ФИЗИКА

В.А. Бубнов

определяет так:

Об одном толковании второго закона Ньютона

В работе используется нетрадиционная форма второго закона Ньютона: сила, действующая на материальную точку, вычисляется как изменение количества движения в единицу времени, умноженная на эмпирический коэффициент пропорциональности. Этот коэффициент позволяет обобщить известную формулу А. Эйнштейна, определяющую зависимость массы электрона от скорости.

Ключевые слова: Ньютон; Лагранж; уравнения; масса; электрон; электромагнитная энергия.

ри построении уравнений динамики материальных тел Лагранж в своей «Аналитической механике» (см. [9]) рассматривал главным образом силы, ускоряющие или замедляющие, действие которых непрерывно и которые стремятся в каждое мгновение сообщить бесконечно малую и одинаковую для всех частиц материи скорость. Для получения количественных соотношений указанных сил Лагранж разлагает вектор ско-

рости \vec{V} материальной точки на составляющие $\frac{dx}{dt}, \frac{dy}{dt}, \frac{dz}{dt}$, направленные вдоль осей x, y, z прямоугольной системы координат. Эти составляющие опре-

деляют изменение координат x, y, z материальной точки в течение времени t. Ускоряющие силы, действующие на материальное тело массой m, Лагранж

$$X = m\frac{d^2x}{dt^2}, Y = m\frac{d^2y}{dt^2}, Z = m\frac{d^2z}{dt^2}.$$
 (1)

Здесь X, Y, Z — проекции ускоряющей силы \overrightarrow{F} .

Вторые производные в правых частях формул (1) представляют составляющие вектора a_{x} , a_{y} , ускорения \vec{a} данного материального тела.

Теперь соотношениям (1) можно придать следующий векторный вид:

$$\vec{F} = m\vec{a}$$
 или $\vec{F} = m\frac{d\vec{V}}{dt}$ (2)

Выражения (2) следует рассматривать как формулы для количественного выражения ускоряющей либо замедляющей силы в представлениях аналитической механики Лагранжа. В рамках такого определения силы Лагранж ввёл понятия обобщённых координат и обобщённых сил для системы материальных

точек и на базе этих понятий дал новую форму уравнений механики, свободную от эмпирических констант и позволяющую решать любую задачу механики аналитически.

Однако в учебной и научной литературе по физике уравнение (2) называют вторым законом движения Ньютона.

В действительности так называемый второй закон движения Ньютона сформулирован им так: изменение количества движения пропорционально приложенной движущей силе и происходит по направлению той прямой, по которой эта сила действует [10: с. 40].

В рамках такого определения формульный вид рассматриваемого закона мы вправе представить так:

$$c\frac{d(m\vec{V})}{dt}\vec{F}.$$
 (3)

Коэффициент пропорциональности c может, с одной стороны, приводить к одинаковой размерности правой и левой частей в (3), с другой стороны, величина может быть отвлечённым числом.

Отличие уравнения (3) от (2) состоит не только в том, что $c \neq 1$, но и в том, что в (3) масса суть величина переменная, стоящая под знаком производной по времени t. Учитывая это обстоятельство, переписываем уравнение (3):

$$cm\frac{d\overrightarrow{V}}{dt} + c\overrightarrow{V}\frac{dm}{dt} = \overrightarrow{F}.$$
 (4)

Теперь следует вычислить изменение массы $\frac{dm}{dt}$ для движущейся части-

цы жидкости. Для этого предположим, что в формуле $m = \rho \ V = \rho \ dx \ dy \ dz$ изменяется со временем и плотность ρ , и объём V частицы жидкости. Тогда

$$\frac{dm}{dt} = \frac{d(\rho V)}{dt} = \rho \frac{dV}{dt} + V \frac{d\rho}{dt}.$$
 (5)

Далее, характеризуя величиной θ [5; 6] изменение объема V частицы жидкости при её деформационном движении, получаем:

$$\rho \frac{dV}{dt} = \rho \frac{\Delta V}{\Delta t} = \rho V_0 \cdot \frac{V_1 - V_0}{V_0 \Delta t} = -\rho V_0 \cdot \theta. \tag{6}$$

В [5; 6] также указана следующая связь между изменением плотности и скоростью объемного расширения θ:

$$\frac{1}{\rho} \frac{d\rho}{dt} = \frac{\rho_1 - \rho_0}{\rho_1 \Delta t} = \theta. \tag{7}$$

Теперь с учётом формул (6) и (7) исходному уравнению (4) можно придать вид:

$$cm\frac{d\vec{V}}{dt} + c\vec{V} \cdot \rho\theta(V - V_0) = \vec{F}.$$
 (8)

Далее делим левую и правую части в (8) на величину объёма V частицы жидкости, полагаем $\theta = -\varepsilon = -div\vec{V}$. После этого получаем:

$$c\rho \frac{d\vec{V}}{dt} - c\left(1 - \frac{V_0}{V}\right)\vec{V} \cdot \rho \varepsilon = \vec{K} + \vec{P}. \tag{9}$$

В работах автора [1–4] показано, что соотношение (9) позволяет уточнить уравнение гидродинамики как идеальной, так и вязкой жидкости. Эмпирические константы, входящие в (9), позволяют решения уточнённых уравнений согласовать с опытными фактами.

Известно, что при движении электрона в электромагнитном поле его масса изменяется вместе с изменением скорости. К изучению такого явления можно привлечь уравнение (3). Для чего через V обозначим скорость электрона, а через F силу, отклоняющую электрон с его пути. В этих обозначениях уравнение (3) переписываем так:

$$c\frac{d(mV)}{dt} = F, (10)$$

где m — масса электрона.

Согласно общественной формуле Альберта Эйнштейна, энергия электрона E вычисляется через скорость света g по формуле:

$$E = mg^2. (11)$$

С другой стороны, в [11] показано, что электростатическая энергия электрона и его масса связаны между собой следующим образом:

$$W = \frac{3}{4}mg^2. \tag{12}$$

Факт различия формул (11) и (12) объясняется в [11] тем обстоятельством, что W есть неполная энергия электрона.

Однако эти формулы можно примерить, если ввести понятие живой силы электрона. Согласно вычислениям Иоганна Бернулли [7], живая сила материального тела пропорциональна произведению массы тела на квадрат его скорости.

В частном случае, когда коэффициент пропорциональности равен ¹/₂, живая сила совпадает с кинетической энергией.

Изложенные рассуждения И. Бернулли позволяют ввести для живой силы электрона формулу следующего вида:

$$T = c_3 m g^2, (13)$$

в которой значения коэффициента пропорциональности $c_{_3}$ зависят от характера рассматриваемой задачи.

Вернёмся к уравнению (10), и входящую в него силу F выразим через изменение во времени живой силы T электрона. Действительно, работа этой силы, отнесённая к единице времени равна $F \cdot V$, а изменение живой силы

равно $\frac{dT}{dt}$. Приравниваем эти величины и получаем:

$$F \cdot V = \frac{dT}{dt} = c_3 \frac{dm}{dt} \cdot g^2. \tag{14}$$

Теперь определяем F из (14), подставляем в (10) и после выполнения операции дифференцирования в левой части (10) будем иметь:

$$cm\frac{dV}{dt} + cV\frac{dm}{dt} = \frac{c_3g^2}{V}\frac{dm}{dt}.$$

В этом соотношении удаётся разделить переменные m и V так:

$$\frac{cVdV}{\left(c_3g^2 - cV^2\right)} = \frac{dm}{m}. (15)$$

Далее введём дополнительные обозначения $\frac{V^2}{g^2} = \beta^2$ и $\frac{c}{c_3} = \gamma$, которые

позволяют равенству (15) придать удобный для интегрирования вид:

$$\frac{\gamma \beta d\beta}{\left(1 - \gamma \beta^2\right)} = \frac{dm}{m}.\tag{16}$$

Производя интегрирование слева и справа в (16), получаем:

$$\ln m = -\frac{1}{2} \ln (1 - \gamma \beta^2) + \ln m_0. \tag{17}$$

Теперь освобождаемся от логарифмов и выражению (17) придаём следующий окончательный вид:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \gamma \beta^2}} = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{c}{c_3} \frac{V^2}{g^2}}}.$$
 (18)

Формула (18) отражает изменение первоначальной массы m_0 электрона в зависимости от его скорости V. При $\gamma=1$ она переходит в формулу Эйнштейна, полученную на основе принципов теории относительности.

В [8] показано, что формула Эйнштейна недостаточно полно описывает опытные факты, параметр же γ в (18) может улучшить совпадение теории с опытом. Более того, параметр c в (10) и (18) может быть отрицательной величиной, что соответствует замедляющим движениям. В этом случае формула (18) может описывать движение электрона со сверхсветовыми скоростями.

Литература

- 1. *Бубнов В.А.* Об изменении плотности в гидродинамическом потоке // Вестник МГПУ. Серия «Естественные науки». 2014. № 4 (16). С. 9–19.
- 2. *Бубнов В.А.* Об уравнениях гидродинамики с переменной плотностью // Седьмые Поляховские чтения: тезисы докладов Международной конференции по механике (Санкт-Петербург, 2–6 февраля 2015 г.). М.: Издатель И.В. Баланов. 2015. С. 86.
- 3. *Бубнов В.А.* Об уточнении уравнений гидродинамики идеальной жидкости // Вестник МГПУ. Серия «Естественные науки». 2015. № 2 (18). С. 9–15.

- 4. *Бубнов В.А.* Об интеграле уравнений движения идеальной жидкости // Вестник МГПУ. Серия «Естественные науки». 2015. № 2 (18). С. 16–25.
- 5. *Бубнов В.А.* О деформационных движениях частицы жидкости // Вестник МГПУ. Серия «Естественные науки». 2015. № 1 (20). С. 71–77.
- 6. *Бубнов В.А.* Кинематические соотношения частицы жидкости при её деформационном движении // Физическое образование в вузах. 2012. Т. 18. № 3. С. 111-119.
- 7. *Бернулли И*. Рассуждения о законах передачи движений // Бернулли И. Избранные сочинения по механике. М. Л.: Главная редакция технико-теорет. лит., 1937. С. 41–172.
- 8. *Кастерин Н.П.* О несостоятельности принципа относительности Эйнштейна // Отдельный оттиск из Записок Новороссийского университета. Одесса, 1919. 11 с.
- 9. $\mathit{Лагранж}~\mathcal{H}.\mathcal{J}.$ Аналитическая механика. Т. 1. М. $\mathcal{J}.:$ Гос. объед. науч.-тех. изд. ИКТП СССР, 1938. 348 с.
- 10. *Ньютон И*. Математические начала натуральной философии / пер. с лат. А.Н. Крылова // Собрание трудов академика А.Н. Крылова. Т. VII. М. Л.: АН СССР, 1936. 696 с.
- 11. *Сивухин Д.В.* Общий курс физики. Т. III: Электричество. М.: Наука; Главная ред. физ-мат. лит., 1977. 687 с.

Literatura

- 1. *Bubnov V.A.* Ob izmenenii plotnosti v gidrodinamicheskom potoke // Vestnik MGPU. Seriya «Estestvenny'e nauki». 2014. № 4 (16). S. 9–19.
- 2. *Bubnov V.A.* Ob uravneniyax gidrodinamiki s peremennoj plotnost'yu // Sed'my'e Polyaxovskie chteniya: tezisy' dokladov Mezhdunarodnoj konferencii po mexanike (Sankt-Peterburg, 2–6 fevralya 2015 g.). M.: Izdatel' I.V. Balanov. 2015. S. 86.
- 3. *Bubnov V.A.* Ob utochnenii uravnenij gidrodinamiki ideal'noj zhidkosti // Vestnik MGPU. Seriya «Estestvenny'e nauki». 2015. № 2 (18). S. 9–15.
- 4. *Bubnov V.A.* Ob integrale uravnenij dvizheniya ideal'noj zhidkosti // Vestnik MGPU. Seriya «Estestvenny'e nauki». 2015. № 2 (18). S. 16–25.
- 5. *Bubnov V.A.* O deformacionny'x dvizheniyax chasticzy' zhidkosti // Vestnik MGPU. Seriya «Estestvenny'e nauki». 2015. № 1 (20). S. 71–77.
- 6. *Bubnov V.A.* Kinematicheskie sootnosheniya chasticzy' zhidkosti pri eyo deformacionnom dvizhenii // Fizicheskoe obrazovanie v vuzax. 2012. T. 18. № 3. S. 111–119.
- 7. *Bernulli I.* Rassuzhdeniya o zakonax peredachi dvizhenij // Bernulli I. Izbranny'e sochineniya po mexanike. M. L.: Glavnaya redakciya texniko-teoret. lit., 1937. S. 41–172.
- 8. *Kasterin N.P.* O nesostoyatel'nosti principa otnositel'nosti E'jnshtejna // Otdel'ny'j ottisk iz Zapisok Novorossijskogo universiteta. Odessa, 1919. 11 s.
- 9. *Lagranzh Zh.L.* Analiticheskaya mexanika. T. 1. M. L.: Gos. ob''ed. nauch.-tex. izd. IKTP SSSR, 1938. 348 s.
- 10. N'yuton I. Matematicheskie nachala natural'noj filosofii / per. s lat. A.N. Kry'lova // Sobranie trudov akademika A.N. Kry'lova. T. VII. M. L.: AN SSSR, 1936. 696 s.
- 11. *Sivuxin D.V.* Obshhij kurs fiziki. T. III: E'lektrichestvo. M.: Nauka; Glavnaya red. fiz-mat. lit., 1977. 687 s.

V.A. Bubnov

On One Interpretation of Newton's Second Law

In the work we use non-traditional form of Newton's second law: force acting on the material point, is calculated as the change in the amount of movement per unit of time, multiplied by the empirical proportionality factor. This coefficient allows us to generalize the well-known formula of A.Einstein, which determines the dependence of the electron mass on velocity.

Keywords: Newton; Lagrange; equation; weight; electron; electromagnetic energy.