

УДК 531

ПЕРЕМЕЩЕНИЕ МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ В ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ПЛОСКОСТИ СПИРАЛЬНЫМ ВИНТОМ

*Прусаков В.П., студент колледжа 2 курса
Научные руководители – Исаев Ю.М., доктор технических наук,
профессор; Семашкин Н.М., кандидат технических наук, доцент
ФГБОУ ВО Ульяновская ГСХА*

Ключевые слова: *перемещение материальной точки по плоскости, винтовая поверхность, скорость*

Изучения вопроса к приурочены теоретическому описанию перемещения материальной точки по горизонтально расположенной плоскости спиральным винтом. В статье рассматривается перемещение точки в аксиальном и перпендикулярном направлении относительно образующей поверхности спирали. Также приводятся дифференциальные уравнения, описывающие движения частицы материала по образующей винтовой поверхности рабочего органа.

Предположим, что плоскость по которой перемещается спиральный винт будет неподвижна, а сам винт вращается вокруг своей оси с постоянной угловой скоростью ω . В начальный момент времени материальная точка, находящаяся на поверхности плоскости, через некоторый отрезок времени за счет силы трения, возникающей между точкой и винтовой поверхностью спирального винта, перемещается по ней, как в осевом, так и перпендикулярном к нему направлениях, совершая криволинейный характер движения [1]. Тогда, ось спирального винта составит угол γ с вертикалью и δ с горизонталью. Точка при вращении винта по часовой стрелке переместится винтовой поверхностью и в произвольном промежуточном положении относительно вертикальной, на угол ϵ .

Вес материальной точки \bar{G} можно разложить на два вектора:

$\vec{G} = \vec{G}_1 + \vec{G}_2$ а вектор \vec{G}_1 представить в виде двух составляющих: \vec{G}_τ по касательной к спирали, \vec{G}_n по нормали к ней. При этом получаем:

$$\begin{cases} G_1 = G \cdot \sin \gamma, & G_2 = G \cdot \cos \gamma \\ G_\tau = G_1 \cdot \sin \varepsilon = G \cdot \sin \gamma \cdot \sin \varepsilon, & G_n = G_1 \cdot \cos \varepsilon = G \cdot \sin \gamma \cdot \cos \varepsilon \end{cases} \quad (1)$$

Таким образом, если начать изучение движения материальной точки из положения под углом ε по отношению к нижней точке плоскости – поскольку многие транспортирующие устройства предполагают поступление материала в любом месте на поверхности плоскости, то аксиальная, трансверсальная и радиальная составляющие силы веса выражаются согласно (1).

Для рассматриваемого случая когда материальная точка, опирающаяся на винтовую поверхность спирального винта находящаяся так же в соприкосновении с плоскостью в общем случае описывается следующим уравнением [2]:

$$\begin{aligned} \frac{d\omega}{dt} = & \frac{\left(f_2 p (\omega_0 - \omega) (k \cos \delta \cos \varepsilon + \omega^2) + k \sin \delta \sqrt{p^2 (\omega_0 - \omega)^2 + \omega^2} \right) \times}{(pB + A) \sqrt{p^2 (\omega_0 - \omega)^2 + \omega^2} + f_2 p \omega \sin \theta} - \\ & \left(B - \frac{f_2 \cdot \omega \cdot \sin \theta}{\sqrt{p^2 (\omega_0 - \omega)^2 + \omega^2}} \right) - \\ & \frac{\left(f_2 \omega (k \cos \delta \cos \varepsilon + \omega^2) + k \cos \delta \sin \varepsilon \sqrt{p^2 (\omega_0 - \omega)^2 + \omega^2} \right) \times}{(pB + A) \sqrt{p^2 (\omega_0 - \omega)^2 + \omega^2} + f_2 p \omega \sin \theta} - \\ & \left(A - \frac{f_2 p (\omega_0 - \omega) \sin \theta}{\sqrt{p^2 (\omega_0 - \omega)^2 + \omega^2}} \right), \end{aligned} \quad (2)$$

где $\omega = \frac{d\varepsilon}{dt}$ – угловая скорость абсолютного движения, с⁻¹; $k = \frac{g}{r - r_1}$;

$p = \operatorname{tg} \alpha$; $A = \cos \alpha \cos \theta - f_1 \sin \alpha$; $B = \sin \alpha \cos \theta - f_1 \cos \alpha$.

С целью получения реальных данных о характере движения частицы было выполнено численное интегрирование большого количества уравнений для перемещения частицы по плоскости с различными параметрами.

В результате изучения многочисленных данных удалось установить характерные особенности движения материальной точки. При углах наклона к горизонту меньше 25° , и скоростях вращения, определя-

$$\lambda = \frac{\omega_0^2 \cdot r}{g}$$

емых значениями критерия $g = 50 \div 50$ преобладают затухание колебания частицы (рисунок 1) около образующей спирального винта, определяемой углом ε_n .

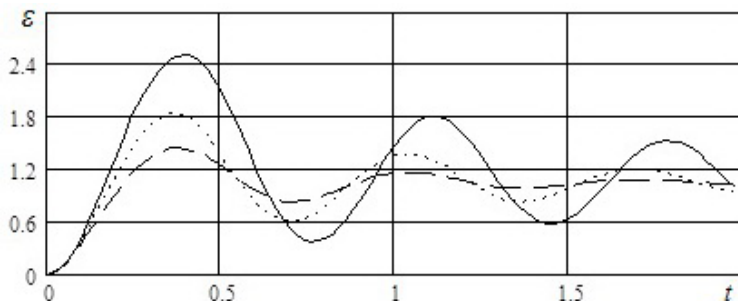


Рисунок 1 Зависимость углового перемещения ε от времени t

Из рисунка 1 видно, что колебания частицы с течением времени довольно быстро уменьшаются. Это значит, что установившееся движение материальной точки практически можно рассматривать как движение вдоль одной образующей.

Библиографический список

1. Начальные скорости движения частицы материала при перемещении спиральным винтом / Ю.М. Исаев, Х.Х. Губейдуллин, Н.М. Семашкин, И.И. Шигапов // *Аграрная наука*. –2014. –№ 10. с. 28-30.
2. Скорость движения сыпучего материала с точки зрения коаксиальных цилиндров / Ю.М. Исаев, Н.М. Семашкин, Н.Н. Назарова, В.А. Злобин // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*.–2011. –№ 3.- с.141-142.

3. К вопросу о вертикальном перемещении сыпучего материала / Ю.М. Исаев, Х.Х. Губейдуллин, Н.М. Семашкин, О.П. Гришин // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2012. – № 4.- с.122-126.

MOVEMENT OF THE MATERIAL POINT IN THE HORIZONTAL PLANE THE SPIRAL SCREW

Prussians V.P.

Key words: movement of a material point on the plane, a screw surface, speed

Studying of a question to are dated to the theoretical description of movement of a material point on horizontally located plane by the spiral screw. In article movement of a point in the axial and perpendicular direction of rather forming spiral surface is considered. Also the differential equations describing the movements of a particle of material on the forming screw surface of working body are given.