
закрепленной в точках на расстоянии $a=1$ м при $k=1, 2, 3$. Полученные формулы позволяют получить критические значения частот вращения нити, при которых силы натяжения могут превышать ее прочность, а также координаты с наибольшей силой натяжения.

Библиографический список:

1. Якубовский Ю.В., Живов В.С., Коритыцкий Я.И., Мигушов И.И. Основы механики нити. М.; Легкая индустрия – 1973, 271 с.

УДК 631.22.01

СПИРАЛЬНО-ВИНТОВОЙ ПИТАТЕЛЬ

Ю.М. Исаев, д. т. н., профессор
В.С. Кожевников, аспирант
Е.В. Гришина, ассистент
тел. (84231) 55-95-49, isurmi@yandex.ru
ФГБОУ ВПО «Ульяновская государственная
сельскохозяйственная академия»

Ключевые слова: *спирально-винтовой питатель, малая металлоемкость, силы, действующие на частицу.*

Рассмотрено устройство со спирально-винтовым рабочим органом, с изменяющейся частотой вращения, позволяющее сделать конструкцию транспортера более компактной и менее металлоемкой. Получены теоретические закономерности перемещения частицы со спиральным винтом и корпусом кожуха.

В общем случае устройства для перемещения материалов содержат устройства загрузки, транспортирующую часть – бесстержневой спиральный винт, кожух и разгрузочное устройство. Питатель со спирально - винтовым рабочим органом состоит из расходного бункера (1) с загрузочным люком (2), спираль (3), корпуса (7) с выгрузочным люком (8), асинхронного электродвигателя (4) и электронного преобразователя частоты электрического тока. В корпусе питателя с противоположной от выгрузочного люка стороны выполнен разгрузочный люк (6), снабженный крышкой (5), выполненной заподлицо с внутренней поверхностью корпуса питателя. Спиральный винт имеет возможность реверсивного вращения и снабжен с обеих сторон отбойными лопастями (9), имеющими в сечении форму треугольника. Привод спирально-винтового рабочего органа очень прост, в нем нет промежуточных механизмов для передачи движения от двигателя к рабочему органу.

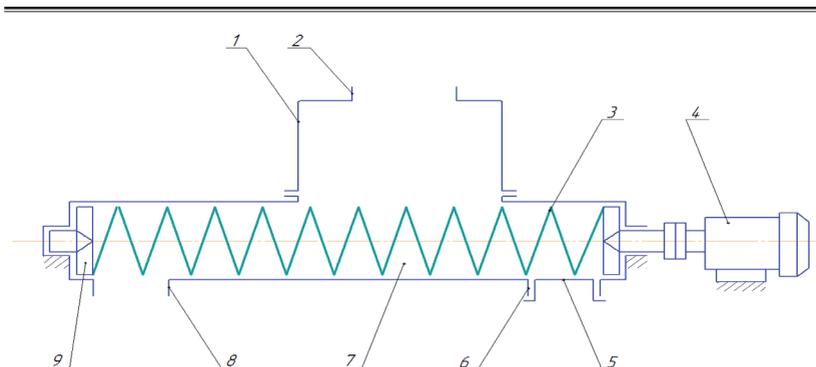


Рис. 1. Схема питателя со спирально-винтовым рабочим органом

Спиральный винт с изменяющейся частотой вращения, по сравнению со шнеком, позволяет при равной производительности сделать конструкцию транспортера более компактной и менее металлоемкой. Для уточнения теоретических закономерностей перемещения сыпучих материалов рассмотрим взаимодействие частицы со спиральным винтом и корпусом (рисунок 1). Нормальная реакция N_1 (Н), действующая на частицу со стороны витка пружины, составляет угол ϑ (град), с перпендикуляром к винтовой наклонной линии, а перпендикуляр, в свою очередь, угол α (град), с осью z (рисунок 2).

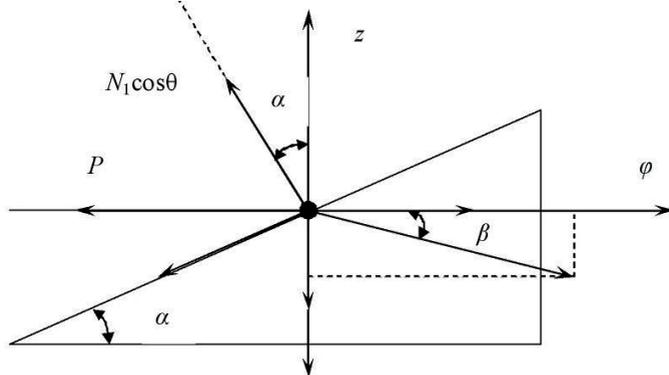


Рис. 2. Развертка винтовой линии на плоскость, касательную к поверхности кожуха

Сила трения направлена в сторону, обратную движению, и располагается на линии вектора v_0 (м/с), т.е. $F_1 = f_1 \cdot N_1$, где f_1 – коэффициент трения частицы о спиральный винт. Угол ϑ между нормальной реакцией поверхности витка спирали и осью Oy характеризует геометрические характеристики спирального винта, цилиндрического кожуха и размер частиц сыпучего материала в транспортере. Угол ϑ определяют по формуле:

$$\theta = \arcsin\left(\frac{(r - r_2 + d/2 - r_1)}{(r_1 + d/2)}\right), \quad (1)$$

где r – внутренний радиус цилиндрического кожуха; r_1 – радиус частицы; r_2 – радиус пружины; d – диаметр проволоки.

Нормальная реакция N_2 (Н), действующая на частицу со стороны внутренней поверхности кожуха, лежит на радиусе трубы, а сила трения $F_2 = f_2 \cdot N_2$ имеет направление, обратное вектору абсолютной скорости, и составляет с осью φ угол β , где f_2 – коэффициент трения частицы о внутреннюю поверхность кожуха. Развернем винтовую линию на плоскость, касательную к поверхности кожуха (рисунком 2). Движение частицы материала, опирающейся на винтовую поверхность витка спирали и прижатой к стенке кожуха, для общего случая наклонного расположения оси транспортера описывается дифференциальными уравнениями:

$$\left\{ \begin{array}{l} N_1 \cos \alpha \cos \theta - f_1 N_1 \sin \alpha - ma \frac{d^2 \varphi}{dt^2} - G \cos \gamma - f_2 N_2 \sin \beta = 0; \\ G \sin \gamma \sin \varepsilon + f_2 N_2 \cos \beta - f_1 N_1 \cos \alpha - N_1 \sin \alpha \cos \theta - mr \frac{d^2 \varphi}{dt^2} = 0; \\ G \sin \gamma \cos \varepsilon + mr \omega_0^2 + mr \left(\frac{d\varphi}{dt} \right)^2 - N_2 + N_1 \sin \theta - 2mr \omega_0 \frac{d\varphi}{dt} = 0, \end{array} \right. \quad (2)$$

где a – угол подъема винтовой линии: $a = \arctg s/(2pr)$, рад; s – шаг винта, м; r – наружный радиус, м; $m = G/g$ – масса частицы, кг; G – вес частицы, Н; g – угол наклона оси спирали к вертикали, град; N_2 – нормальная реакция кожуха, Н; b – угол между векторами переносной \bar{v}_n и абсолютной \bar{v}_a скоростей, рад; (угловой параметр); $a = rtg \alpha$ – параметр транспортера, м; $\sin \beta = (a/v) d\varphi/dt$; $\cos \beta = (r/v)(\omega_0 - d\varphi/dt)$ – тригонометрические функции параметра; j – угол, на который отклоняется частица при вращении спирали с постоянной угловой скоростью ω_0 , с⁻¹; $j = f(t)$; t – время, с; $d\varphi/dt = \omega'$ – угловая скорость относительного движения материальной точки, с⁻¹; e – угол, определяющий положение точки относительно вертикальной плоскости, рад; $e = y + (-j)$, где $y = \omega_0 t$ – угол поворота спирали за t , с; $F_{\kappa} = mr d^2 \varphi / dt^2$ – касательная сила инерции, Н; $F_{\pi} = mr \omega_0^2$ – центробежная сила инерции в переносном движении, Н; $F_o = mr (d\varphi/dt)^2$ – центробежная сила инерции в относительном движении, Н; $F_{\kappa} = 2m\omega_0 r d\varphi/dt$ – сила Кориолиса, Н; $F_a = ma d^2 \varphi / dt^2$ – аксиальная сила инерции, Н. Решение дифференциальных уравнений (2) для установившегося режима работы горизонтального питателя при соответствующих значениях $\gamma=90^\circ$, $\sin \gamma = 1$, $\cos \gamma = 0$. записывается в виде соотношения:

$$g \cos \varepsilon + r \left(\frac{\omega_0 \sin \alpha \cos \beta}{\sin(\alpha + \beta)} \right)^2 + \frac{g \sin \varepsilon \sin \beta \sin \theta}{f_1 \sin(\alpha + \beta) - \cos(\alpha + \beta) \cos \theta} - \frac{g \sin \varepsilon \sin \beta (\cos \alpha \cos \theta - f_1 \sin \alpha)}{f_2 \sin \beta [f_1 \sin(\alpha + \beta) - \cos(\alpha + \beta) \cos \theta]} = 0 \quad (3)$$

Следовательно, материальный элемент, оказавшийся на образующей под углом ε , для горизонтального транспортера при условиях $\vartheta = 0$ будет перемещаться вдоль образующей транспортера с поступательной скоростью $v = \omega_0 r \cdot \operatorname{tg} \alpha$. При $\varepsilon = 0^\circ$, на основании (3) имеем:

$$f_2 (\omega_0^2 r^2 \sin^2 \alpha \cos^2 \beta + r g \sin^2 (\alpha + \beta)) [\cos(\alpha + \beta) \cos \theta - f_1 \sin(\alpha + \beta)] = 0$$

Сомножитель $f_2 \neq 0$, второй сомножитель тоже не может быть равен нулю. Следовательно, остается положить:

$$\cos(\alpha + \beta) \cos \theta = f_1 \sin(\alpha + \beta) \quad (6)$$

или

$$\beta = \operatorname{arctg} \cos \theta / f_1 - \alpha \quad (7)$$

Отсюда заключаем, что из начального положения $\varepsilon = 0$ элемент массы всегда движется так, что вектор абсолютной скорости \mathbf{V} удовлетворяет условию (7) и вектор абсолютной скорости \mathbf{V} составляет с осью транспортера угол

$$g = 90^\circ - \beta = 90^\circ - \operatorname{arctg} \frac{\cos \theta}{f_1} + \alpha, \text{ а осевая скорость}$$

$$v_1 = v \sin \beta = \frac{\omega_0 r \sin \alpha \sin \beta}{\sin(\alpha + \beta)} \quad (8)$$

Для нахождения v_1 найдем $\sin \beta$ и $\sin(\alpha + \beta)$.

$$\sin(\alpha + \beta) = \sqrt{\frac{1}{1 + \operatorname{ctg}^2(\alpha + \beta)}} = \frac{\cos \theta}{\sqrt{f_1^2 + \cos^2 \theta}}$$

$$\sin \beta = \frac{\cos \alpha (\cos \theta - f_1 \cdot \operatorname{tg} \alpha)}{\sqrt{f_1^2 + \cos^2 \theta}}$$

Подставляя эти значения в формулу (8) для определения v_1 , получим

$$v_1 = \frac{\omega_0 r (\sin 2\alpha \cos \theta - 2f_1 \cdot \sin^2 \alpha)}{2 \cos \theta} \quad (9)$$

Данные зависимости позволяют определить условия осевого перемещения

частиц сыпучего материала в питателе при помощи спирально-винтового рабочего органа.

Библиографический список:

1. Исаев Ю.М. Элементы теории спирально-винтовых пружинных транспортеров. Ульяновск, ФГОУ ВПО «УГСХА», 2006, 108 с.

УДК 631.331.5

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕАКЦИИ ПОЧВЫ НА КАТОК
КОМБИНИРОВАННОГО СОШНИКА**

В.И. Курдюмов, д. т. н., профессор
Е.С. Зыкин, к. т. н., доцент, evg-zykin@yandex.ru
И.В. Бирюков, аспирант
ФГБОУ ВПО «Ульяновская ГСХА»

Работа выполнена в рамках гранта Президента РФ для государственной поддержки молодых российских ученых МК-3642.2011.8

Ключевые слова: *гребень почвы, пропашные культуры, сошник, каток, сеялка, стрельчатая лапа*

Предложен комбинированный сошник для гребневого способа посева, позволяющий выполнять три операции за один проход агрегата и образовывать гребни почвы требуемых размеров и с заданной плотностью почвы. Выявлено, что реакция почвы от действия на нее катка сошника зависит как от физико-механических свойств почвы, так и от конструктивных параметров катка.

Одним из перспективных направлений возделывания пропашных культур является гребневой посев пропашных культур, при котором создаются благоприятные температурные, водные и воздушные условия для быстрого и дружного прорастания семян. Гребневой способ посева пропашных культур может быть применен с сеялки-культиватора, оснащенной комбинированными сошниками (рис. 1) [1-6].