

НОВЫЙ ВЗГЛЯД НА ЗАДАЧУ ВРАЩАЮЩЕГОСЯ ВОЛЧКА ИЛИ ГИРОСКОПА

Законы гравитации – поиски физического смысла. Часть – 4

В предлагаемой статье даётся объяснение *физического аспекта* задачи о вращающемся волчке. Учтено, что волчок – это объект, вращающийся в гравитационном поле земли. Показана расстановка векторов ускорений, которые формируются в процессе вращения волчка. Показаны точки приложения этих ускорений и определены направления действия этих ускорений. При этом применён метод математического описания вращения с использованием тригонометрических уравнений, как наиболее простой и достаточный для решения задачи вращательного движения объекта.

О связи вращения объектов и вращения гравитации

Задача о вращающемся волчке решалась многими учёными, начиная с Эйлера. В результате были получены некоторые математические решения, с определённой степенью точности описывающие это явление [1]. Однако они не раскрывали физического аспекта описываемого процесса и сопутствующих физических явлений.

По своей сути, задача о вращении волчка – это частный случай теории вращательного движения, которая до сих пор ещё не имеет достаточно полного описания. Основной причиной недостаточной полноты теории динамики вращательного движения, как таковой, является то, что невозможно выделить вращательное движение в чистом виде, когда отсутствует воздействие на объект гравитационных сил. Другая причина состоит в том, что в описании движения волчка использовались параметры, которые не отражают динамику явлений происходящих в плоскости вращения. Это *угловая* скорость и некоторый *усреднённый* параметр – момент импульса вращающегося тела, векторы действия которых не принадлежат плоскости вращения.

Избежать последнего легко, что показано ниже. По поводу первой причины сложнее – гравитация присутствует всюду. Однако в природе существует наглядный пример вращательного движения, когда силы притяжения или гравитации компенсируются центробежными силами, – это вращательное движение планет по своим орбитам [2,3].

С другой стороны, в статье [4] показано, что *скорость* движения планеты, спутника или другого небесного тела по орбите, определяется скоростью *вращения гравитационного поля* в области этой орбиты. Т.е. все движущиеся на своих орбитах небесные тела увлекаются *вращающимся* гравитационным полем. В другой статье [5] показано, что гравитационное ускорение на поверхности планет и солнца также определяется скоростью *вращения* гравитационного поля в области

их поверхностей. При этом скорость вращения поверхности этих объектов значительно отличается от скорости вращения гравитационного поля, за счёт чего формируется разностное или *гравитационное ускорение* на их поверхности.

Последний факт показывает, что ***локальное изменение гравитационного ускорения*** в любой точке или области пространства ***возможно*** при внесении дополнительных ускорений центробежной силы или ускорения гравитационного поля от какого-либо другого источника или объекта. Другими словами, вращение гравитационного поля и вращение материального объекта *подчиняются одним и тем же законам*, и меры их воздействия друг на друга суммируются (векторно), что существенно облегчает решение задачи вращательного движения.

Поэтому все формулы и методы описания вращающегося поля гравитации применимы для описания вращения материальных объектов.

Изостазия гравитационных сфер и уравниваемости ускорений на ней

Следующим важным моментом теории гравитации является формирование точечным источником гравитации вокруг себя *сфер одинаковой напряжённости* [4]. Одинаковая напряжённость гравитационного поля в каждой точке такой сферы указывает на состояние *изостазии* точек на поверхности этой сферы. Поэтому сферы одинаковой напряжённости можно назвать изостазийными поверхностями или *изостазийными сферами*. Например, известно, что поверхность нашей планеты обладает свойством изостазии [6] вне зависимости от рельефа местности.

На каждую точку изостазийной поверхности воздействует гравитационное поле, которое формирует напряжённость гравитационного поля, действующую в каждой точке этой поверхности. И, как известно, вектор напряжённости гравитационного поля точечного источника гравитации всегда располагается вдоль радиус-вектора, который соединяет исследуемую точку с точечным источником гравитации [1].

На поверхности изостазийной сферы любого радиуса все её точки имеют *одинаковую* напряжённость гравитационного поля, поэтому соседние точки поверхности всегда *уравновешены* между собой. Тогда, из третьего закона Ньютона, следует, что в *пределах* непосредственно *изостазийной поверхности*, к каждой её точке, которая имеет определённую величину напряжённости *гравитационного* поля или определённую величину гравитационного ускорения, прилагается такая же по величине и противоположная по направлению величина ускорения *центробежной* силы (рис.4.1). При этом в каждой точке изостазийной поверхности ускорения обеих сил взаимно компенсируются, т.к.

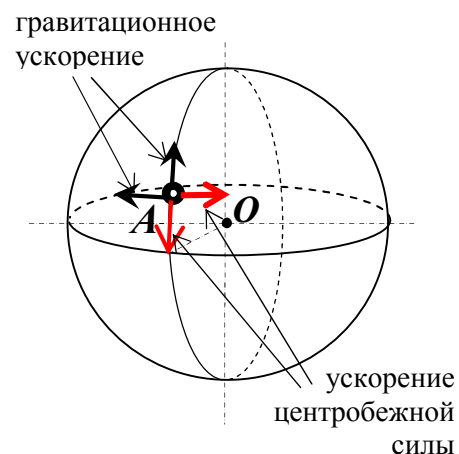


Рис.4.1 Пример уравнивания ускорений **в пределах** поверхности сферы изостазии

имеют равные величины и противоположное направление. Поэтому в общем случае все точки изостазийной поверхности в её пределах остаются неподвижными.

Таким образом, в общем случае имеем такие уравновешенности гравитационного ускорения и ускорения центробежной силы вращения гравитационного поля в любой точке вокруг точечного источника гравитационного поля:

- 1) *вдоль радиус-вектора, который соединяет точку изостазийной поверхности с центром вращения, и*
- 2) *в пределах поверхности изостазийной сферы.*

Как отмечалось выше, на поверхности планет, звёзд и некоторых других небесных тел баланс ускорений нарушен. Для точек поверхности таких планет и звёзд полного баланса ускорений не существует, потому что вращение их поверхностей тормозится некими силами. Поэтому на их поверхности напряжённость гравитации не компенсируется ускорением центробежной силы, из-за чего проявляется гравитационное ускорение [5]. В этом случае происходит нарушение баланса ускорений *вдоль радиус-вектора*, соединяющего исследуемую точку с центром вращения поля гравитации. Баланс ускорений в пределах изостазийной сферы остаётся ненарушенным. Последний факт способствует сохранению телами на поверхности планеты вертикального положения.

Предметы и тела, которые окружают человека, в силу своей природы не имеют внутренних или каких-либо других сил, которые изменяют их поле гравитации. Поэтому все они ни в коей мере не притягиваются между собой, но все они находятся под действием гравитационного ускорения планеты, которое, в общем случае, действует перпендикулярно изостазийной поверхности, т.е. поверхности планеты.

Однако, при некоторых условиях (*ускоренное движение*) предметы или тела взаимодействуют с гравитационным полем планеты. Точно так же взаимодействуют с гравитационным полем планеты вращающиеся волчок или гироскоп. Потому что эти тела при *вращении* вокруг своей оси изменяют величину ускорения центробежной силы в области вращающихся элементов, что вызывает *локальное* нарушение баланса ускорений. Вращение этих объектов влечёт за собой устойчивое вертикальное положение оси их вращения, а также вызывает изменение их веса.

Об изменении веса вращающихся объектов

Итак, имеем волчок. В исходном состоянии он очень неустойчивый, что вытекает из его конструкции (рис.4.2). Принимаем, что волчок находится на изостазийной сфере планеты с напряжённостью гравитационного поля g . Поэтому в исходном состоянии для каждой его точки существует баланс ускорений в пределах изостазийной поверхности планеты. Т.е. в некоторой точке A на поверхности волчка существует баланс



Рис.4.2 Волчок на горизонтальной поверхности

гравитационного g и равного ему по величине и противоположно направленному ускорения a_b центробежной силы этого же поля (рис.4.3а) в горизонтальной плоскости.

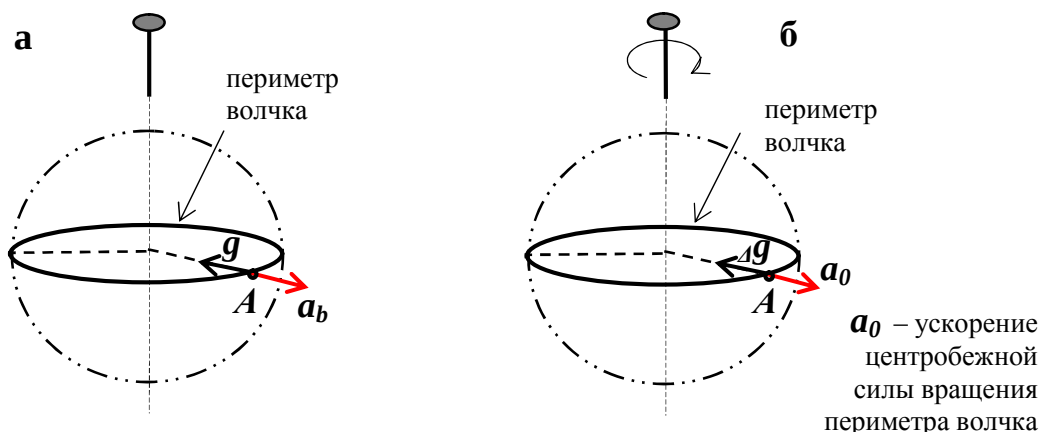


Рис.4.3 а) ускорения для точек поверхности периметра волчка в состоянии покоя, б) дополнительные ускорения, возникающие при вращении волчка

Раскручиваем волчок – рис.4.3б. Угловая скорость вращения каждой из точек волчка будет одинаковой. Но *тангенциальная скорость* вращения каждой его точки, а также точек поверхности, будет зависеть от её удалённости от оси вращения. Наибольшая тангенциальная скорость будет у точек периметра или экватора волчка. Соответственно, и величина ускорения центробежной силы вращения у точек периметра волчка будет наибольшей. Поэтому изменение соотношения сил и ускорений рассматриваем на примере точек в области периметра волчка.

Пусть один оборот волчок делает за период времени T_0 . Соответственно, вращение периметра волчка создаёт ускорение a_0 центробежной силы (рис.4.3б). Вектор этого ускорения расположен вдоль радиус-вектора, который соединяет точку периметра с осью вращения и имеет направление от оси вращения.

В соответствии с третьим законом Ньютона сила действия гравитационного поля *уравновешивается* действием центробежной силы [2,3]. Для физических законов или законов природы характерна обратимость. Поэтому верным будет и обратное утверждение, что центробежная сила вращения объекта *обязательно уравновешивается* силой действия гравитационного поля. Это значит, что

центробежная сила вращения объекта вызывает соответствующее её величине воздействие силы гравитационного поля этого же объекта

с его гравитационным ускорением Δg .

Подтверждением уравновешивания этих сил являются опыты с вращением груза на нити. При обрыве нити груз улетает не по линии действия центробежной силы, которая соединяет вращающийся груз с центром вращения, а по касательной к линии вращения. Т.е. при вращении груза на нити, а также в момент её обрыва, центробежная сила его вращения *уравновешена* гравитационной силой вращения этого груза. Поэтому груз улетает по направлению, совпадающему с направлением

вектора тангенциальной скорости на момент обрыва, но не по направлению действия центробежного или гравитационного ускорения. Это однозначно указывает на то, что изменение центробежной силы обязательно *вызывает* соответствующие *изменения силы гравитации* для сохранения баланса сил и ускорений в этой области пространства.

Т.е. центробежное ускорение a_0 , воздействующее на каждую точку вращающегося волчка в области его периметра, *обязательно* формирует соответствующее гравитационное ускорение Δg в этой области (рис.4.3б). По законам физики оно обязательно суммируется с исходным ускорением g гравитационного поля данной изостазийной сферы планеты. Таким образом, в каждой точке периметра вращающегося волчка имеем итоговую напряжённость гравитационного поля, отличную от напряжённости вокруг покоящегося волчка. А это значит, что получаем увеличение или уменьшение веса вращающегося объекта. Знак изменения веса вращающегося волчка зависит от того совпадает или нет направление вращения волчка с направлением вращения гравитационного поля в данной области.

И ещё один важный момент. Уменьшение или увеличение веса будет действовать не только в области точек периметра волчка. Оно распространяется на *сферу* радиуса периметра волчка – изостазийную сферу периметра вращения волчка. При этом периметр вращающегося волчка выступает в роли экватора изостазийной сферы (механизм формирования сферы вокруг вращающегося объекта описан в [7]).

Итак, в итоге вращения периметра волчка получаем сферу периметра волчка, во всех точках вращающегося периметра которой действует правило сохранения *баланса ускорений*. Сфера периметра волчка изолирует всё внутреннее её пространство вместе с волчком. Аналогом может служить обыкновенный мыльный пузырь или любая игрушка в виде стеклянной сферы, заполненная прозрачной жидкостью и т.д. Точно так же и изостазийная сфера вращающегося волчка разделяет пространство в этой области на внутреннее и внешнее. Собственно говоря, таким простым способом строится или создаётся точечный источник гравитационного поля.



Поэтому механизм формирования точечного источника гравитации следующий:

- ✓ У вращающегося периметра или вращающегося кольца (материального или полевого) радиуса r формируется ускорение центробежной силы вдоль радиус-вектора в направлении от центра вращения.
- ✓ Ему в противовес формируется ускорение гравитационного поля.
- ✓ Сила гравитационного поля формирует изостазийную сферу радиуса r с напряжённостью поля гравитации, отличной от напряжённости гравитационного поля в данной области пространства.
- ✓ Получаем точечный источник гравитации радиуса r , поле которого взаимодействует с внешним полем гравитации, которое находится вне полученной изостазийной сферы.

- ✓ При этом напряжённость гравитации в каждой точке поверхности вновь сформированной изостазийной сферы определяется векторной суммой внешнего гравитационного поля и гравитационного поля вращающегося периметра.

Очевидно, что вновь сформированный источник гравитации всегда стремится переместиться в те слои внешнего гравитационного поля, которые имеют напряжённость такую же, как в области его изостазийной сферы, где он будет находиться в состоянии равновесия или баланса сил и ускорений. Следует учесть, что изменения напряжённости гравитации у противоположных точек периметра взаимно компенсируются. Остаётся несбалансированным одно направление – вдоль радиус-вектора внешнего поля гравитации (примерно, как на рис.4.4б). Поэтому источник гравитации будет перемещаться вдоль радиус-вектора внешнего поля.

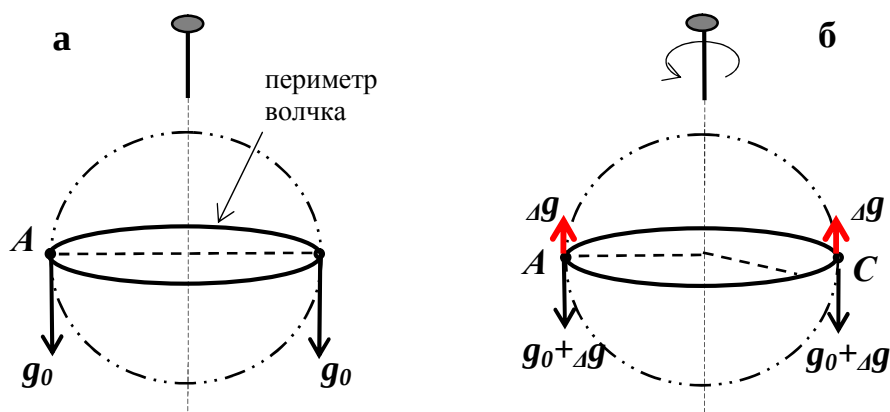


Рис.4.4 Взаимодействие гравитационных ускорений планеты и волчка
а) в состоянии покоя, б) при вращении

В итоге получаем, что изменение веса вращающегося волчка или другого объекта объясняется *локальным* взаимодействием напряжённости Δg гравитационного поля изостазийной сферы этого объекта с напряжённостью g гравитации данной изостазийной сферы планеты.

Об устойчивости оси вращающегося волчка

Пусть плоскость периметра волчка находится в области некой изостазийной сферы планеты напряжённостью g_0 . Гравитационное ускорение, которое формируется вращающимся волчком, имеет величину Δg . При отклонении оси вращения волчка от вертикального положения на угол γ , вектор Δg отклоняется от изостазийной поверхности планеты на такой же угол, как показано на рис.4.5а. Поэтому вектор Δg можно разложить на две взаимно перпендикулярные составляющие – горизонтальную и вертикальную – Δg_0 , по направлениям действия внешнего поля гравитации, как показано на рис.4.5б.

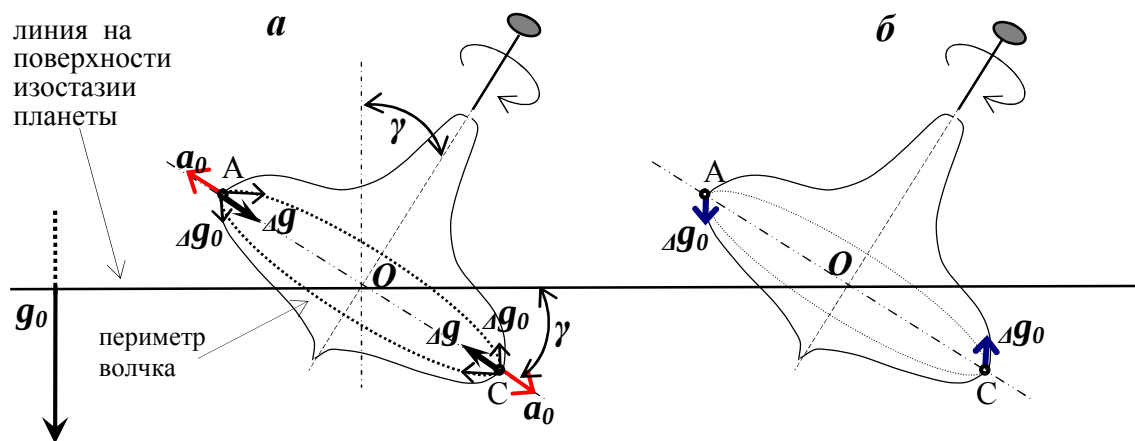


Рис.4.5 Механизм выравнивания положения оси вращающегося волчка при взаимодействии двух гравитационных полей

Величина Δg_0 вертикальной составляющей гравитационного ускорения вращающегося волчка зависит от величины угла γ и составляет:

$$\Delta g_0 = \Delta g \sin \gamma \quad (4.1)$$

На рис.4.5б хорошо видно, что вертикальная составляющая вектора гравитационного ускорения вращающегося волчка имеет разное направление для приподнятого (точка A) и приспущенного (точка C) края волчка. У точки A направление вектора ускорения гравитационного поля волчка совпадает с направлением действующего на поверхности планеты гравитационного ускорения. В то же время у точки C – эти два вектора имеют противоположные направления. Поэтому суммарное гравитационное ускорение, действующее на противоположные точки A и C периметра вращающегося волчка, будет разным по величине. Величина гравитационного ускорения g_A , действующая в точке A на приподнятый край периметра волчка составит:

$$g_A = g_0 + \Delta g_0 = g_0 + \Delta g \sin \gamma \quad (4.2)$$

Соответственно, напряжённость g_C , действующая в точке C на нижний край периметра волчка составит:

$$g_C = g_0 - \Delta g_0 = g_0 - \Delta g \sin \gamma \quad (4.3)$$

В итоге в области противоположно расположенных точек A и C на периметр вращающегося волчка действуют разные по величине силы притяжения к изостазийной поверхности сферы планеты. Это и вызывает восстановление горизонтального положения плоскости вращения периметра волчка и, соответственно, вертикальности положения его оси. Действие корректирующих ускорений Δg_0 длится до полного выравнивания положений точек A и C на поверхности изостазии планеты. После этого на все точки периметра волчка, в пределах изостазийной сферы планеты, будет действовать одинаковая сила гравитации.

Таким образом, получаем, что относительно поверхности планеты периметр вращающегося волчка всегда будет стремиться занять горизонтальное положение. И, следовательно, ось вращающегося волчка всегда стремится занять положение *перпендикуляра к поверхности планеты*.

У линии AOC (рис.4.6) точка O пересечения оси вращения волчка с поверхностью сферы напряжённостью g_0 находится в равновесии. Поэтому она остаётся неподвижной. В области точек K и M , которые лежат на изостазийной поверхности планеты точно так же как и у точки O гравитационное ускорение составит величину g_0 . Им также никуда перемещаться нет необходимости. Поэтому поворот плоскости вращения периметра волчка к горизонтальному положению будет происходить вокруг линии KOM как вокруг оси.

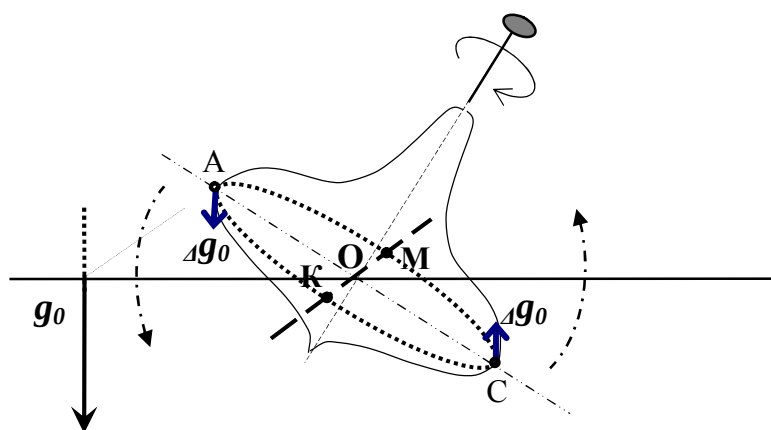


Рис.4.6 Механизм выравнивания положения вращающегося волчка гравитационным полем

Поскольку размеры AO и OC остаются постоянными, то точки A и C при этом будут описывать дуги *окружности* радиуса равного радиусу периметра волчка, но располагающиеся в плоскости перпендикулярной поверхности планеты. Т.е. процесс восстановления горизонтальности плоскости вращения периметра волчка имеет колебательный характер, как и любое другое движение по окружности. Причём ось вращения этого процесса (линия KOM) обязательно располагается на изостазийной поверхности планеты перпендикулярно оси вращения волчка.

Причины прецессии оси вращающегося волчка

Вернёмся к вращению волчка. Каждая точка периметра волчка при вращении описывает окружность с центром в точке O . Математическое описание такой окружности в декартовой системе координат (с началом в точке O) имеет вид уравнения [8]:

$$R^2 = r_x^2 \cos^2 \varphi + r_y^2 \sin^2 \varphi \quad (4.4)$$

где R – радиус окружности, r_x и r_y – величины радиус-векторов, действующих вдоль осей Ox и Oy , соответственно (рис.4.7).

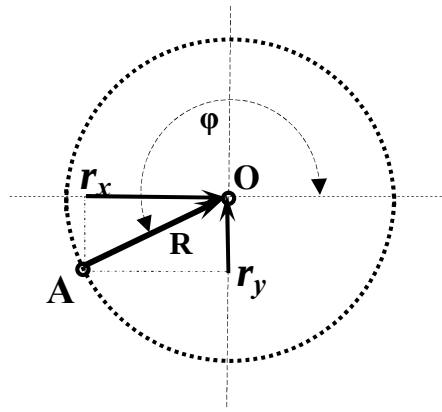


Рис.4.7 Формирование окружности колебаниями двух ортогональных векторов r_x и r_y

Для вращающегося волчка напряжённость Δg гравитационного поля в каждой точке его периметра будет определяться формулой аналогично (4.4):

$$\Delta g^2 = \Delta g_x^2 \cos^2 \varphi + \Delta g_y^2 \sin^2 \varphi \quad (4.5)$$

Диаграмма расположения векторов ускорений Δg , Δg_x , и Δg_y у вращающегося волчка с вертикально расположенной осью вращения показана на рис.4.8в. Рис.4.8а и рис.4.8б соответствует вертикальному положению оси вращения волчка.

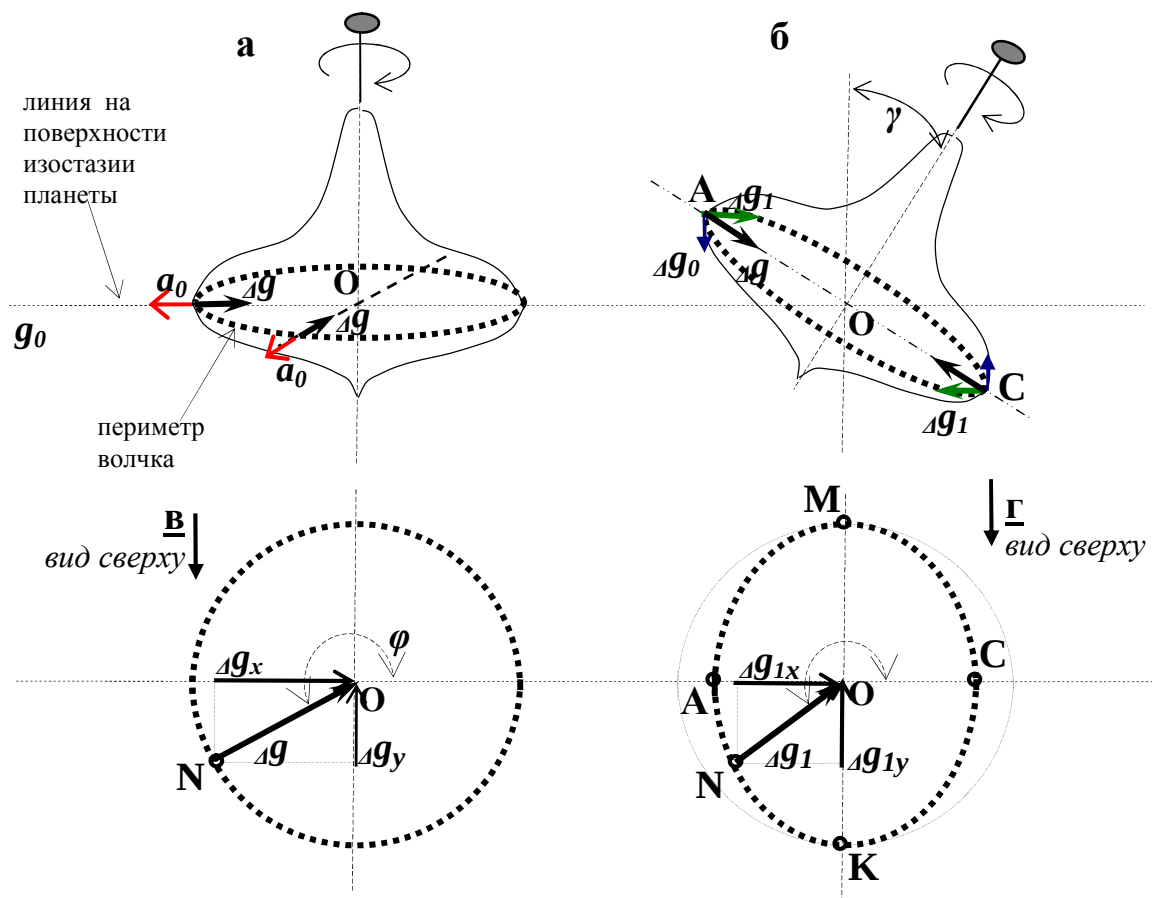


Рис.4.8 Изменение проекции периметра вращающегося волчка на изостазийную поверхность планеты при отклонении оси вращения

При наклоне оси вращения волчка (рис.4.8б) вектор Δg раскладывается на две составляющие – вертикальную и горизонтальную. Как выяснено выше

вертикальная составляющая Δg_0 взаимодействует с гравитационным ускорением изосферы планеты, которое действует перпендикулярно плоскости вращения и способствует восстановлению горизонтального положения плоскости вращения периметра волчка.

Горизонтальная же составляющая ускорения Δg_1 (рис.4.8б) вращающегося волчка соответственно складывается с ускорением g_0 вращения гравитационного поля в пределах *поверхности изостазии* сферы планеты. Величина горизонтального гравитационного ускорения g_{1x} в точках *A* и *C* исходя из диаграмм рис. 4.8г составит:

$$\Delta g_{1x} = \Delta g_1 \cos \gamma \quad (4.6)$$

В точках *K* и *M* периметра волчка, которые лежат на изостатической поверхности планеты, гравитационное ускорение $\Delta g_y = \Delta g$ остаётся неизменным. Поэтому общая напряжённость Δg гравитационного поля для периметра вращающегося волчка с наклонённой осью вращения определяется формулой:

$$\Delta g^2 = \Delta g_{1x}^2 \cos^2 \varphi + \Delta g_y^2 \sin^2 \varphi = \Delta g^2 \cos^2 \gamma \cos^2 \varphi + \Delta g^2 \sin^2 \varphi$$

или

$$\Delta g^2 = \Delta g^2 (\cos^2 \gamma \cos^2 \varphi + \sin^2 \varphi) \quad (4.7)$$

Что преобразуется в выражение:

$$\begin{aligned} \Delta g^2 &= \Delta g^2 (\cos^2 \gamma \cos^2 \varphi + \sin^2 \varphi + \cos^2 \varphi - \cos^2 \varphi) = \\ &= \Delta g^2 (\cos^2 \varphi + \sin^2 \varphi) + \Delta g^2 \cos^2 \varphi (\cos^2 \gamma - 1) \end{aligned} \quad (4.8)$$

В последней формуле первое слагаемое – это величина исходного приращения гравитационного ускорения волчка, вращающегося вокруг вертикальной оси. А второе слагаемое – это изменение величины приращения гравитационного ускорения от *прецессии* оси вращения волчка, вызванного отклонением его положения от вертикального. Выражение в скобках последнего слагаемого всегда будет величиной отрицательной, что указывает на *обратное* вращение прецессии оси по отношению к направлению основного вращения волчка.

О перемещении вращающегося волчка в горизонтальной плоскости

Вращающийся волчок с вертикально расположенной осью никуда не смещается и его точка опоры всегда располагается в одной и той же точке. Но если ось отклоняется от вертикального положения на некоторый угол γ , то и векторы Δg оказываются наклонёнными на этот же угол γ от вертикального положения. В этом случае каждый из векторов Δg напряжённости гравитационного поля вращающегося волчка разлагается на два взаимно перпендикулярных вектора как на рис.4.9в. Один из них $\Delta g'$ способствует перемещению поверхности сферы и волчка в вертикальном направлении. Другой – $\Delta g''$ – в горизонтальном.

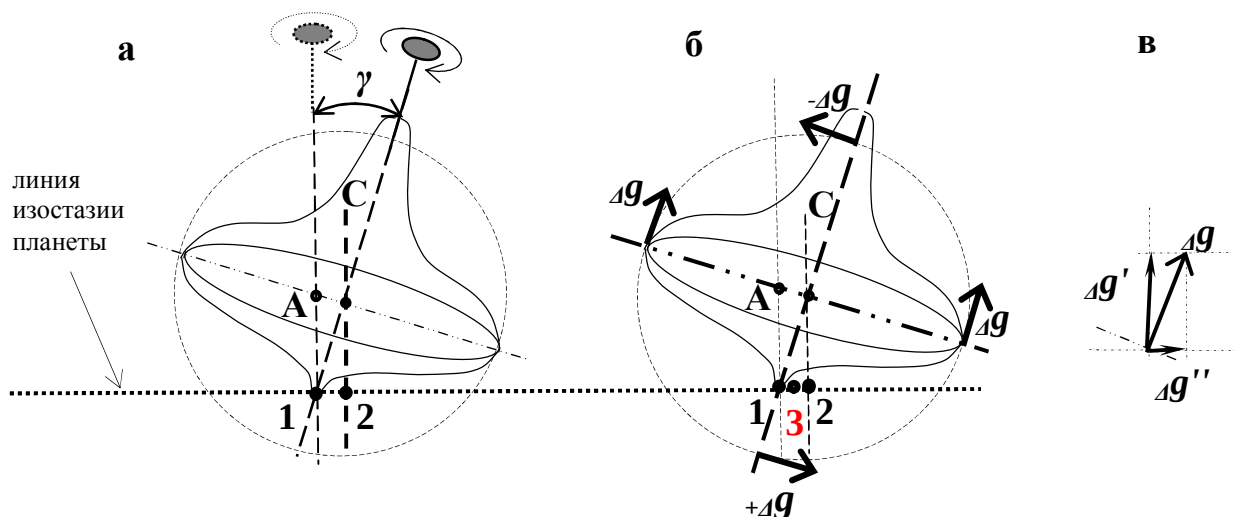


Рис.4.9 Механизм горизонтального перемещения вращающегося волчка на изостазийной поверхности планеты

Поэтому основной причиной перемещения вращающегося волчка по горизонтальной плоскости является отклонение оси вращения от вертикали. При этом происходит смещение *центра* его изостазийной *сферы*, как это показано на рис.4.9.

Пусть основание волчка находится на некоторой горизонтальной поверхности в точке 1 – рис.4.8а. В исходном состоянии ось вращающегося волчка располагается перпендикулярно изостазийной поверхности планеты. Поэтому центр изостазийной сферы вращающегося волчка и точка опоры волчка находятся на линии 1-А, которая перпендикулярна поверхности изостазии планеты. Т.е. центр изостазийной сферы волчка находится на линии, совпадающей с радиус-вектором, соединяющим объект с центром изостазийной поверхности планеты.

Если наклонить ось вращения волчка на угол γ относительно вертикали, то центр его изостазийной сферы переместится в точку на линии 2-С, как показано на рис.4.9а. Вертикальная линия, которая соединяет центр сферы волчка с центром планеты, переместится в положение 2-С. И в новом положении центра сферы волчка включается *механизм выравнивания* положения сферы, такой, как описан в начале статьи. При этом одновременно начнётся перемещение основания волчка на горизонтальной поверхности. Оканчиваются оба процесса – выравнивания положения оси и перемещения точка опоры волчка – одновременно. В результате общих усилий точка опоры перемещается в новое положение – некоторую точку 3 (рис.4.9б).

Если зафиксировать угол наклона вращающегося волчка, то получаем его равномерное перемещение в горизонтальном направлении под действием горизонтальной составляющей векторов коррекции. Чем больше угол наклона, тем большей будет горизонтальная составляющая и, соответственно, скорость горизонтального перемещения.

Если изменить направление угла наклона на противоположное – не вправо, а влево это никоим образом не нарушает вращения волчка. Изменится только направление перемещения в горизонтальной плоскости на противоположное. Все

изменения наклона оси и изменения направления перемещения в горизонтальной плоскости никаким образом не скажется на внутреннем состоянии сферы. Т.е. налицо безынерциальность такого способа перемещения.

В итоге получаем, что *угол наклона оси* вращения у волчка *регулирует направление и скорость* его перемещения в *горизонтальном направлении*.

Вращение диска

Если теперь взять точки волчка, расположенные в k раз ближе к оси вращения чем периметр, то у них тангенциальная скорость вращения будет в k раз меньшей, чем у периметра. Соответственно в k^2 раз меньшим будет ускорение центробежной силы в этих точках. Кроме этого, в k раз меньшей будет длина кольца, на который будут воздействовать силы гравитации по восстановлению баланса. Итого, общее воздействие гравитационного поля на это кольцо будет в k^3 раз меньшим, чем для периметра или экватора волчка. Получаем, что общее воздействие гравитационных сил имеет кубическую зависимость от величины радиуса, что перекликается с третьим законом Кеплера.

Это значит, что центробежные силы и силы гравитационного поля сильнее всего будут изменяться у вращающегося волчка в области периметра. Соответственно, всё внутреннее наполнение волчка – это балласт, который не создаёт сколько-нибудь заметного воздействия на гравитационное поле в области нахождения вращающегося объекта, а по большей части даже действует совершенно обратным образом. Поэтому желательно исключить из процесса вращения внутреннюю часть волчка. Т.е. целесообразнее или эффективнее вращать кольцо, а не диск.

Если волчок имеет форму диска, который вращается вокруг своей оси, то каждое отдельно взятое кольцо "тела" вращающегося диска обязательно формирует свою изостазийную сферу. Только у таких сфер будут совсем другие тангенциальные скорости вращения и совсем другие напряжённости гравитационного поля. Это вызывает внутренние напряжённости между соседними кольцами в теле диска. Кроме того, с увеличением скорости вращения диска начинает стремительно – в кубической зависимости – увеличиваться разница в гравитационных воздействиях (его вертикальная составляющая) на соседние кольца внутри самого диска. Это однозначно приводит к деформациям тела диска и даже к его разрушению. Происходит это из-за несбалансированности ускорений гравитационного поля и ускорений центробежной силы отдельных колец диска в пределах плоскости его вращения.

В природе существуют вращающиеся диски, в которых баланс ускорений всегда выполняется. Самый простой пример диска, известные части которого находятся в динамическом равновесии, – это солнечная система. Диск солнечной системы состоит из вращающихся вокруг солнца планет. Он сохраняет свою целостность, потому что отдельные его кольца – планеты по орбитам – вращаются с разными орбитальными, т.е. тангенциальными, скоростями, период обращения которых вычисляется из третьего закона Кеплера.

Итоги статьи

Вывод из всего сказанного выше однозначный – вращение материальных объектов вокруг своей оси происходит по тем же законам, что и вращение гравитационного поля, которые описаны законами Кеплера.

Локальное изменение центробежной силы обязательно вызывает соответствующие изменения силы гравитационного воздействия в любой точке пространства и наоборот.

Для локального изменения напряжённости гравитационного поля достаточно вращать кольцо. Чем выше скорость вращения кольца, тем большим будет локальное изменение силы гравитации. Чем большая скорость вращения, тем более тонким должно быть кольцо.

Список использованной литературы

1. Петров А.М., Задача о вращающемся волчке: постановка, решение, приложения, <http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/11300.html>
2. Кононович Э.В., Мороз В.И., Курс общей астрономии. М. изд-во Едиториал УРСС, 2004г.
3. Ч.Киттель, У. Найт, М.Рудерман, Берклеевский курс физики, т.1, Механика. М., Наука, 1975г.
4. Бабич И.П., Законы гравитации – поиски физического смысла. Часть 1, <http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/10300.html>
5. Бабич И.П., "Определение ускорения свободного падения на поверхности планет с помощью количества гравитации П" Законы гравитации – поиски физического смысла. Часть 2, <http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/10954.html>,
6. Жарков В.Н., Внутреннее строение Земли и планет. М., Наука, 1983г.
7. Бабич И.П., Полная теория вращательного движения, <http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/10224.html>
8. Г.Корн, Т.Корн, Справочник по математике для научных работников и инженеров, М. Наука, 1974г.