

В. С. САВОСТА

ЗАКОН ПОПЕРЕЧНОЙ СИЛЫ В СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

(Представлена академиком НАН РК Е. И. Роговым)

Подробно описывается, как выводится общефизический закон поперечной силы в специальной теории относительности (СТО). Этот закон в общем случае противоречит основному постулату СТО – принципу относительности Галилея–Эйнштейна и изотропности скорости света, хотя подтверждается экспериментально, поэтому основные постулаты СТО не соответствуют действительности.

В [1, 2] и других утверждалось, что общефизический закон поперечной силы, выведенный из Абсолютных преобразований, также может быть выведен непосредственно из преобразований Лоренца, являющихся основой СТО. Однако сам вывод его из преобразований Лоренца не приводился. Поэтому в связи с тем, что утверждения, приводимые без вывода, вызывают недоверие читателей, в этой статье приводится этот вывод в полном объеме.

Если декартова инерциальная система координат $K' - X', Y', Z'$ движется с постоянной скоростью V относительно неподвижной системы $K - X, Y, Z$ вдоль оси X и при этом оси X, X' совпадают, а оси $Y, Y'; Z, Z'$ систем K и K' взаимно параллельны, то формулы преобразования координат и времени при переходе от системы K' к K и от K к K' имеют вид

$$x = \frac{x' + Vt'}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{C^2}}}; y = y'; z = z'; t = \frac{t' - \frac{V}{C^2}x'}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{C^2}}}, \quad (1)$$

$$x' = \frac{x - Vt}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{C^2}}}; y' = y; z' = z; t' = \frac{t - \frac{V}{C^2}x}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{C^2}}},$$

где x, y, z, t – координаты и время, измеряемые в неподвижной системе K , x', y', z', t' – координаты и время, измеряемые в движущейся системе K' .

Эти преобразования называются преобразованиями Лоренца, и они являются основными преобразованиями, из которых строится СТО. Мы здесь не будем затрагивать вопрос: являются ли эти преобразования преобразованиями действительного пространства – времени или они

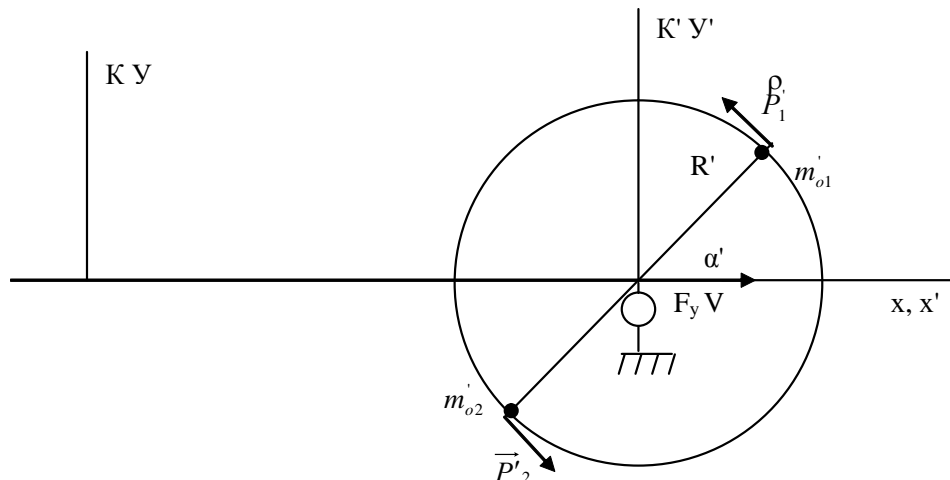
являются лишь искусственно выведенными преобразованиями пространства – времени электромагнитных взаимодействий. Этот вопрос рассматривается в других статьях. Здесь важно то, что уравнения электродинамики ковариантны (имеют одинаковый вид) по отношению к преобразованиям Лоренца (1). Такой ковариантности нет для закона всемирного тяготения и ускоренных систем отсчета. Но в наших расчетах это неважно, поскольку мы не будем здесь рассматривать ни гравитацию, ни ускоренные системы отсчета.

В нашем случае обе системы K и K' являются инерциальными системами отсчета (ИСО), т.е. системами, движущимися равномерно и прямолинейно, либо покоящимися. Пусть в системе K' вокруг точки $(x' = 0, y' = 0, z' = 0)$ вращаются два тела m_{o1}, m_{o2} с векторами угловой скорости ω параллельной оси Z' с радиусами вращения R' . Рассмотрим, какие силы действуют на эти тела и ось вращения в системе K . Предлагается, что тела вращаются равномерно на нерастяжимой нити или стержне вокруг центра вращения, прикрепленного к динамометру F_y , закрепленному в системе K' , как показано на рис.

Преобразования Лоренца для вектора импульса \vec{P} и энергии E от движущейся системы K' к неподвижной системе K имеют вид

$$P_x = \frac{P'_x + E' \frac{V}{C^2}}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{C^2}}}; P_y = P'_y; P_z = P'_z;$$

$$E = \frac{E' + P'_x V}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{C^2}}}, \quad (2)$$



где P_x, P_y, P_z – компоненты импульса в системе K , P'_x, P'_y, P'_z – компоненты импульса в системе K' , E и E' – полные энергии тел 1, 2 в системах K и K' соответственно.

Тела m_{o1}, m_{o2} имеют одинаковые массы и одинаковые по модулю импульсы $|\vec{P}'_1| = |\vec{P}'_2| = P$.

Причем компоненты импульсов \vec{P}'_1, \vec{P}'_2 в системе K' равны:

$$P'_{x_1} = -P \sin \omega t' = -P \sin \alpha,$$

$$P'_{x_2} = -P \sin(\alpha' + \pi) = P \sin \alpha = P \sin \omega t';$$

$$|\alpha = \omega t'|.$$

$$P'_{y_1} = P \cos \omega t' = P \cos \alpha,$$

$$P'_{y_2} = P \cos(\alpha + \pi) = -P \cos \omega t' = -P \cos \alpha.$$

При этом естественно, что $\vec{P}'_1 + \vec{P}'_2 = 0$. Составляющие $F'_{y_1}, F'_{y_2}; F'_{x_1}, F'_{x_2}$ центробежной силы \vec{F} вращающихся масс m_{o1}, m_{o2} в системе K' будут равны:

$$F'_{x_1} = \frac{dP'_{x_1}}{dt'} = -P\omega \cos \omega t' = -P\omega \cos \alpha,$$

$$F'_{x_2} = \frac{dP'_{x_2}}{dt'} = P\omega \cos \omega t' = P\omega \cos \alpha, \quad (3)$$

$$F'_{y_1} = \frac{dP'_{y_1}}{dt'} = -P\omega \sin \omega t' = -P\omega \sin \alpha,$$

$$F'_{y_2} = \frac{dP'_{y_2}}{dt'} = P\omega \sin \omega t' = P\omega \sin \alpha.$$

Следовательно, на ось вращения в системе K' будут действовать силы вдоль осей X', Y' , равные $F'_y = F'_{y_1} + F'_{y_2} = 0$ и $F'_x = F'_{x_1} + F'_{x_2} = 0$.

Таким образом, в системе K' сумма всех центробежных сил, действующих на ось вращения тел $m_{o1} = m_{o2}$, имеющих модули импульсов $P_1 = P_2$, равна нулю. И динамометр F_y в любой момент времени будет давать нулевое показание $F_y = 0$.

Рассмотрим, какую силу будет показывать этот же динамометр, наблюдаемый из покоящейся системы K . Для этого воспользуемся преобразованиями компонент импульса \vec{P} и полной энергии E (2) и преобразованиями Лоренца для времени (1):

$$t' = \frac{t - \frac{V}{C^2}x'}{\sqrt{1 - \beta^2}}, \quad \text{где } \beta = \frac{V}{C}.$$

Тогда из того, что

$$t'_1 = \frac{t - \frac{V}{C^2}x_1}{\sqrt{1 - \beta^2}} \Rightarrow \frac{dt'_1}{dt} = \frac{1 - \frac{V}{C^2} \frac{dx_1}{dt}}{\sqrt{1 - \beta^2}},$$

и аналогично

$$\frac{dt'_2}{dt} = \frac{1 - \frac{V}{C^2} \frac{dx_2}{dt}}{\sqrt{1 - \beta^2}}.$$

Поскольку $x'_1 = R \cos \alpha; x'_2 = R \cos(\alpha + \pi) = -R \cos \alpha$, то

$$\frac{dx_1}{dt} = \frac{V - R w \sin \alpha}{1 - \frac{VRw}{C^2} \sin \alpha}, \quad \frac{dx_2}{dt} = \frac{V + R w \sin \alpha}{1 + \frac{VRw}{C^2} \sin \alpha},$$

где $\alpha = wt'$, $\beta = \frac{V}{C}$ тогда

$$\frac{dt'_1}{dt} = \frac{\sqrt{1-\beta^2}}{1 - \frac{VRw}{C^2} \sin wt'}, \quad \frac{dt'_2}{dt} = \frac{\sqrt{1-\beta^2}}{1 + \frac{VRw}{C^2} \sin wt'} \quad (4)$$

Составляющие центробежных сил вращающихся в системе K' тел, но измеренные в системе K , будут равны:

$$F_{x_1} = \frac{dP_{x_1}}{dt} = \left| P_x = \frac{P'_x + E' \frac{V}{C^2}}{\sqrt{1-\beta^2}}; \right.$$

$$E' = \text{const} \left| = \frac{dP'_{x_1}}{dt'_1} \cdot \frac{dt'_1}{dt} = -\frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}} \cdot \frac{Pw \cos \alpha}{1 - \frac{VRw}{C^2} \sin \alpha}, \right.$$

$$F_{x_2} = \frac{dP_{x_2}}{dt} = \frac{P'_{x_2}}{dt'_2} \cdot \frac{dt'_2}{dt} = \left| P_{x_2} = P \cos(wt' + \pi) = \right.$$

$$= -P \cos \alpha \left| = \frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}} \frac{Pw \cos \alpha}{1 + \frac{VRw}{C^2} \sin \alpha}, \right.$$

$$F_{y_1} = \frac{dP_{y_1}}{dt} = \left| P_y = P'_y \right| \frac{dP'_{y_1}}{dt'_1} \frac{dt'_1}{dt} = -\frac{Pw \sin \alpha}{1 - \frac{VRw}{C^2} \sin \alpha},$$

$$F_{y_2} = \frac{dP_{y_2}}{dt} = \frac{dP'_{y_2}}{dt'_2} \frac{dt'_2}{dt} = \frac{Pw \sin \alpha}{1 + \frac{VRw}{C^2} \sin \alpha}.$$

Тогда

$$F_x = F_{x_1} + F_{x_2} = -\frac{Pw}{\sqrt{1-\beta^2}} \frac{2a \sin \alpha \cos \alpha}{1 - a^2 \sin^2 \alpha},$$

$$F_y = F_{y_1} + F_{y_2} = -\frac{2Pwa \sin^2 \alpha}{1 - a^2 \sin^2 \alpha},$$

где $\beta = \frac{V}{C}$; $a = \frac{VRw}{C^2}$.

Следовательно, в системе K суммарные составляющие центробежных сил будут периодически изменяться, колеблясь около среднего значения силы $\overset{P}{F}_{cp}$. Найдем это среднее значение, для чего усредним составляющие силы интегрированием по углу α от 0 до 2π :

$$F'_{x_{cp}} = -\frac{1}{2\pi\sqrt{1-\beta^2}} \int_0^{2\pi} \frac{2 \sin \alpha \cos \alpha}{1 - a^2 \sin^2 \alpha} d\alpha =$$

$$= -\frac{Pw}{a\sqrt{1-\beta^2}} \lambda n(1 - a^2 \sin^2 \alpha) \Big|_0^{2\pi} = 0,$$

$$F_{y_{cp}} = -\frac{Pw}{2\pi a} \int_0^{2\pi} \frac{2a^2 \sin^2 \alpha}{1 - a^2 \sin^2 \alpha} d\alpha = \quad (5)$$

$$= \frac{Pw}{\pi a} \int_0^{2\pi} \left(1 - \frac{1}{1 - a^2 \sin^2 \alpha}\right) d\alpha = \frac{2Pw}{a} \left(1 - \frac{1}{\sqrt{1-a^2}}\right).$$

$$\text{Таким образом, } \overset{P}{F}_{cp} = F_{y_{cp}} = \frac{2Pw}{a} \left(1 - \frac{1}{\sqrt{1-a^2}}\right).$$

В случае нерелятивистских вращений $a \ll 1$ (именно такими являются почти все вращения от планетарных до атомных) $\frac{1}{\sqrt{1-a^2}} = 1 + \frac{1}{2} a^2$,

$$\text{откуда } F_{y_{cp}} = -Pwa = -\frac{VPRw^2}{C^2}.$$

В нашем случае $PR = \left[\overset{P}{R} \overset{P}{P} \right]$, и поскольку $\overset{P}{L} = \left[\overset{P}{R} (\overset{P}{P}_1 + \overset{P}{P}_2) \right]$ есть момент импульса вращающихся тел 1, 2, то модуль момента импульса $\left| \overset{P}{L} \right| = 2PR$. Поэтому среднюю силу, действующую на ось вращения, можно выразить в векторном виде

$$\overset{P}{F}_{cp} = \frac{\left[\overset{P}{V} \overset{P}{L} \right] w^2}{2C^2}. \quad (6)$$

Данное выражение в точности соответствует формуле закона поперечной силы, выведенной в работах [1–3]. Этот закон гласит, что *всякое вращающееся вокруг собственной оси тело взаимодействует с пространством с силой, пропорциональной векторному произведению абсолютной скорости тела в пространстве на его собственный момент импульса, умноженному на квадрат угловой скорости тела.*

Поскольку в выражение (6) не входят явно размеры вращающихся тел, вместо двух вращающихся тел мы можем рассматривать любое вращающееся вокруг собственной оси тело. И для этого тела будет справедливы приведенная формулировка закона и его математическая запись в виде формулы (6).

Вывод этого общефизического закона непосредственно из преобразований Лоренца был сделан мною в 1986 году, но по существующим в то время причинам не мог быть опубликован. Этот вывод привел к необходимости рассматривать СТО не как теорию пространства – времени, доказанную всеми экспериментами, а лишь как теорию электромагнитных взаимодействий движущихся тел, каковой она и была изначально.

Действительно, рассмотренный здесь мысленный эксперимент с вращающимися телами приводит к неразрешимому противоречию в рамках СТО, поскольку динамометр, показывающий величину силы, действующей на ось вращения тела, показывает разные значения в зависимости от скорости движения наблюдателя относительно этого вращающегося тела и прикрепленного к его оси вращения динамометра. Но динамометр – прибор, показывающий величину силы, т.е. цифру, и поэтому не может показывать разные значения при одних и тех же условиях для разных наблюдателей. Это противоречие никак не разрешимо в рамках традиционной СТО без ликвидации в этой теории принципа относительности и постулата об изотропности скорости света.

Эта работа была проделана и отражена в статьях [1–3] и др., результаты которых полностью соответствуют всем физическим экспериментам и не приводят к различного рода парадоксам и противоречиям, присущим СТО. Главным результатом этой работы явилось открытие общефизического закона, который автор назвал (возможно, не очень удачно) законом поперечной силы (6).

Данный закон, выведенный из абсолютных преобразований:

$$x' = \frac{x - Vt}{\sqrt{1 - \beta^2}}; y' = y; z' = z; t' = \sqrt{1 - \beta^2} t, \quad (7)$$

$$x = \sqrt{1 - \beta^2} (x' + Vt'); y = y'; z = z'; t = \frac{t'}{\sqrt{1 - \beta^2}},$$

где V – скорость движущейся системы K' относительно покоящейся системы K , $V' = c$ – скорость

неподвижной системы K относительно движущейся системы K' , $\beta = \frac{V}{c}$; c – средняя скорость света, не приводит к каким-либо противоречиям. Поскольку в рамках этих преобразований этот закон является выражением взаимодействия вращающихся тел с пространством при их поступательном движении относительно пространства.

В отличие от СТО теория, основанная на абсолютных преобразованиях (7), подразумевает, что пространство (эфир, физический вакуум) реально существует, взаимодействует с движущимися в нем телами и имеет состояние движения, т.е. пространство выступает, как реальный физический объект, который можно исследовать экспериментально, а не считать пространство чем-то неподдающимся измерениям, как считается в СТО.

Поэтому прикрепленный к оси вращения тел 1, 2 динамометр будет показывать одну и ту же величину силы как для движущихся относительно него наблюдателей, так и для наблюдателя, покоящегося в системе K' . Тем самым абсолютные преобразования координат времени соответствуют действительности в куда большей мере, чем преобразования Лоренца. Почему тем не менее преобразования Лоренца соответствуют большинству экспериментов, будет объяснено в других статьях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Савоста В.С. К движению вращающихся тел. Деп. КазгосИНТИ. 07.04.2004 г. №8953-Ка04. 17 с.
2. Савоста В.С. Одновременность как критерий параллельности движущихся тел и Закон поперечной силы // Доклады НАН РК. 2005. №2. С. 106-112.
3. Савоста В.С. О законе поперечной силы. Деп. НИЦНТИ Р.К. 12. 12.2006 г. № 9066-Ка06, 13 с.

Резюме

Арнайы салыстырма болжал теориясы АСТ бойынша келденен күш жалпы физикалық заңы шығарылатыны туралы толық баяндалған. Бұл заң жалпы жағдайда АСТ-ның негізгі постулатына – Галилей – Эйнштейннің салыстырма шама принципіне және жарық жылдамдығы изотроптығына қайшы келеді, дегенмен тәжірибе жүзінде расталады. Сондықтан АСТ негізгі постулаттары шындыққа сәйкес келмейді.

Summary

The given article describes in detail the derivation of the general physical Law of transverse force in the special relativity theory (SRT). This law in general case contradicts the main postulate of the SRT – Relativity theory of Galileo-Einstein and isotropy of light speed although it is proved experimentally. Therefore the main postulates of the SRT do not represent the facts.

ИГД

Поступила 8.03.07г.