения грузов – см. рис. 2. Детали машины подробно описаны в патенте [9]). Несколько видео-роликов работы устройства приведены в [10].

Заметим, что здесь, также, как и у Маркиза Ворчестера, имеется "колесо с двумя ободами – один внутри другого. К ободам ... прикрепляются гири таким образом, что при движении вниз они смещаются в сторону внешнего обода, а при движении вверх – в сторону внутреннего."

Еще одно устройство подобного типа предложил Дмитриев [11]. Подробное описание этого устройства и несколько видео-роликов его работы приведены в [12].



Рис. 2.

4. Основная идея

Сила тяжести является консервативной силой, т.е. работа силы тяжести не зависит от траектории движения и определяется только начальным и конечным положением точки приложения этой силы. В этом утверждении не рассматривается скорость движения этой точки. Как правило, работа силы тяжести не зависит от этой скорости. Например, работа силы тяжести может быть потрачена на преодоление трения и изменение скорости точки. При этом потраченная потенциальная энергия тела равна работе силы трения (направленной **противоположно** силе тяжести) и увеличение кинетической энергии тела вне зависимости от траектории и скорости движения.

Назовем работу силы тяжести, не зависящую от скорости и от траектории, **консервативной** работой силы тяжести. Видимо, в механике нельзя найти пример, когда скорость движения влияет на работу силы тяжести, т.е. когда работа силы тяжести не является консервативной.

Однако формально такой пример можно обнаружить. Предположим, что сила "квazitрения" направлена **вдоль** силы тяжести и зависит от скорости, а, кроме того, сила этого "квazitрения" создается благодаря движению под действием силы тяжести (также, как и сила обычного трения). Тогда увеличение кинетической энергии тела равна сумме консервативной работы и работы силы "квazitрения". Однако последняя также совершается силой тяжести (по только что принятому предположению). Следовательно, в этом случае работа силы тяжести больше консервативной работы, т.е. работа силы тяжести не является консервативной.

Видимо, в механической системе нельзя найти такой случай. Однако, в электромеханической системе такой случай возможен. Рассмотрим движение заряженных тел – тяжелых электрических зарядов (ТЭЗ) в поле сил тяжести. На такие заряды действуют силы тяжести, силы электрического притяжения\отталкивания и силы Лоренца. Силы Лоренца, как известно, не совершают работу, но используют работу внешних сил – в данном случае – сил тяжести (электрическими силами можно пренебречь). Поскольку силы Лоренца зависят от скорости, то в этом случае и работа сил тяжести зависит от скорости движения (ТЭЗ) по данной траектории.

Таким образом, **в электромеханической системе силы тяжести не являются консервативными.** (Заметим, что

существует и другой случай принципиального отличия законов в механике и электромеханике: в механике соблюдается третий закон Ньютона, а в электромеханике он не соблюдается из-за тех же сил Лоренца).

Из основных уравнений ОТО следует, что в слабом гравитационном поле при малых скоростях, т.е. на Земле, можно пользоваться максвеллоподобными уравнениями для описания гравитационных взаимодействий. Это означает, что существуют гравитационные волны, и на массу m , движущуюся в гравимагнитном поле со скоростью V , действует гравитомагнитная сила Лоренца (аналог известной силы Лоренца). В [7] рассматриваются максвеллоподобные уравнения гравитации и эксперименты по их обнаружению в земных условиях.

Итак, в механической системе (также как и в электромеханической системе) могут возникать силы Лоренца, т.е. **в механической системе силы тяжести не являются консервативными, если движение под действием сил тяжести вызывает появление гравитомагнитных сил Лоренца.**

Таким образом, силы тяжести могут совершать работу.

В [8] на основе этого утверждения дано объяснение функционирования инерциоида Толчина. Ниже на этой же основе дано объяснение функционирования колеса Альдо Коста: по предположению автора причина непрерывного движения заключается в том, что движущиеся грузы взаимодействуют между собой гравимагнитными силами Лоренца.

5. Определение гравимагнитной силы Лоренца

В [7] показано, что гравимагнитная сила Лоренца, действующая от массы m_1 на массу m_2 , определяется выражением вида (здесь и далее используется система СГС)

$$\overline{F}_{12} = \frac{k_g m_1 m_2}{r^3} \left[\overline{v}_2 \times \left[\overline{v}_1 \times \overline{r} \right] \right] \text{дина}, \quad (1)$$

где

- коэффициент $k_g = \frac{\xi G}{c^2}$, (2)
- $G \approx 7 \cdot 10^{-8} \left[\frac{\text{дин} \cdot \text{см}^2}{\Gamma^2} = \frac{\text{см}^3}{\Gamma \cdot \text{сек}^2} \right]$ - гравитационная постоянная,

- $c \approx 3 \cdot 10^{10} [\text{см/сек}]$ - скорость света в вакууме,
- ξ - гравимагнитная проницаемость среды,
- \vec{r} - вектор, направленный из точки m_1 в точку m_2 ,
- v_1, v_2 - скорости масс m_1 и m_2 соответственно.

Важно отметить, что эффекты в указанных выше экспериментах настолько значительны, что для их объяснения в рамках максвеллоподобных уравнений гравитации необходимо ввести коэффициент гравимагнитной проницаемости среды ξ (аналогичный коэффициенту магнитной проницаемости среды μ в электромагнетизме). Однако значение коэффициента ξ из этих экспериментов оценить весьма приближенно.

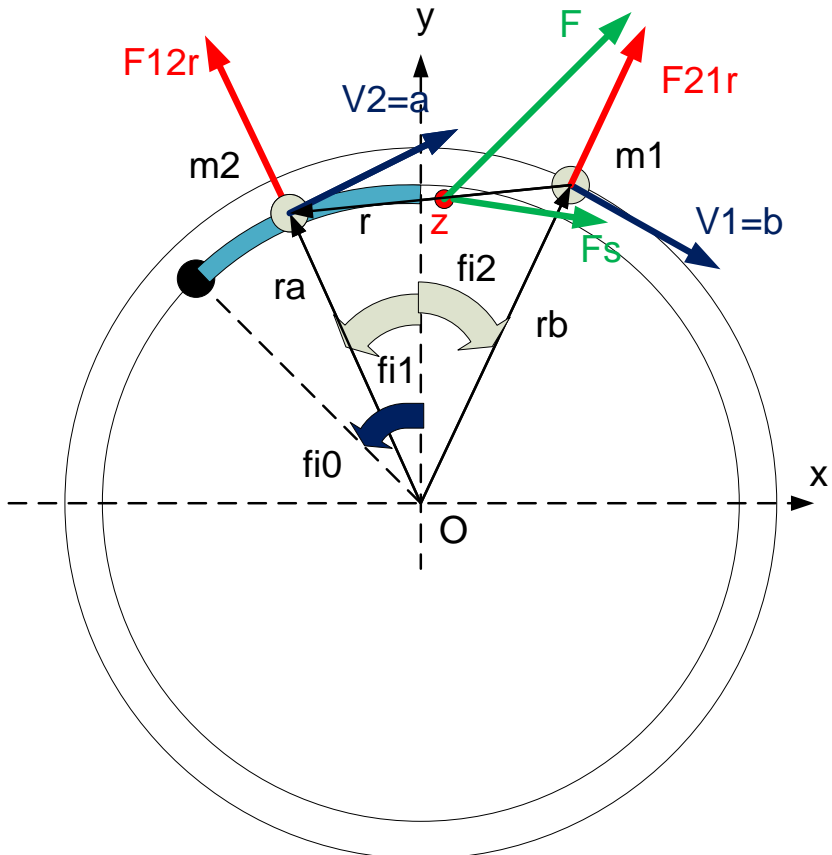


Рис. 3.

6. Математическая модель колеса Альдо Коста

Рассмотрим рис. 3, где показаны два груза в колесе Альдо Коста. В данном случае скорости $\overline{v_1}$, $\overline{v_2}$ в формуле (1) - это линейные скорости вращения грузов. Выделим в формуле (1) выражение

$$\overline{f_{12}} = (\overline{a} \times (\overline{b} \times \overline{r})), \quad (3)$$

где

$$\overline{a} = \overline{v_2}, \quad \overline{b} = \overline{v_1}.$$

В правой системе декартовых координат это выражение принимает вид

$$\overline{f_{12}} = \begin{bmatrix} a_y(b_x r_y - b_y r_x) - a_z(b_z r_x - b_x r_z) \\ a_z(b_y r_z - b_z r_y) - a_x(b_x r_y - b_y r_x) \\ a_x(b_z r_x - b_x r_z) - a_y(b_y r_z - b_z r_y) \end{bmatrix}. \quad (4)$$

Грузы вращаются с одинаковой скоростью в противоположных направлениях. Поэтому

$$|a| = \omega R_2, \quad |b| = \omega R_1, \quad (5)$$

где R_2 , R_1 - радиусы полуокружностей, ω - угловая скорость.

Обозначим еще радиус-векторы грузов m_1 и m_2 как r_b и r_a соответственно. Тогда

$$r = r_a - r_b. \quad (6)$$

Т.к. грузы вращаются в одной плоскости, , то

$$r_z = 0, \quad a_z = 0, \quad b_z = 0. \quad (7)$$

С учетом этого получаем:

$$\overline{f_{12}} = \begin{bmatrix} a_y(b_x r_y - b_y r_x) \\ -a_x(b_x r_y - b_y r_x) \\ 0 \end{bmatrix}$$

или

$$\overline{f_{12}} = D[a_y, -a_x], \quad D = (b_x r_y - b_y r_x) \quad (8)$$

Аналогично,

$$\overline{f_{21}} = D_2[b_y, -b_x], \quad D_2 = -(a_x r_y - a_y r_x) \quad (8.1)$$

Далее найдем

$$\Delta f = \overline{f_{12}} - \overline{f_{21}} = \begin{bmatrix} Da_y - D_2b_y \\ -Da_x + D_2b_x \end{bmatrix} \quad (9)$$

Из рис. 3 следует, что

$$\begin{aligned} \angle AOm_2 &= \varphi_1, \quad \angle AOm_1 = \varphi_2 \\ a_x &= \omega R_1 \cos \varphi_1, \quad b_x = \omega R_2 \cos \varphi_2, \\ a_y &= \omega R_1 \sin \varphi_1, \quad b_y = -\omega R_2 \sin \varphi_2, \\ r_a &= R_1 [-\sin \varphi_1, \cos \varphi_1], \\ r_b &= R_2 [\sin \varphi_2, \cos \varphi_2], \\ r &= r_a - r_b. \end{aligned} \quad (10)$$

Обозначим:

$$\Delta f_L = \Delta f / |r|^3. \quad (16)$$

Из (1, 3) следует, что

$$\Delta F = k_g m_1 m_2 \Delta f_L, \quad (17)$$

Можно полагать, что эта сила действует на пару **жестко** связанных (ободом и спицами колеса) масс m_1 и m_2 и приложена к центру отрезка r - см. точку Z на рис. 3. Радиус-вектор этой точки

$$\overline{r_z} = (\overline{r_a} + \overline{r_b}) / 2. \quad (20)$$

Найдем проекцию ΔF_s этой силы ΔF на касательную к окружности радиуса r_z . Она равна скалярному произведению этой силы на орт K_w вектора, перпендикулярного радиусу $\overline{r_z}$, т.е.

$$\Delta F_s = \overline{\Delta F} \otimes K_w. \quad (21)$$

Если

$$r_z = [r_{zx}, r_{zy}], \quad (22)$$

то

$$K_w = [-r_{zy}, r_{zx}] / |r_z|. \quad (23)$$

Таким образом может быть найдена сила (21). Она создает крутящий момент

$$M_s = \Delta F_s |r_z|. \quad (24)$$

Учитывая (21-23), получаем

$$M_s = \overline{\Delta F} \otimes [-r_{zy}, r_{zx}]. \quad (25)$$

Масса m_2 перемещается по дуге φ_o радиуса R_1 - см. рис. 3. При этом она взаимодействует с массой m_1 , которая также перемещается по дуге φ_o радиуса R_2 . Расстояние между ними остается постоянным: $|r| = const$. Длина вектора OZ также остается постоянным: $|r_z| = const$. При этом момент (25) также остается постоянным: $M_s = const$ - см далее. В верхней точке масса m_2 переходит на окружность радиуса R_2 ("верхний прыжок"), т.е. принимает роль массы m_1 . В этот момент масса, движущаяся по окружности радиуса R_1 вслед за бывшей массой m_2 , принимает роль массы m_2 и т.д.

Можно показать, что внизу колеса (где происходит "нижний прыжок") создается такой же момент и того же противоположного знака.

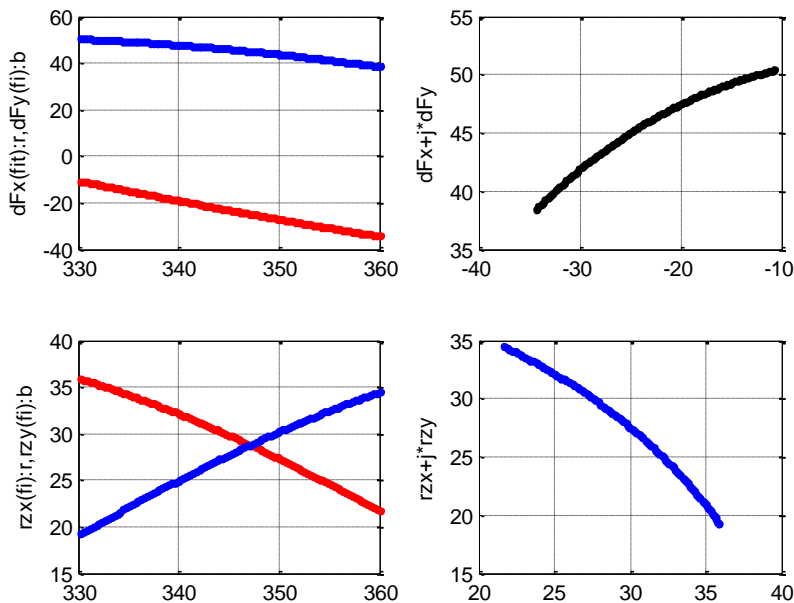


Рис. 4.

На рис. 4 показаны результаты общего расчета. При этом

- В первом окне показаны проекции силы (21): ΔF_{sy} - вверху, ΔF_{sx} - внизу.
- Во втором окне показан годограф вектора силы (21) в виде $\Delta F_s = \Delta F_{sx} + j \cdot \Delta F_{sy}$.
- В третьем окне показаны проекции вектора (22): r_{zx} - вверху, r_{zy} - внизу.
- Во четвертом окне показан годограф вектора (22) в виде $r_z = r_{zx} + j \cdot r_{zy}$.

Аналогично можно рассмотреть силы, действующие при движении грузов по вертикали – см. приложение 2.

7. Количественные оценки

В примере $|r| \approx 48$, $|r_z| \approx 41$ при $R_1 = 45$, $R_2 = 50$ (в системе СГС), а силы и моменты сил рассчитаны при условии

$$K_{gm} = k_g m_1 m_2 = 1. \quad (31)$$

При этом моменты равны вверху $M_s \approx 2000[\text{дин} \cdot \text{см}]$ и внизу $M_s \approx -2000[\text{дин} \cdot \text{см}]$. Момент действует в течении времени $T_1 \approx 0.05[\text{сек}]$. Следовательно, в верхней точке на конструкцию действует момент силы

$$(F\Delta t)_o = K_{gm} M_s T_1 / R_1 \approx 2K_{gm}[\text{дин} \cdot \text{сек}], \quad (32)$$

где коэффициент K_{gm} требует определения. В приложении 1.4 показано, что каждый груз в такой конструкции для непрерывного вращения должен получать импульс силы

$$(F\Delta t)_1 \approx 2500[\text{дин} \cdot \text{сек}]. \quad (33)$$

Следовательно, для получения непрерывного вращения за счет сил Лоренца должно соблюдаться условие

$$(F\Delta t)_o = 2(F\Delta t)_1 \quad (34)$$

или

$$K_{gm} = 2500. \quad (35)$$

Оценим для этого случая значение коэффициента ξ . Пусть массы $m_1 = m_2 = 500\text{г}$. Тогда из условий (31, 35) найдем

$$2500 = k_g 500^2 \quad (36)$$

или

$$k_g = 0.01.$$

Далее из (2) найдем

$$\xi = k_g c^2 / G = 0.01 (3 \cdot 10^{10})^2 / 7 \cdot 10^{-8} = 10^{26}. \quad (37)$$

Эта величина совпадает с той, которая получена при анализе инерциоида Толчина [8]. При таком значении ξ (по порядку величины) представленное объяснение является правомерным.

В рассмотренном примере угол $\varphi_o = \pi/6$. Следовательно, за один оборот взаимодействуют 12 пар масс и можно полагать, что крутящий момент $M_s \approx 2000$ [дин · см] действует постоянно. Таким образом, возможна конструкция, в которой движение происходит за счет энергии гравитационного поля.

8. Некоторые сравнения

Впрочем, аналогично рассмотренной гравитационной задаче движения масс можно рассмотреть точно такую же задачу движения тяжелых электрических зарядов, где не возникнет вопроса о правомерности максвеллоподобных уравнений гравитации и значении коэффициента гравимагнитной проницаемости среды.

Сравним силы Лоренца при взаимодействии масс и зарядов. Выше приведена сила Лоренца, действующая от первого тела на второе, в виде

$$F_{Lg} = k_g \frac{m^2}{r^3} \cdot [\bar{v}_2 \times [\bar{v}_1 \times \bar{r}]],$$

где $k_g = \frac{\xi G}{c^2}$. Аналогично, сила Лоренца, действующая от первого заряда на второй, имеет вид:

$$F_{Le} = k_e \frac{q^2}{r^3} \cdot [\bar{v}_2 \times [\bar{v}_1 \times \bar{r}]],$$

где $k_e = \frac{\mu}{c^2}$. Следовательно сила Лоренца F_{Le} , действующая на заряды, относится к силе Лоренца F_{Lg} , действующей на массы (при тех же скоростях и расстояниях), как

$$\frac{F_{Le}}{F_{Lg}} = \frac{k_e q^2}{k_g m^2} = \frac{\mu}{k_g c^2} \left(\frac{q}{m} \right)^2.$$

Принимая $\mu = 1$ и $k_g = 0.01$ (как показано выше), находим:

$$\frac{F_{Le}}{F_{Lg}} = 10^{-19} \left(\frac{q}{m} \right)^2.$$

Сравним это с отношением сил притяжения:

$$\frac{F_{Pe}}{F_{Pg}} = \frac{(1/\varepsilon)q^2}{Gm^2}.$$

При $\varepsilon = 1$ и $G \approx 7 \cdot 10^{-8}$ находим:

$$\frac{F_{Pe}}{F_{Pg}} \approx 10^7 \left(\frac{q}{m} \right)^2$$

Если $F_{Le} = F_{Pe}$, то $F_{Lg} 10^{19} = F_{Pg} 10^{-7}$ или $F_{Lg} = F_{Pg} 10^{26}$.

Таким образом, если при $k_g = 0.01$ условия (расстояния и скорости) таковы, что для двух зарядов сила Лоренца равна силе притяжения, то для двух масс сила Лоренца в 10^{26} раз больше силы притяжения. Это означает, что конструкция, использующая энергию гравитационного поля и основанная на гравитомангнитных силах Лоренца, значительно эффективнее такой же конструкции, основанная на магнитных силах Лоренца – точнее, последнюю нечего и пытаться реализовать.

9. Технология

Те 18 м, которые демонстрирует Альдо Коста, объясняются, по-видимому, размерами переключателей – они сложные, а потому большие. Кроме того, они сложные, а потому требуют постоянного подрегулирования, что усложняет эксплуатацию.

Автор может предложить значительно менее сложную и компактную конструкцию. Нужны инвестиции и любое иное содействие в продвижении проекта.

Приложение 1. Движение тела по окружности под действием силы тяжести

Здесь рассматривается некоторая идеализированная конструкция, эквивалентная колесу Альдо Коста. Для такой конструкции можно построить строгую математическую модель.

1. Движение шарика внутри трубчатой окружности

Рассмотрим шаровое тело весом P , которое движется по жесткой трубке, свернутой в окружность – см. рис.1. Окружность расположена в вертикальной плоскости.

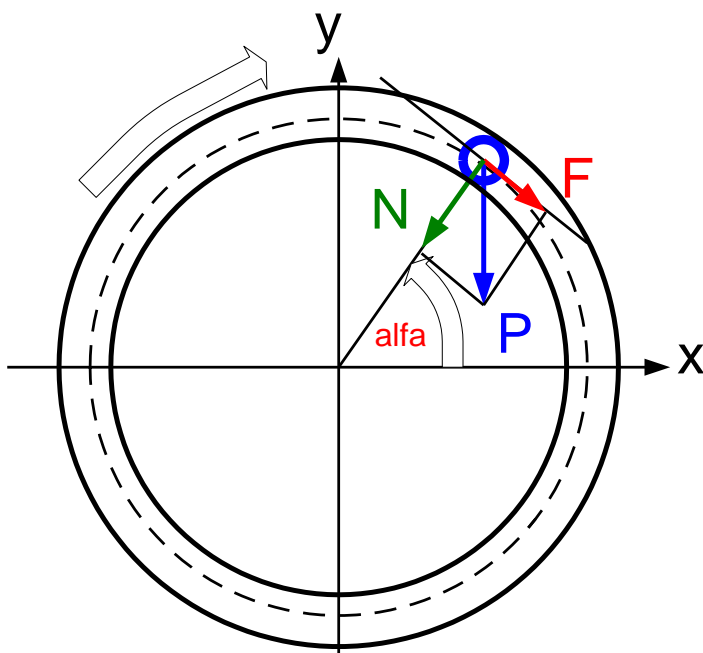


Рис. 1.

Найдем силу F , действующую на тело по касательной:

$$F = P \cos \alpha = xP / R.$$

Момент этой силы

$$M_F = FR = xP.$$

Будем считать момент положительным, если он направлен по часовой стрелке. Найдем силу давления N , действующую на окружность по радиусу:

$$N = P \sin \alpha = -yP / R .$$

Сила трения тела по окружности

$$T = kN = -kyP / R .$$

где k - коэффициент трения. Момент этой силы

$$M_T = TR = -kyP .$$

В табл. 1 указаны формулы для перечисленных сил и моментов в 4-х квадрантах.

Таблица 1.

	1	2	3	4
	$F = xP / R$	$F = xP / R$	$F = xP / R$	$F = xP / R$
	$M_F = xP$	$M_F = xP$	$M_F = xP$	$M_F = xP$
	$T = -kyP / R$	$T = kyP / R$	$T = kyP / R$	$T = -kyP / R$
	$M_T = -kyP$	$M_T = kyP$	$M_T = kyP$	$M_T = -kyP$

2. Движение шарика внутри деформированной трубчатой окружности

Теперь предположим, что шарик движется внутри трубки, изображенной на рис. 2 (где показана только осевая линия трубки и несколько положений шарика). Показана только верхняя половина трубки. Эта трубка состоит из трех частей: дуга 'ad' радиусом R_1 , дуга 'bq' радиусом R_2 и отрезок AB ("ступенька"), расположенный под углом φ к горизонтали.

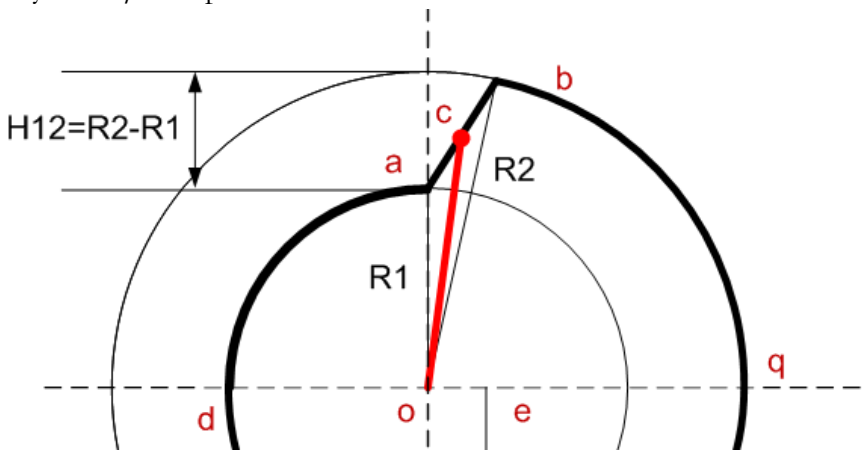


Рис. 2.

В табл. 2 указаны формулы для перечисленных выше сил и моментов в 4-х квадрантах для такой деформированной трубки.

Таблица 2.

	1	2	3	4
	$\varphi = \left(\frac{\pi}{2}, 0\right)$	$\varphi = \left(0, -\frac{\pi}{2}\right)$	$\varphi = \left(-\frac{\pi}{2}, -\pi\right)$	$\varphi = \left(-\pi, \frac{\pi}{2}\right)$
	$F = xP / R_2$	$F = xP / R_2$	$F = xP / R_1$	$F = xP / R_1$
	$M_F = xP$	$M_F = xP$	$M_F = xP$	$M_F = xP$
	$T = -kyP / R_2$	$T = -kyP / R_2$	$T = -kyP / R_1$	$T = -kyP / R_1$
	$M_T = -kyP$	$M_T = kyP$	$M_T = kyP$	$M_T = -kyP$
	$A_1 = (1-k)PR_2$	$A_2 = (1-k)PR_2$	$A_3 =$ $(-1-k)PR_1$	$A_4 =$ $(-1-k)PR_1$
	$dv_1 = g \cdot$ $\begin{pmatrix} \cos \varphi \\ -k \sin \varphi \end{pmatrix} \frac{d\varphi}{v_1}$	$dv_2 = g \cdot$ $\begin{pmatrix} \cos \varphi \\ +k \sin \varphi \end{pmatrix} \frac{d\varphi}{v_2}$	$dv_3 = g \cdot$ $\begin{pmatrix} \cos \varphi \\ +k \sin \varphi \end{pmatrix} \frac{d\varphi}{v_3}$	$dv_4 = g \cdot$ $\begin{pmatrix} -\cos \varphi \\ -k \sin \varphi \end{pmatrix} \frac{d\varphi}{v_4}$
	$\frac{v_{1k}^2 - v_{1o}^2}{2} =$ $gR_2(1-k)$	$\frac{v_{2k}^2 - v_{2o}^2}{2} =$ $gR_2(1-k)$	$\frac{v_{3k}^2 - v_{3o}^2}{2} =$ $gR_1(-1-k)$	$\frac{v_{4k}^2 - v_{4o}^2}{2} =$ $gR_1(-1-k)$

Суммарная работа силы тяжести, выполняемая моментами, действующими на шарик при движении по квадранту 1, равна

$$\begin{aligned}
 A_1 &= \int_{\pi/2}^0 (M_F + M_T) d\varphi = \\
 &P \int_{\pi/2}^0 (x - ky) d\varphi = P \int_{\pi/2}^0 \left(x - k\sqrt{R_2^2 - x^2} \right) d\varphi \\
 A_1 &= PR_2 \int_{\pi/2}^0 \begin{pmatrix} \cos \varphi \\ k \sin \varphi \end{pmatrix} d\varphi = PR_2 \left|_{\pi/2}^0 \begin{pmatrix} -\sin \varphi \\ k \cos \varphi \end{pmatrix} \right. \\
 A_1 &= PR_2(1-k)
 \end{aligned}$$

Аналогично вычисляется работа, совершаемая на квадрантах 2, 3, 4 – см. табл. 2. Вся работа, совершаемая на полуокружностях,

$$A_o = A_1 + A_2 + A_3 + A_4$$

$$A_o = 2P((R_2 - R_1) - 2k(R_1 + R_2))$$

На ступеньке совершается работа

$$A_s = (-1 - k)P(R_2 - R_1)/\sin \varphi.$$

Вся работа, совершаемая силой тяжести,

$$A = A_o + 2A_s$$

Отметим следующее. Коэффициент трения скольжения $k = \overline{0.1}; \overline{0.5} \approx 0.25$. Коэффициент трения качения ролика радиусом r равен $k = f/r$, где $f \approx 0.5mm$ при качении стали по стали [6] Если $r = 20mm$, то $k \approx 0.025$.

3. Динамика движения шарика внутри деформированной трубчатой окружности

Найдем изменение скорости шарика на элементе длины ds окружности в первом квадранте за счет сил F_1 , T_1 . Имеем:

$$dv_1 = a dt = \frac{F_1 + T_1}{m} dt = \frac{F_1 + T_1}{m} \frac{ds}{v} = \frac{F_1 + T_1}{m} \cdot \frac{R_1}{v_1} d\alpha.$$

Учитывая табл. 2, получаем:

$$dv_1 = \frac{xP/R_2 - kyP/R_2}{m} \cdot \frac{R_2}{v_1} d\alpha = g \frac{x - ky}{v_1} \cdot d\alpha,$$

$$dv_1 = g \frac{x - ky}{v_1} \cdot d\alpha,$$

$$dv_1 = g \left(x - k\sqrt{R_2^2 - x^2} \right) \frac{d\varphi}{v_1},$$

$$dv_1 = g(\cos \varphi - k \sin \varphi) \frac{d\varphi}{v_1}, \text{ причем } \varphi = \left(\frac{\pi}{2}, 0 \right).$$

Аналогично вычисляется приращение скорости на квадрантах 2, 3, 4 – см. табл. 2. На двух ступеньках имеем:

$$dv_s = -\frac{kP \cos(\varphi)}{m} \cdot dt,$$

$$dv_s = -kg \cos(\varphi) \frac{dh}{v_s}, \text{ причём } h = \sqrt{(0, R_2 - R_1)}$$

где φ - угол наклона ступеньки к горизонтали.

Проинтегрируем выражение для скорости первого квадранта:

$$\int_{v_{1o}}^{v_{1k}} v_1 dv_1 = \int_{\pi/2}^0 g R_2 (\cos \varphi - k \sin \varphi) d\varphi,$$

$$\left| \frac{v_{1k}^2}{2} - \frac{v_{1o}^2}{2} \right| = g R_2 \left| -\sin \varphi - k \cos \varphi \right|_{\pi/2}^0,$$

$$\frac{v_{1k}^2 - v_{1o}^2}{2} = g R_2 (1 - k).$$

Аналогично вычисляется приращение кинетической энергии на квадрантах 2, 3, 4 – см. табл. 2. На ступеньках имеем:

$$\int_{v_{so}}^{v_{sk}} v_s dv_s = \frac{-kg}{\sin \varphi} \int_0^{R_2 - R_1} dh, \quad \left| \frac{v_{sk}^2}{2} - \frac{v_{so}^2}{2} \right| = \frac{-kg}{\sin \varphi} \left| R_2 - R_1 \right| h,$$

$$\frac{v_{sk}^2 - v_{so}^2}{2} = \frac{-kg}{\sin \varphi} (R_2 - R_1).$$

В этих формулах принято допущение о том, что ступенька не изменяют длину полуокружности.

Поскольку конечная скорость на некотором участке совпадает с начальной скоростью на следующем участке, из предыдущих формул может быть найдено изменение скорости на всей трубке за один оборот Δv . Потеря кинетической энергии при этом равна

$$\Delta W = \frac{v_b^2 - (v_b - \Delta v_b)^2}{2}.$$

4. Импульс силы при движении шарика внутри деформированной трубчатой окружности

В колесе Альдо Коста все грузы (в нашей схеме – шарики) вращаются с угловой скоростью ω вокруг т. 'о'. Выше было найдено изменение кинетической энергии ΔW . В данном случае работу для сохранения кинетической энергии шарика какой-либо внешний источник энергии должен добавлять величину ΔW за

каждый оборот шарика. Предположим, что эта энергия вносится приложением в некоторый интервал времени момента силы $F \cdot \Delta t$. Этот момент силы увеличивает угловую скорость. Если момент силы прикладывается к шарiku в т. 'b', то

$$F \cdot \Delta t = m \cdot \Delta v_b, \quad (1)$$

где

$$\Delta v_b = R_2 \cdot \Delta \omega_b. \quad (2)$$

Эта величина может быть вычислена при данном по следующей формуле:

$$\Delta W = \left((v_b + \Delta v_b)^2 - v_b^2 \right) / 2 \quad (3)$$

или

$$2 \frac{\Delta W}{R_2^2} = (\omega_b + \Delta \omega_b)^2 - \omega_b^2 \quad (4)$$

или

$$\Delta \omega_b = \sqrt{\omega_b^2 + 2\Delta W / R_2^2} - \omega_b. \quad (5)$$

Из (1, 2, 5) находим:

$$F \cdot \Delta t = m R_2 \left(\sqrt{\omega_b^2 + 2\Delta W / R_2^2} - \omega_b \right). \quad (6)$$

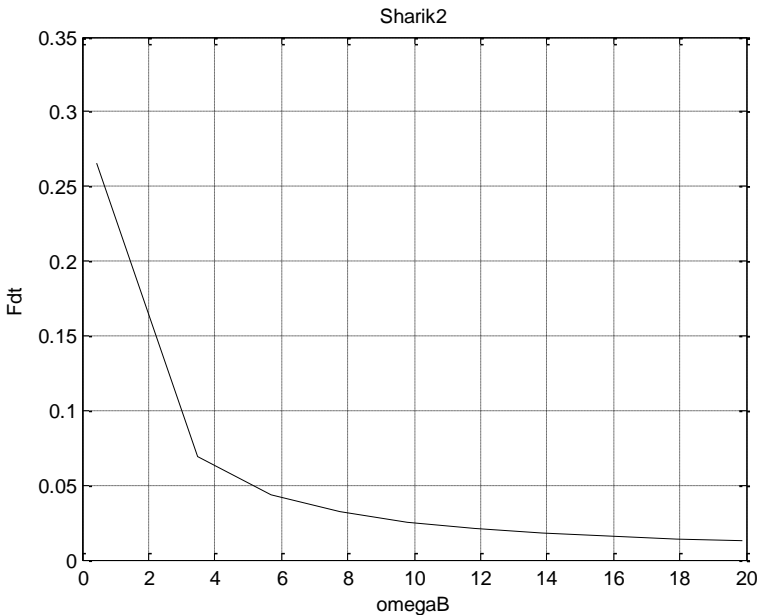


Рис. 3.

Если момент силы превышает указанную величину, то угловая скорость будет возрастать, а если момент силы меньше указанной величины, то угловая скорость будет уменьшаться и в какой-то момент шарик остановится. На рис. 3 показана зависимость $F \cdot \Delta t = f(\omega_b)$. При расчете принято, что

$$P = 5[\text{Н}], R_1 = 0.44[\text{М}], R_2 = 0.5[\text{М}], \omega = 10[1/\text{сек}], k = 0.025.$$

При этом импульс силы должен быть равен

$$F \cdot \Delta t \approx 0.025[\text{Н} \cdot \text{сек}] \approx 2500[\text{дин} \cdot \text{сек}]$$

Приложение 2. Движение груза по вертикальной ступеньке.

Рассмотрим случай, когда груз m_2 вращается с угловой скоростью ω , а груз m_1 движется по вертикали со скоростью v_1 . Тогда

$$|a| = \omega R_2, \quad b = [0, v_1, 0], \quad (1)$$

Т.к. грузы движутся в одной плоскости, то

$$r_z = 0, \quad a_z = 0, \quad b_z = 0. \quad (2)$$

С учетом этого из (4 – см. раздел б) получаем:

$$\overline{f_{12}} = \begin{bmatrix} a_y(-v_1 r_x) \\ -a_x(-v_1 r_x) \\ 0 \end{bmatrix} \quad (3)$$

или

$$\overline{f_{12}} = D[-a_y, a_x], \quad D = v_1 r_x. \quad (4)$$

Следовательно, от m_1 на m_2 действует сила (4). Аналогично, рассмотрим случай, когда груз m_1 вращается с угловой скоростью ω , а груз m_2 движется по вертикали со скоростью v_2 . Тогда

$$|b| = \omega R_1, \quad a = [0, v_2, 0], \quad (5)$$

то из ((4) – см. раздел б) получаем:

$$\overline{f_{21}} = - \begin{bmatrix} v_2(b_x r_y - b_y r_x) \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}. \quad (6)$$

Следовательно, сила (б) направлена по горизонтали от m_2 на m_1 по горизонтали и на движение по вертикали не влияет.

Выше принято допущение о том, что скорость движения по ступеньке постоянно. На самом деле эта скорость изменяется даже при постоянной угловой скорости. Рассмотрим этот вопрос подробнее - см. рис.4. Найдем скорость движения тела на отрезке "ас". Обозначим:

$$\gamma = \angle ga' = \angle aob, \quad \gamma_2 = \angle ga2' = \angle aoc, \quad u_1 = u1' = \angle bao,$$

$$u_2 = u2' = \angle abo, \quad u_{22} = u22' = \angle aco.$$

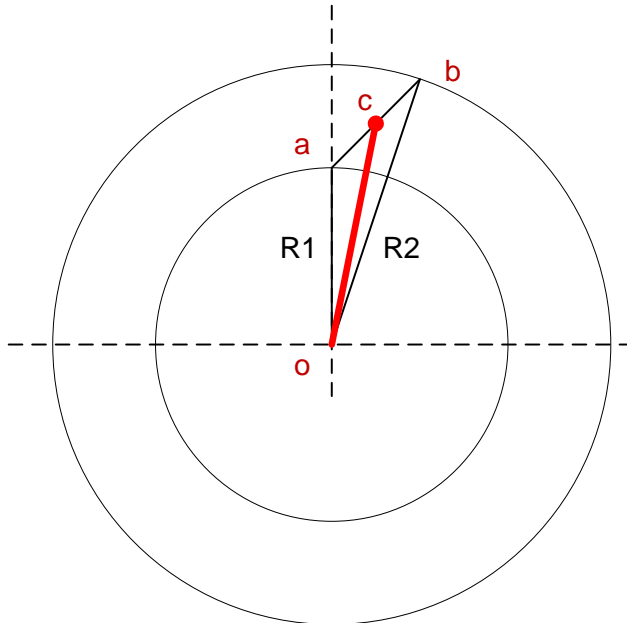


Рис. 4.

Решая треугольник "оав", находим:

$$d = \sqrt{R_1^2 + R_2^2 - 2R_1 R_2 \cos(\gamma)}$$

$$\sin(u_2) = \sin(\gamma),$$

$$u_1 = \pi - \gamma - u_2.$$

Радиус "ос" вращается с угловой скоростью ω . Поэтому

$$\gamma_2 = \omega t.$$

Решая треугольник "оас", находим:

$$u_{22} = \pi - \gamma_2 - u_1,$$

$$d_2 = R_1 \sin(\gamma_2) / \sin(u_{22}),$$

$$R_{22} = R_1 \sin(u_1) / \sin(u_{22}).$$

Скорость тела на отрезке "ав"

$$v = \frac{d(d_2)}{dt}.$$

Скорость приближения тела к этому отрезку по окружности радиуса R_1 равна $v_a = \omega R_1$, а скорость удаления от него по окружности радиуса R_2 равна $v_b = \omega R_1$. В точках "а" и "в" скорости изменяют свои значения в результате упругого удара, т.е. без потери энергии.

На рис. 5 показаны функции γ_2 , d_2 , R_{22} , v от времени (в окнах 1-4 соответственно).

Скорость движения тела по отрезку "ав" существенно больше скоростей движения по окружностям. Поэтому выше мы рассматривали взаимодействие тела, поднимающегося по вертикали со скоростью v , и тела, движущегося по окружности со скоростью $v_a = \omega R_1$ или $v_b = \omega R_1$.

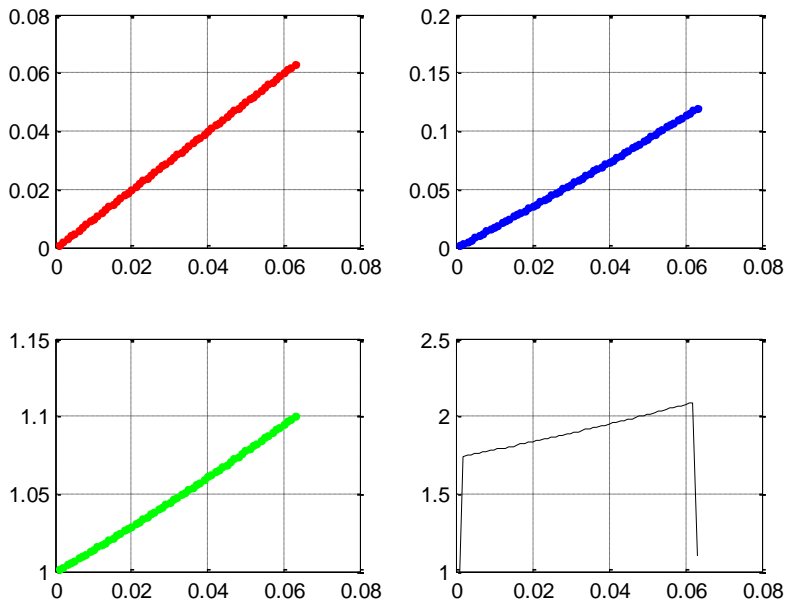


Рис. 5.

Литература

1. М. Могилевский. Леонардо да Винчи ... и принцип невозможности вечного двигателя, "Квант", №5, 1999, <http://kvant.mccme.ru/pdf/1999/05/kv0599mogilevsky.pdf>
2. А.И. Краснов. Возможен ли вечный двигатель? Государственное издательство технико-теоретической литературы. Москва, 1956.
3. Действительно ли Orffyreus создал вечный двигатель? <http://www.ortopax.ru/2010/11/dejstvitelno-li-orffyreus-sozdal-vechnyj-dvigatel/>
4. Работа гравитационного потенциального поля http://fictionbook.ru/author/aleksandr_frolov/novyie_istochniki_yenergii/read_online.html?page=3
5. Aldo Costa's Gravity Motor, http://peswiki.com/index.php/Directory:Aldo_Costa%27s_Gravity_Motor
6. http://ru.wikipedia.org/wiki/Трение_качения.
7. Хмельник С.И. Еще об экспериментальном уточнении максвеллоподобных уравнений гравитации, «Доклады независимых авторов», изд. «DNA», printed in USA, ISSN 2225-6717, Lulu Inc., ID 14407999, Россия-Израиль, 2014, вып. 25, ISBN 978-1-304-86256-3.
8. Хмельник С.И. Инерционид Толчина и ОТО, там же.
9. Aldo Costa. Movement Perpetual. Patent FR 2745857A1, 1995.
10. Власов В.Н. Величайшая Революция в Механике, 6, <http://vitanar.narod.ru/revolucio/revolucio6/revolucio6.html>
11. Дмитриев М.Ф. Усилитель момента вращения. WO 2010/062207, 2010.
12. Власов В.Н. Величайшая Революция в Механике, 5, <http://vitanar.narod.ru/revolucio/revolucio5/revolucio5.html>