

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.

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 направленная 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

МПГ-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 МПГ-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_o 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.

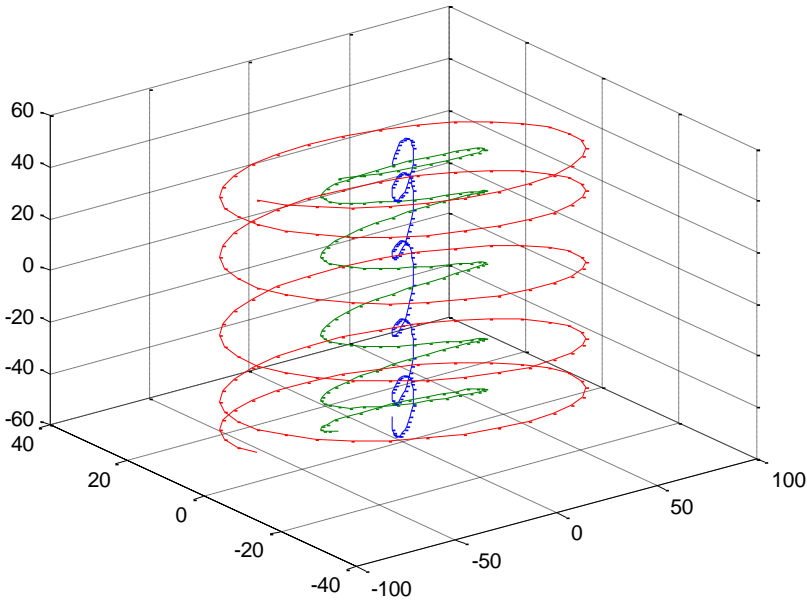


Рис. 3.

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.

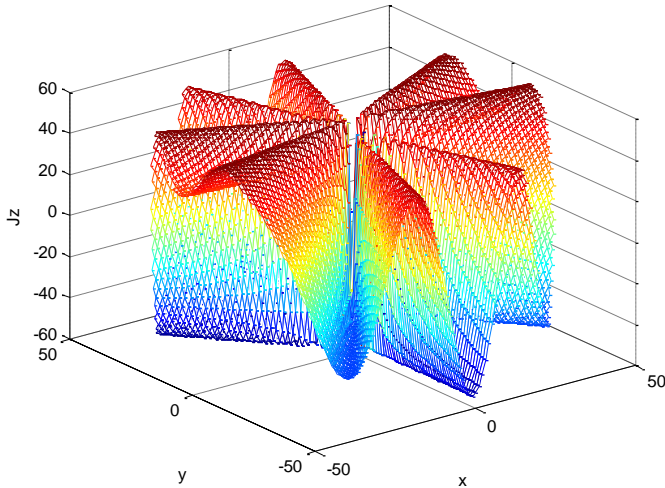


Рис. 4.

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

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

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]

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

где

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

Тогда

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

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

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

Во введении показано, что поток с данной плотностью, пронизывающий тело, создает действующую на тело силу с плотностью

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

Найдем полную силу, действующую на тело вихря высотой L и радиусом R ,

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

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

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

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

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 на тело вихря,

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

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

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

или

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

или, с учетом (33),

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

Эта сила приводит к искажению вертикальной формы и движению вихря в целом. При увеличении внутренней энергии эта сила расширяет объем тела вихря.

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>