7. Круговое кинематическое поле покоя-движения материальной точки

Как отмечал в свое время Ф. Энгельс, Ньютону не удалось дать полное описание движения материальной точки по окружности, которое представляет собой синтез продольного и поперечного покоя-движения. Опишем круговое движение в соответствии с законами диалектики.

Начнем, прежде всего, с равномерного движения. Равномерное движение по окружности материальной точки массой m представляет собой сложное движение, состоящее из двух взаимно перпендикулярных потенциально-кинетических гармонических колебаний.

Полагаем, что покой-движение вдоль осей X и Y представляется потенциально-кинетическими смещениями

$$\hat{\Psi}_x = ae^{-i\omega t}, \qquad \hat{\Psi}_y = i\hat{\Psi}_x = iae^{-i\omega t}. \tag{7.1}$$

Подобные смещения вдоль осей X и Y описывают покой-движение против часовой стрелки, при этом потенциально-кинетическое смещение вдоль оси Y есть отрицание потенциально-кинетического смещения вдоль оси X.

Итак, структура движения против часовой стрелки на окружности определяется потенциально-кинетическими смещениями:

$$\hat{\Psi}_x = \hat{\psi}_{xp} + \hat{\psi}_{xk} = a\cos\omega t - ia\sin\omega t = ae^{-i\omega t}, \tag{7.1a}$$

$$\hat{\Psi}_y = \psi_{yp} + i\psi_{yk} = a\sin\omega t + ia\cos\omega t = iae^{-i\omega t}. \tag{7.1b}$$

В данных выражениях потенциальные смещения помечены индексом p, а кинетические смещения - индексом k.

Синтез двух смещений определяет потенциально-кинетическую функцию $\hat{\Psi}$ движения по окружности:

$$\hat{\Psi} = \hat{\Psi}_x + \hat{\Psi}_y = \hat{a}e^{-i\omega t} \quad \text{или} \quad \hat{\Psi} = (a+ia)e^{-i\omega t}, \tag{7.2}$$

где

$$\hat{a} = (a+ia)e^{-i\omega t} = \hat{a}_p + \hat{a}_k = \hat{a}_m e^{-i\omega t} \tag{7.2a}$$

- потенциально-кинетический продольно-поперечный радиус покоя-движения с потенциально-кинетической амплитудой $\hat{a}_m = (a+ia)$, причем его потенциальная и кинетическая компоненты пребывают в состоянии вращения:

$$\hat{a}_p = ae^{-i\omega t}, \qquad \hat{a}_k = i\hat{a}_p = iae^{-i\omega t}. \tag{7.2b}$$

Согласно (7.1a) и (7.1b) потенциальная амплитуда a и кинетическая амплитуда ia, как векторы, определяются так:

$$\mathbf{a} = (a\cos\omega t, a\sin\omega t), \tag{7.3}$$

$$\tilde{\mathbf{a}} = (-ia\sin\omega t, ia\cos\omega t). \tag{7.3a}$$

Таким образом, потенциальная амплитуда-радиус a направлена по радиус-вектору вращающейся материальной точки, тогда как кинетическая амплитуда-радиус ia направлена по касательной к окружности в сторону движения (рис.4a), и обе амплитуды образуют потенциально-кинетическую амплитуду покоя-движения по окружности радиуса a:

$$\hat{a} = a + ia = \hat{a}_m . \tag{7.3b}$$

Потенциальная, кинетическая и потенциально-кинетическая амплитуды находятся в состоянии равномерного вращения, что выражает формула (7.2a)

В подвижном базисе покоя-движения (системе координат, связанной с материальной точкой массы m) единицу вращения против часовой стрелки $e^{-i\omega t}$ в формуле (7.2a) можно опускать и тогда потенциально-кинетический радиус покоя-движения принимает вид (7.3b).

Потенциальный радиус выражает степень пребывания, а кинетический радиус - степень не пребывания материальной точки в каждой точке круговой траектории. Потенциально-кинетический радиус характеризует одновременное пребывание и не пребывание материальной точки в каждой точке окружности.

Функция смещения по окружности определяет бинарную потенциально-кинетическую скорость покоя-движения в круговом потенциально-кинетическом движении:

$$\hat{\upsilon} = \frac{d\hat{\Psi}}{dt} = \hat{\upsilon}_p + \hat{\upsilon}_k = -i\omega\hat{a}e^{-i\omega t} = (-i\omega a + \omega a)e^{-i\omega t}, \tag{7.4}$$

где

$$\hat{\upsilon}_k = \omega a e^{-i\omega t}, \quad \hat{\upsilon}_p = -i\omega a e^{-i\omega t} = -i\omega\hat{a}_p . \tag{7.4a}$$

В подвижном базисе потенциально-кинетическая скорость имеет вид (рис.4b):

$$\hat{\upsilon} = \upsilon_k + i\upsilon_p = \omega a + (-i\omega a), \tag{7.4b}$$

где $\tilde{\upsilon}_p = -i\omega a$ - потенциальная радиальная (продольная) центростремительная скорость покоя, а $\upsilon_k = \omega a$ - кинетическая тангенциальная (поперечная) центробежная скорость движения.

Когда мы называем потенциальную скорость продольной, а кинетическую скорость поперечной, мы радиальное направление считаем продольным. Если же направление движения называть продольным, тогда кинетическая скорость продольна, а потенциальная скорость поперечна, и такая двойственность понятий "продольная" и "поперечная" диалектическая реальность: "продольная" скорость, будучи "продольной", одновременно "поперечна". Справедливо и обратное суждение: "поперечная" скорость, будучи "поперечной", одновременно "продольна".

Синтез обоих составляющих рождает продольно-поперечную центростремительно-центробежную скорость покоя-движения. Название составляющих скоростей покоя-движения отражает тот факт, что покой обуславливает центростремительные свойства кругового покоя-движения, тогда как кинетическая скорость выражает центробежные свойства кругового покоя-движения. Далее, если **кинетическая скорость** в данном случае **полярный вектор**, то **потенциальная скорость есть биполярный вектор**, что в механике Ньютона представляется в искаженной форме двумя противоположно направленными "силами": центростремительной и центробежной.

Центробежный характер движения мы наблюдаем при заточке инструментов в форме искр, улетающих по касательной от шлифовального круга.

Скалярным формам линейной скорости $\hat{\upsilon}$ соответствуют аналогичные формы удельной скорости (рис.4b):

$$\hat{\omega} = \frac{1}{a}\frac{d\hat{\Psi}}{dt} = \omega_k + i\omega_p = (\omega - i\omega)e^{-i\omega t}\,, \tag{7.4}$$

где

$$\omega_k = \omega e^{-i\omega t}\,, \quad \omega_p = -i\omega e^{-i\omega t}\,. \tag{7.4a}$$

В подвижном базисе

$$\hat{\omega} = \omega_k + i\omega_p = \omega + i(-\omega)\,. \tag{7.4b}$$

Кинетическая тангенциальная скорость направлена по движению, а потенциальная, нормальная скорость по радиус-вектору к центру окружности – это центростремительная скорость покоя.

Кинетическая скорость характеризует количественную сторону движения и качественную сторону покоя, тогда как потенциальная скорость - количественную сторону покоя и качественную сторону движения.

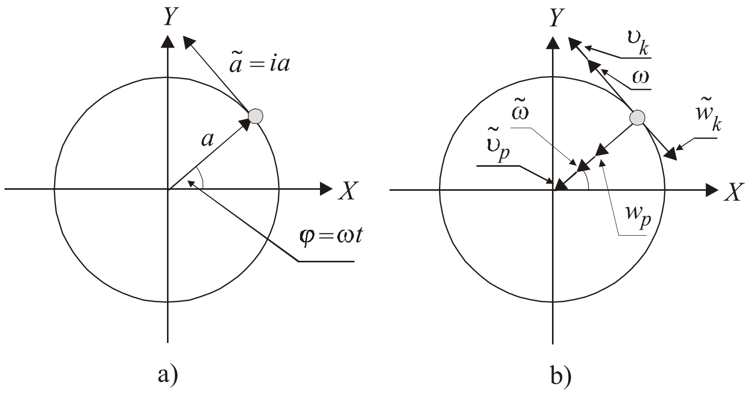

Рис.4. a) Продольно-поперечное круговое покой-движение; b) граф потенциально-кинетических скоростей и ускорений.

В равномерном покое-движении происходит качественное изменение скорости, которое определяется продольно-поперечным центростремительно-центробежным ускорением:

$$\hat{w} = \frac{d\hat{\upsilon}}{dt} = \frac{d^2\hat{\Psi}}{dt^2} = -\omega^2(a + ia)e^{-i\omega t} = \hat{w}_p + \hat{w}_k\,, \tag{7.4}$$

где потенциальное (продольное, или поперечное) центростремительное ускорение покоя

$$\hat{w}_p = -\omega^2 a e^{-i\omega t} = -\frac{\upsilon^2}{a}e^{-i\omega t}\,, \tag{7.4a}$$

и кинетическое (поперечное, или продольное) центробежное ускорение движения

$$\hat{w}_k = -i\omega^2 a e^{-i\omega t} = -i\frac{\upsilon^2}{a}e^{-i\omega t}\,. \tag{7.4b}$$

В подвижном базисе потенциально-кинетическое центростремительно-центробежное ускорение имеет вид (рис.4b):

$$\hat{w} = w_p + \tilde{w}_k = -\omega^2 a - i\omega^2 a = \left(-\frac{\upsilon^2}{a}\right) + \left(-i\frac{\upsilon^2}{a}\right), \tag{7.4c}$$

Аналогична и структура удельных ускорений:

$$\hat{\varepsilon} = \frac{d\hat{\upsilon}}{adt} = \frac{d^2\hat{\Psi}}{adt^2} = -\omega^2(1+i)e^{-i\omega t} = \hat{\varepsilon}_p + \hat{\varepsilon}_k\,, \tag{7.4}$$

где удельное потенциальное (продольное, или поперечное) центростремительное ускорение покоя

$$\varepsilon_p = -\omega^2 e^{-i\omega t}\,, \tag{7.4a}$$

и удельное кинетическое (поперечное, или продольное) центробежное ускорение движения

$$\hat{\varepsilon}_k = -i\omega^2 e^{-i\omega t}\,. \tag{7.4b}$$

В подвижном базисе

$$\hat{\varepsilon} = \varepsilon_p + \tilde{\varepsilon}_k = (-\omega^2) + (-i\omega^2)\,. \tag{7.4c}$$

В силу того, что любые процессы в природе носят противоречивый направленно-ненаправленный характер, физические параметры полей и объектов удобнее представлять бинарным диалектическим полем.

Подводя итог, видим, круговое поле материи-пространства-покоя-движения представляет собой продольно-поперечное или радиально-тангенциальное поле, в котором поле покоя (потенциальное поле) и поле движения (кинетическое поле) взаимно перпендикулярны. Радиальное поле есть поле потенциальное, тангенциальное поле – поле кинетическое, что выражается структурой радиус-вектора (7.3b).

Скорость определяет кинематический продольно-поперечный поток через круговую траекторию движения за один цикл. Скалярная форма его в подвижном базисе имеет вид:

$$\hat{\Gamma} = 2\pi a\hat{\upsilon} = \hat{\Gamma}_k + \hat{\Gamma}_p\,, \quad \text{где} \quad \hat{\upsilon} = \upsilon_k + i\upsilon_p = \omega a + i(-\omega a)\,, \tag{7.5}$$

причем

$$\Gamma_k = 2\pi a\upsilon_k = 2\pi a^2\omega \tag{7.5a}$$

- поперечный кинетический поток или циркуляция;

$$\tilde{\Gamma}_p = 2\pi a\tilde{\upsilon}_p = -2\pi a^2 i\omega \tag{7.5b}$$

- продольный центростремительный потенциальный поток.

В неподвижном базисе имеем

$$\hat{\Gamma} = 2\pi a\hat{\upsilon} = 2\pi a(\upsilon + i\upsilon)e^{-i\omega t} = \hat{\Gamma}_k + \hat{\Gamma}_p\,, \tag{7.6}$$

где

$$\hat{\Gamma}_k = 2\pi a\hat{\upsilon}_k = 2\pi a^2\omega e^{-i\omega t} \quad \text{и} \quad \hat{\Gamma}_p = 2\pi a\hat{\upsilon}_p = -i2\pi a^2\omega e^{-i\omega t}\,. \tag{7.6a}$$

Рассмотрим теперь векторную форму циркуляции. Для этого дополним понятие скалярного произведения, как произведения продольного, поперечным скалярным произведением согласно равенству:

$$(\mathbf{ab})_\tau = ab\sin(\widehat{\mathbf{a},\mathbf{b}}), \tag{7.7}$$

где индекс τ - указатель поперечного произведения.

Продольное и поперечное скалярные произведения есть произведения образующие симметричную диалектическую пару Да-Нет:

$$(\mathbf{ab})_n = ab\cos(\widehat{\mathbf{a},\mathbf{b}}) \text{ и } (\mathbf{ab})_\tau = ab\sin(\widehat{\mathbf{a},\mathbf{b}}), \tag{7.8}$$

где индекс n - указатель продольного скалярного произведения.

На основании введенных произведений, можно определить дифференциал тангенциально-радиальной циркуляции $d\hat{\Gamma}$ или, что тоже, радиально-тангенциального потока $d\hat{N}$, как продольно-поперечное скалярное произведение типа:

$$d\hat{\Gamma} = (\hat{\upsilon} d\mathbf{s}) = \upsilon_k ds + \tilde{\upsilon}_p ds\ . \tag{7. 9}$$

В таком случае имеем

$$\hat{\Gamma} = \oint(\hat{\boldsymbol{\upsilon}} d\mathbf{s}) = 2\pi a\upsilon_k + 2\pi a\tilde{\upsilon}_p = 2\pi a\hat{\upsilon}\ . \tag{7.10}$$

Продольно-поперечная потенциально-кинетическая циркуляции в неподвижном базисе имеет форму:

$$\hat{\upsilon} = \frac{\hat{\Gamma}}{2\pi a} = (\upsilon + i\upsilon)e^{-i\omega t}, \tag{7.11}$$

и в подвижном базисе скорость покоя-движения по окружности выражается через циркуляцию следующим образом:

$$\hat{\upsilon} = \frac{\hat{\Gamma}}{2\pi a} = \upsilon + i\upsilon\ . \tag{7.11a}$$

Кинематика кругового движения имеет много общего с цилиндрическими полями физики, магнитными и электромагнитными полями, и эта связь, как показывают законы диалектической теоретической философии, весьма глубокая.