

Математическая модель песчаного вихря

Аннотация

Рассматривается вопрос об источнике энергии в песчаном вихре. Атмосферные явления не могут быть единственным источником энергии, поскольку такие вихри существуют и на Марсе, где атмосфера отсутствует. Ниже показывается, что источником энергии для песчаного вихря является энергия гравитационного поля. Предлагается математическая модель песчаного вихря, в которой используется система максвеллоподобных уравнений гравитации. Объясняются некоторые свойства песчаного вихря - сохранение цилиндрической вертикальной формы вихря, его колебания, хаотическую траекторию движения вихря в целом, расширение тела вихря.

Оглавление

1. Введение
 2. Математическая модель
 3. Потоки энергии
 4. Вертикальная устойчивость
 5. Движение вихря
- Приложение
Литература

1. Введение

Широко известен пыльный вихрь, который представляет собой почти вертикальный столб пыли – см. рис. 1.

Такой вихрь имеет вертикальную ось вращения, высоту - несколько десятков метров, диаметр – несколько метров, время существования - несколько десятков секунд [1]. Существуют и подобные ему явления – водяной, воздушный, пепловый вихри. Причинами возникновения принято считать различные атмосферные явления (ветер, нагрев атмосферы). Однако само существование песчаного вихря - сохранение формы и движение

трудно объяснить теми же причинами. Кроме того, существуют и движутся такие вихри и на Марсе, где атмосфера отсутствует – см. рис. 2 [1]. Поэтому при объяснении таких вихрей главным является вопрос об источнике энергии.



Рис. 1.



Рис. 2.

Есть и намного более мощные явления, родственные песчаному вихрю – песчаные цунами – см. рис. 2а и рис. 2в. Кажется неубедительным существующее представление о том, что причиной движения этой машины является ветер и нелинейность среды. Создается впечатление, что внутри этого "устройства" есть собственный двигатель, а сопротивление среды – лишь катализатор, сила, которая давит на педаль газа.



Рис. 2а.



Рис. 2в

Ниже предлагается математическая модель песчаного вихря, в которой используется система максвеллоподобных уравнений гравитации. Показывается, что источником энергии для песчаного вихря является энергия гравитационного поля - см. приложение. Во всяком случае, на Марсе трудно обнаружить другой источник энергии.

Модель основана на следующих предположениях. Песчаный вихрь состоит из материальных частиц - песчинок. Движение этих частиц уподобляется массовым токам. Массовые токи в гравитационном поле описываются максвеллоподобными уравнениями гравитации [2] (далее – МПГ-уравнениями). Взаимодействие между движущимися массами описывается гравитомагнитными силами Лоренца (далее ГЛ-силы), аналогичными силам Лоренца в электродинамике, действующими между движущимися электрическими зарядами.

Токи, возникающие в вихре, циркулируют (как показано ниже) по сечению вихря и по вертикали (вверх, вниз). Кинетическая энергия такой циркуляции расходуется на потери от столкновений песчинок. Она поступает от гравитирующего тела. Потенциальная энергия вихря не изменяется и, следовательно, не расходуется. Т.е. в этом случае нет преобразования потенциальной энергии в кинетическую и обратно. Однако гравитирующее тело расходует свою энергию на создание и поддержание массовых токов - см. приложение.

Поддержка вихря в вертикальном положении объясняется следующим образом. Из аналогии между уравнениями Максвелла и МПГ следует, что может существовать поток S гравитационной энергии. Такой поток может существовать и не изменяться во времени. Вместе с потоком существует гравитационный импульс. Если тело находится в потоке гравитационной энергии (и этот поток не изменяется во времени), то на тело действует противоположно направленной потоку S сила $F=S\cdot c$ где c – скорость света. Это следует из закона сохранения импульса. Еще раз подчеркнем, что это – полная аналогия между гравитационным и электромагнитным полем. Для электромагнитного поля эти соотношения рассмотрены в [3, 4].

В теле вихря вместе с постоянными массовыми токами существует (как показано ниже) постоянный во времени поток гравитационной энергии. Он направлен вниз. В соответствии с вышесказанным на тело вихря действует сила, направленная вверх и удерживающая тело вихря в вертикальном положении.

2. Математическая модель

МПП-уравнения для гравитомагнитных напряженностей H и плотность массовых токов J в стационарном гравитомагнитном поле имеют вид:

$$\operatorname{div}(H) = 0, \quad (1)$$

$$\operatorname{rot}(H) = J, \quad (2)$$

При моделировании песчаного вихря будем использовать цилиндрические координаты r, φ, z . Тогда МПП-уравнения примут вид:

$$\frac{H_r}{r} + \frac{\partial H_r}{\partial r} + \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial H_\varphi}{\partial \varphi} + \frac{\partial H_z}{\partial z} = 0, \quad (3)$$

$$\frac{1}{r} \cdot \frac{\partial H_z}{\partial \varphi} - \frac{\partial H_\varphi}{\partial z} = J_r, \quad (4)$$

$$\frac{\partial H_r}{\partial z} - \frac{\partial H_z}{\partial r} = J_\varphi, \quad (5)$$

$$\frac{H_\varphi}{r} + \frac{\partial H_\varphi}{\partial r} - \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial H_r}{\partial \varphi} = J_z, \quad (6)$$

Модель основана на том, что

1. напряженность гравитационного поля направлена вдоль оси вихря,
2. она создает вертикальный поток песчинок - массовый ток J_z ,
3. вертикальный ток J_z формирует кольцевое гравитомагнитное поле с напряженностью H_φ и радиальное гравитомагнитное поле H_r - см. (6),
4. гравитомагнитное поле H_φ отклоняет ГЛ-силами песчинки вертикального потока в радиальном направлении, создавая радиальный поток песчинок - радиальный массовый ток J_r ,
5. гравитомагнитное поле H_φ отклоняет ГЛ-силами песчинки радиального потока перпендикулярно радиусам, создавая вертикальный массовый ток J_z ,
6. гравитомагнитное поле H_r отклоняет ГЛ-силами песчинки вертикального потока перпендикулярно радиусам, создавая кольцевой массовый ток J_φ ,

7. гравитомагнитное поле H_r отклоняет ГЛ-силами песчинки кольцевого потока перпендикулярно радиусам, создавая вертикальный массовый ток J_z ,
8. массовый ток J_r формирует вертикальное гравитомагнитное поле H_z и кольцевое гравитомагнитное поле H_φ , - см. (4),
9. массовый ток J_φ формирует вертикальное гравитомагнитное поле H_z и радиальное гравитомагнитное поле H_r - см. (5),
10. массовый ток J_z формирует кольцевое гравитомагнитное поле H_φ и радиальное гравитомагнитное поле H_r - см. (6),

Таким образом, основной массовый ток J_0 создает дополнительные массовые токи J_r , J_φ , J_z и гравитомагнитные поля H_r , H_φ , H_z . Они должны удовлетворять уравнениям Максвелла (3-6). Кроме того, токи должны удовлетворять условию непрерывности

$$\operatorname{div}(J) = 0, \quad (8)$$

или, в цилиндрических координатах,

$$\frac{J_r}{r} + \frac{\partial J_r}{\partial r} + \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial J_\varphi}{\partial \varphi} = 0. \quad (9)$$

Массовые токи

$$J = n \cdot m \cdot v, \quad (10)$$

а их кинетическая энергия

$$W = n \cdot m \cdot v^2 / 2, \quad (11)$$

где n - количество песчинок в потоке, m - масса песчинки, v - скорость потока песчинок. Таким образом, равные массовые токи могут обладать разной кинетической энергией.

Решение системы (3-6, 9) найдено в [5] и имеет следующий вид:

$$H_{r.} = \frac{\alpha}{2} h_\varphi r \sin(\alpha\varphi), \quad (14)$$

$$H_{\varphi.} = h_\varphi r \cos(\alpha\varphi), \quad (15)$$

$$H_{z.} = -\frac{1}{2} j_\varphi r^2 \sin(\alpha\varphi), \quad (16)$$

$$J_{r.} = -\frac{\alpha}{2} j_\varphi r \cos(\alpha\varphi), \quad (17)$$

$$J_{\varphi.} = j_\varphi r \sin(\alpha\varphi), \quad (18)$$

$$J_z = h_\varphi \left((1 - \alpha^2/2) \cos(\alpha\varphi) - \alpha \sin(\alpha\varphi) \right). \quad (19)$$

где j_φ , h_φ - некоторые константы, α - целое число, константа.

Массовые токи циркулируют по сечениям тела вихря и по вертикали. Структура токов J_r и J_φ подробно рассмотрена в [5]. Здесь мы рассмотрим траекторию массы в предположении, что ток, создаваемый этой массой, пропорционален скорости ее движения. Предположим, что эта масса все время находится на одном и том же расстоянии от центра. Тогда ее траектория опишется вектор-функцией вида

$$\bar{J} = \bar{J}_r(r, \varphi) + \bar{J}_\varphi(r, \varphi) + \bar{J}_z(r, \varphi),$$

где слагаемые векторы вычисляются по формулам (17-19) при $r = const$, $\varphi = var$. На рис. 3. показаны три траектории при $r = 1$, $r = 13$, $r = 29$ и $0 \leq \varphi = \pi$, $\alpha = 10$, $j_\varphi = 1$, $h_\varphi = 1$. Безусловно, одна и та же песчинка не может находиться постоянно на одном и том же радиусе, т.е. песчинки сменяют друг друга на каждом радиусе. Но в среднем именно эти траектории можно считать траекториями струй в потоке песчинок вихря.

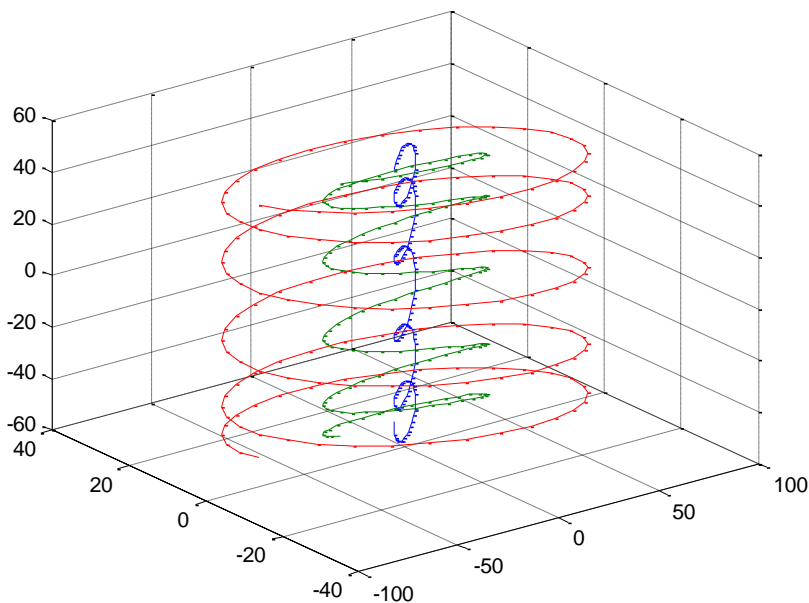


Рис. 3.

На рис. 4 показана величина J_z на плоскости сечения при $\alpha = 10$, $h_\varphi = 1$, $R = 50$, где R - радиус вихря.

Здесь важно отметить, что вертикальные токи циркулируют так, что сумма токов J_z в каждом сечении равна нулю – см. (19). Таким образом, массы-пылинки движутся по замкнутой траектории и силы тяжести не совершают работу по этой траектории. Тем не менее, совершается работа по преодолению сил трения между пылинками при перемещении пылинок ГЛ-силами. Эта работа выполняется за счет энергии гравитационного поля – см. приложение.

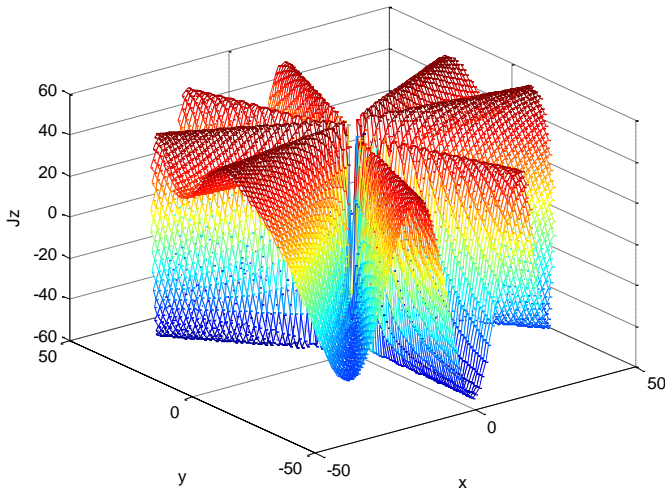


Рис. 4.

Будем полагать, что работа сил трения между песчинками

$$P = \rho |J|^2, \quad (20)$$

где ρ – удельное сопротивление массовому току, не зависящее от его величины и направления (аналогичное электросопротивлению). Тогда вся работа может быть определена так же, как и в [5]. Она равна

$$P = \pi R^2 L \rho (j_\varphi^2 R^2 (1/4 + \alpha^2/16) + h_\varphi^2 (1 + \alpha^4/4)) \quad (21)$$

где R , L - радиус и высота вихря соответственно. Эти формулы аналогичны формулам для отрезка провода с постоянным током. Если предположить, что для массовых токов (так же, как и для электрических токов) соблюдается принцип минимума тепловых потерь, то можно найти соотношение [5]

$$j_\varphi = h_\varphi \eta / R. \quad (22)$$

где

$$\eta = \sqrt{(4 + \alpha^4) / (1 + \alpha^2 / 4)}, \quad (23)$$

Тогда

$$P = \pi R^2 L \rho h_\varphi^2 (1/4 + \alpha^4 / 16). \quad (24)$$

Это – та мощность, которая должна поступать из гравитационного поля для существования песчаного вихря.

3. Потоки энергии

По аналогии с электродинамикой запишем связь между массовым током J и гравитоэлектрической напряженностью E в виде

$$E = \rho J. \quad (25)$$

Также по аналогии с электродинамикой определим плотность потоков гравитационной энергии в виде

$$S = E \times H. \quad (26)$$

Тогда найдем

$$S = \rho (J \times H). \quad (27)$$

Векторное произведение $(J \times H)$ в цилиндрических координатах имеет вид:

$$\frac{S}{\rho} = J \times H = \begin{bmatrix} S_r \\ S_\varphi \\ S_z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} J_\varphi H_z - J_z H_\varphi \\ J_z H_r - J_r H_z \\ J_r H_\varphi - J_\varphi H_r \end{bmatrix} \quad (28)$$

Потоки энергии и устойчивость формы рассматривались в аналогичных математических моделях [6, 7]. По аналогии можно утверждать, что поток энергии отсутствует вне тела вихря. Внутри тела он направлен

- по радиусу от периферии к центру - S_r ;
- по окружности - S_φ ;
- по вертикали вниз - S_z .

Эти внутренние потоки энергии обеспечивают

- сохранение формы вихря, ибо изменение его формы требует притока внешней энергии [7],
- вертикальную устойчивость,
- движение вихря.

4. Вертикальная устойчивость

Тело вихря пронизывают потоки гравитационной энергии, которые создается массовыми токами. Формульные зависимости между токами и потоками энергии рассмотрены в [5] для постоянного тока. Этими же зависимостями можно воспользоваться в данном случае. В частности, в теле вихря существует поток энергии, направленный по вертикали, с плотностью

$$S_z = -j_\phi h_\phi r^2 \frac{\alpha}{2}. \quad (30)$$

Во введении показано, что поток с данной плотностью, пронизывающий тело, создает действующую на тело силу давления с плотностью (давление)

$$F_z = \frac{S_z}{c}, \quad (31)$$

противоположно направленную потоку. Найдем полную силу давления, действующую в каждом сечении на тело вихря радиусом R ,

$$F_{zo} = -\frac{1}{c} \int_0^R S_z 2\pi r \cdot dr = \frac{1}{c} j_\phi h_\phi \pi \alpha \int_0^R r^3 \cdot dr = \frac{j_\phi h_\phi \pi \alpha R^4}{4c}. \quad (32)$$

Поскольку поток энергии (30) направлен вниз, то противоположно направленная ему сила (32) направлена вверх и поддерживает вихрь в вертикальном положении. Ей противодействует и уравнивает ее сила тяжести.

5. Движение вихря

Траектория движения вихря плохо предсказуема. Кроме того, вихрь – совсем не идеальный цилиндр и во время движения меняет свою линию. В целом можно сказать, что вихрь совершает хаотические движения. Для того чтобы показать, что движение вихря совершается за счет внутренней энергии (а не за счет силы ветра) снова обратимся к рассмотрению внутреннего потока электромагнитной энергии. В [5] показано, что в теле вихря существует поток энергии, направленный по радиусу, с плотностью

$$S_r = \frac{1}{2\sqrt{2}} (h_\phi^2 (2 - \alpha^2) \cdot r - j_\phi^2 r^3). \quad (33)$$

Также, как и для вертикального потока энергии, этому потоку соответствует сила с плотностью

$$F_r = \frac{S_r}{c}. \quad (34)$$

Найдем полную силу, действующую в теле вихря по радиусу,

$$F_{zo} = \frac{1}{c} \int_0^R S_r r \cdot dr. \quad (35)$$

При симметричном распределении радиального потока суммарная сила (35) равна нулю. Если же осевая симметрия вихря нарушена, то возникает нескомпенсированная сила. Пусть $\xi < 1$ – коэффициент, характеризующий нарушение симметрии. Тогда нескомпенсированная сила может быть найдена по формуле

$$F_{zo} = \frac{1}{c} \left(\int_0^{R/2} S_r r \cdot dr - \xi \int_{R/2}^R S_r r \cdot dr \right). \quad (35)$$

или

$$F_{zo} = \frac{(1-\xi)}{c} \int_{R/2}^R S_r r \cdot dr. \quad (35)$$

или, с учетом (33),

$$\begin{aligned} F_{zo} &= \frac{(1-\xi)}{2\sqrt{2}c} \int_{R/2}^R (h_\varphi^2 (2-\alpha^2) \cdot r^2 - j_\varphi^2 r^4) \cdot dr = \\ &= \frac{(1-\xi)}{2\sqrt{2}c} \left(h_\varphi^2 (2-\alpha^2) \cdot \frac{R^3}{3} - j_\varphi^2 \frac{R^5}{5} \right). \end{aligned} \quad (36)$$

Эта сила приводит к искажению вертикальной формы и движению вихря в целом. При увеличении внутренней энергии эта сила расширяет объем тела вихря. Можно показать, что причиной такого искажения является сопротивление воздуха и инерция песчинок (но это – другая тема).

Приложение

Консервативные силы (по определению) не совершают работу по замкнутой траектории. Сила тяжести является консервативной (что доказывается математически). Отсюда делается вывод о том, что

- 1) не существует двигатель, использующий только консервативные силы (в частности, силы тяжести) для выполнения работы.

Далее *бездоказательно* делается вывод о том, что

2) **не** существует двигатель, использующий **энергию** источника консервативных сил (в частности, сил тяжести) для выполнения работы.

Кулоновские силы также являются консервативными. Отсюда по аналогии можно сделать вывод 1). Однако вывод 2) легко опровергается: существует, например, двигатель постоянного тока с самовозбуждением. В нем источником энергии является источник постоянного напряжения, т.е. источник кулоновских сил. Следовательно, в общем случае неверно утверждение 2), а верно следующее утверждение

3) **может** существовать двигатель, использующий **энергию** источника консервативных сил для выполнения работы.

Тем не менее, существование двигателя, использующего энергию источника **электрических консервативных** сил (ИЭКС), еще не означает, что существует двигатель, использующий энергию источника **гравитационных консервативных** сил (ИГКС).

Электрические силы создают движение зарядов по замкнутой траектории – *электрический ток*, который формирует магнитное поле. При этом энергия ИЭКС превращается в магнитную энергию. Это происходит даже в том случае, если для движения зарядов по замкнутой траектории не затрачивается энергия. Таким образом, энергия ИЭКС превосходит энергию механического движения зарядов. В этом – причина существования двигателя, использующего энергию ИЭКС.

Гравитационные силы также могут создать движение масс по замкнутой траектории – *массовый ток*. Предположим, что массовый ток тоже формирует *гравитомангнитное поле* (это показано в [2]) Тогда по аналогии с предыдущим, можно предположить, что

4) **может** существовать двигатель, использующий **энергию** источника **гравитационных** консервативных сил для выполнения работы.

Это не противоречит закону сохранения энергии: в работу превращается энергия ИГКС, а источник энергии ИГКС теряет часть своей энергии (нельзя утверждать, что энергия ИГКС может быть использована только для выполнения работы по перемещению масс).

Литература

1. Пыльный вихрь, https://ru.wikipedia.org/wiki/Пыльный_вихрь.
2. 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,
<http://lib.izdatelstwo.com/Papers/25.62.pdf>
3. Р. Фейнман, Р. Лейтон, М. Сэндс. Фейнмановские лекции по физике. Т. 6. Электродинамика. Москва, изд. "Мир", 1966.
 4. Хмельник С.И. Силы Лоренца, Ампера и закон сохранения импульса. Количественный анализ и следствия. «Доклады независимых авторов», изд. «DNA», printed in USA, ISSN 2225-6717, Lulu Inc., ID 15080253, Россия-Израиль, 2014, вып. 30, ISBN 978-1-312-42249-0,
<http://lib.izdatelstwo.com/Papers/25.62.pdf>;
<http://vixra.org/pdf/1407.0065v2.pdf>
 5. Хмельник С.И. Структура постоянного тока,
<http://vixra.org/pdf/1503.0241v2.pdf>
 6. Хмельник С.И. Математическая модель электрического торнадо, <http://vixra.org/pdf/1504.0088v1.pdf>
 7. Хмельник С.И. Математическая модель шаровой молнии,
<http://vixra.org/abs/1503.0076>
 8. Хмельник С.И. Структура потока электромагнитной энергии в проводе с постоянным током,
<http://vixra.org/pdf/1504.0061v1.pdf>