DOI: 10.17117/nv.2015.02.086

Поступила (Received): 06.04.2015

<http://ucom.ru/doc/nv.2015.02.086.pdf>

Воронков С.С. Уточнение второго закона Ньютона

Voronkov S.S.
Refinement of Newton's second law

Предлагается форма записи второго закона Ньютона, учитывающая наличие электронной среды. Уточняются понятия массы и сил инерции. Установлено, что силы инерции – центробежные, кориолисовы, есть силы, действующие на тело со стороны электронной среды при ее ускорении. Показано, что полную производную по времени во втором законе Ньютона необходимо записывать как сумму локальной и конвективной производных. Рассмотрено движение тела в цилиндрических координатах. Силы инерции – центробежные, кориолисовы, выводятся автоматически из уточненного второго закона Ньютона без дополнительных предположений и гипотез, как это делается в классической механике. Отмечается, что в гидродинамике уже давно, начиная с работ Эйлера, второй закон Ньютона записывается с учетом центробежных и кориолисовых сил. Показано, что во вращающемся сосуде с водой, под действием центробежных сил, будет происходить подъем воды у стенок сосуда. Свободная поверхность жидкости при этом представляет собой параболоид вращения, обращенный вогнутостью кверху

Ключевые слова: второй закон Ньютона, электронная среда

Воронков Сергей Семенович

Кандидат технических наук, доцент, зав. кафедрой
Псковский государственный университет
г. Псков, пл. Ленина, 2

Proposed form of the Newton's second law, which takes into account the presence of the electronic media. Clarifies the concept of mass and inertia forces. It is found that the inertia forces – centrifugal, Coriolis, there are forces acting on the body from the electronic medium during its acceleration. It is shown that the total time derivative of Newton's second law must be written as the sum of local and convective derivatives. The motion of a body in cylindrical coordinates. The inertial forces – centrifugal, Coriolis, are derived automatically from the refined Newton's second law without additional assumptions and hypotheses, as in classical mechanics. It is noted that in hydrodynamics for a long time, starting with the works of Euler, Newton's second law is written taking into account the centrifugal and Coriolis forces. It is shown that in a rotating vessel with water under the influence of centrifugal forces, will occur in the rise of water the vessel walls. The free liquid surface when this is a paraboloid of revolution, a concavity facing upwards

Key words: Newton's second law, electronic environment

Voronkov Sergey Semenovich

Candidate of Technical Sciences, assistant Professor
Pskov State University
Pskov, Lenin sq., 2

В работе [1] показано, что пространство заполнено электронной средой, в которой электроны сохраняют ближний порядок. Масса тела есть мера взаимодействия вещества, состоящего из нуклонов, с электронной средой. На макро-уровне электронная среда подвижна, что и делает ее «невидимой».

Запишем полученный в работе [1] второй закон Ньютона в виде

$$\mathbf{F} = m \frac{d\mathbf{V}}{dt}, \quad (1)$$

где $\mathbf{F}$ – сила, m – масса тела, $\mathbf{V}$ – скорость движения тела.

В классической механике второй закон Ньютона часто записывают и в иной форме

$$\mathbf{F} = m \frac{d\mathbf{V}}{dt} = m\mathbf{a} = \frac{d(m\mathbf{V})}{dt} = \frac{d\mathbf{p}}{dt}, \quad (2)$$

где $\mathbf{a} = \frac{d\mathbf{V}}{dt}$ – ускорение тела; $\mathbf{p} = m\mathbf{V}$ – импульс или количество движения тела.

Второй закон в интерпретации Ньютона формулируется следующим образом [2]: «Изменение количества движения пропорционально приложенной движущей силе и происходит по направлению той прямой, по которой эта сила действует».

В классической механике считается, что второй закон Ньютона выполняется в инерциальных системах отсчета. В неинерциальных системах отсчета для пользования вторым законом Ньютона в него необходимо ввести дополнительно переносные и кориолисовы силы инерции. Этот прием выглядит искусственно и всегда вызывал много нареканий и вопросов. Здесь также возникает вопрос: со стороны каких тел действуют силы инерции? Так как для них нельзя указать, со стороны каких тел они действуют, то считается, что на силы инерции не распространяется третий закон Ньютона. По этой причине в некоторых работах [3,4] их относят к «псевдо», «нереальным», «фиктивным» силам.

Характерной особенностью сил инерции является пропорциональность их, также как и сил тяготения, массе тела.

Но проблема обнаружения тел, со стороны которых действуют силы инерции, существует только в том случае, если мы не учитываем электронной среды, заполняющей все пространство. В нашем представлении масса тела есть мера взаимодействия тела с электронной средой. Пропорциональность сил инерции массе тела свидетельствует о том, что они действуют на тело со стороны электронной среды.

Изложенное позволяет следующим образом определить силы инерции: силы инерции представляют собой силы, действующие на тело со стороны электронной среды при ее ускорении. Здесь подчеркнем, что электронная среда – это не абстрактная философская категория, а реальная среда, состоящая из электронов и которая на макроуровне подвижна.

Полная производная по времени для сплошной подвижной среды в переменных Эйлера расписывается как сумма локальной и конвективной производных [5]

$$\frac{d\mathbf{V}}{dt} = \frac{\partial \mathbf{V}}{\partial t} + (\mathbf{V} \cdot \nabla) \mathbf{V} = \frac{\partial \mathbf{V}}{\partial t} + \text{rot} \mathbf{V} \times \mathbf{V} + \text{grad} \left(\frac{V^2}{2} \right). \quad (3)$$

где $\frac{\partial \mathbf{V}}{\partial t}$ – локальное ускорение; $(\mathbf{V} \cdot \nabla) \mathbf{V}$ – конвективное ускорение;

$\nabla = \mathbf{i} \frac{\partial}{\partial x} + \mathbf{j} \frac{\partial}{\partial y} + \mathbf{k} \frac{\partial}{\partial z}$ – дифференциальный оператор набла.

Учитывая, что тело массой m находится в сплошной подвижной электронной среде, его ускорение представим как сумму локального и конвективного ускорений. Тогда, принимая во внимание (3), второй закон Ньютона (1) переписывается

$$\mathbf{F} = m \cdot \left(\frac{\partial \mathbf{V}}{\partial t} + \text{rot} \mathbf{V} \times \mathbf{V} + \text{grad} \left(\frac{V^2}{2} \right) \right). \quad (4)$$

Приведенная уточненная форма записи второго закона Ньютона учитывает наличие центробежных и кориолисовых сил. Покажем это.

Рассмотрим движение тела в цилиндрических координатах r, ϵ, z , ось z направим вертикально вверх. Пусть тело вращается с постоянной скоростью ω вокруг оси z и движется в радиальном направлении с постоянной скоростью V_r – рис. 1. Составляющие скорости будут равны $V_r, V_\epsilon = \omega r, V_z = 0$.

**Рис. 1. Движение тела
в цилиндрических координатах**

Проекции $\text{rot} \mathbf{V}$ найдутся

$$\left. \begin{aligned} \text{rot}_r \mathbf{V} &= \frac{1}{r} \frac{\partial V_z}{\partial \epsilon} - \frac{\partial V_\epsilon}{\partial z} = 0, \\ \text{rot}_\epsilon \mathbf{V} &= \frac{\partial V_r}{\partial z} - \frac{\partial V_z}{\partial r} = 0, \\ \text{rot}_z \mathbf{V} &= \frac{1}{r} \cdot \left(\frac{\partial(r V_\epsilon)}{\partial r} - \frac{\partial V_r}{\partial \epsilon} \right) = 2\omega. \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

Тогда

$$\text{rot} \mathbf{V} \times \mathbf{V} = \begin{vmatrix} \mathbf{e}_r & \mathbf{e}_\epsilon & \mathbf{e}_z \\ 0 & 0 & 2\omega \\ V_r & V_\epsilon & 0 \end{vmatrix} = -\mathbf{e}_r 2\omega^2 r - \mathbf{e}_\epsilon (-2\omega V_r). \quad (6)$$

Проекции градиента квадрата скорости найдутся

$$\left. \begin{aligned} \text{grad}_r \left(\frac{V^2}{2} \right) &= \frac{1}{2} \frac{\partial (\omega^2 r^2 + V_r^2)}{\partial r} = \omega^2 r, \\ \text{grad}_\epsilon \left(\frac{V^2}{2} \right) &= \frac{1}{2r} \frac{\partial (\omega^2 r^2 + V_r^2)}{\partial \epsilon} = 0. \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

<http://ucom.ru/nv> · ISSN 2411-1872 ·

<http://ucom.ru/nv> · ISSN 2411-1872 ·

<http://ucom.ru/nv> · ISSN 2411-1872 ·

<http://ucom.ru/nv> · ISSN 2411-1872 ·

<http://ucom.ru/nv> · ISSN 2411-1872 ·

<http://ucom.ru/nv> · ISSN 2411-1872 ·

<http://ucom.ru/nv> · ISSN 2411-1872 ·

<http://ucom.ru/nv> · ISSN 2411-1872 ·

<http://ucom.ru/nv> · ISSN 2411-1872 ·

<http://ucom.ru/nv> · ISSN 2411-1872 ·

<http://ucom.ru/nv> · ISSN 2411-1872 ·

<http://ucom.ru/nv> · ISSN 2411-1872 ·

<http://ucom.ru/nv> · ISSN 2411-1872 ·

<http://ucom.ru/nv> · ISSN 2411-1872 ·

<http://ucom.ru/nv> · ISSN 2411-1872 ·

Рассмотрим задачу в цилиндрических координатах r, ε, z , причем ось z направим вертикально вверх. Вдоль оси z действует сила тяжести $G_z = -g; G_\varepsilon = 0; G_r = 0$. Проекции скорости жидкости найдутся

$$V_r = 0; V_\varepsilon = \omega r; V_z = 0. \quad (13)$$

Проекции $\text{rot} \mathbf{V}$ будут равны

$$\left. \begin{aligned} \text{rot}_r \mathbf{V} &= \frac{1}{r} \frac{\partial V_z}{\partial \varepsilon} - \frac{\partial V_\varepsilon}{\partial z} = 0, \\ \text{rot}_\varepsilon \mathbf{V} &= \frac{\partial V_r}{\partial z} - \frac{\partial V_z}{\partial r} = 0, \\ \text{rot}_z \mathbf{V} &= \frac{1}{r} \cdot \left(\frac{\partial(rV_\varepsilon)}{\partial r} - \frac{\partial V_r}{\partial \varepsilon} \right) = 2\omega. \end{aligned} \right\} \quad (14)$$

Тогда

$$\left. \begin{aligned} \text{rot} \mathbf{V} \times \mathbf{V} &= \begin{vmatrix} \mathbf{e}_r & \mathbf{e}_\varepsilon & \mathbf{e}_z \\ 0 & 0 & 2\omega \\ 0 & V_\varepsilon & 0 \end{vmatrix} = -\mathbf{e}_r 2\omega^2 r; \\ \text{grad}_r \left(\frac{V^2}{2} \right) &= \frac{1}{2} \frac{\partial(\omega^2 r^2)}{\partial r} = \omega^2 r. \end{aligned} \right\} \quad (15)$$

Уравнение движения (12), с учетом (15), в проекциях на оси r, z , запишется

$$\left. \begin{aligned} -\rho \omega^2 r &= -\frac{\partial p}{\partial r}, \\ 0 &= -\rho g - \frac{\partial p}{\partial z}. \end{aligned} \right\} \quad (16)$$

Уравнения (16) имеют общий интеграл

$$z = \frac{\omega^2 r^2}{2g} + \text{const.} \quad (17)$$

Таким образом, свободная поверхность жидкости представляет собой параболоид вращения, обращенный вогнутостью кверху (рис. 2), с параметром $\omega^2 / 2g$.

Подъем воды у стенок сосуда, как отмечает Ньютон [2]: «...указывает на стремление ее частиц удалиться от оси вращения, и по этому стремлению обнаруживается и измеряется истинное и абсолютное вращательное движение воды, которое, как видно, во всем совершенно противоположно относительному движению».

Выводы:

1. Предлагаемая форма записи второго закона Ньютона с учетом электронной среды, заполняющей все пространство, естественным образом объясняет появление центробежных и кориолисовых сил инерции в неинерциальных системах отсчета.

2. Силы инерции действуют на тело со стороны электронной среды при ее ускорении.

3. Показано, что в гидродинамике уже давно, начиная с работ Эйлера, второй закон Ньютона записывается с учетом центробежных и кориолисовых сил.

Список используемых источников:

1. Воронков С.С. *Общая динамика*. Псков: Квадрант, 2015. 349 с.
2. Ньютон И. *Математические начала натуральной философии*. М.: Наука, 1989. 688 с.
3. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. *Фейнмановские лекции по физике. Т. 1. Современная наука о природе. Законы механики*. М.: Мир, 1977. 263 с.
4. Ишлинский А.Ю. *Механика относительного движения и силы инерции*. М.: Наука, 1981. 191 с.
5. Лойцянский Л.Г. *Механика жидкости и газа*. М.: Наука, 1978. 736 с.
6. Ламб Г. *Гидродинамика*. М-Л.: ЮГИЗ, 1947. 928 с.

References:

1. Voronkov S.S. *General Dynamics*. Pskov: Quadrant, 2015. 349 p.
2. Newton I. *Mathematical Principles of Natural Philosophy*. M.: Nauka, 1989. 688 p.
3. Feynman R., Leighton R., Sands M. *The Feynman Lectures on Physics. Vol. 1. The modern science of nature. The laws of mechanics*. M.: Mir, 1977. 263 p.
4. Ishlinskii A.U. *The mechanics of relative motion and inertia*. M.: Nauka, 1981. 191 p.
5. Loitsiansky L.G. *Fluid Mechanics*. M.: Nauka, 1978. 736 p.
6. Lamb G. *Hydrodynamics*. M-L.: YUGIZ, 1947. 928 p.

© 2015, Воронков С.С.

Уточнение второго закона Ньютона

© 2015, Voronkov S.S.

Refinement of Newton's second law