

**Исаев Юрий Михайлович**

д-р техн. наук, заведующий кафедрой

**Семашкин Николай Михайлович**

канд. техн. наук, доцент кафедры

**Злобин Вадим Александрович**

канд. техн. наук, доцент кафедры

ФГБОУ ВО «Ульяновская государственная

сельскохозяйственная академия им. П.А. Столыпина»

г. Ульяновск, Ульяновская область

## **ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ЧАСТИЦЫ СЫПУЧЕГО МАТЕРИАЛА ПО ПОВЕРХНОСТИ СПИРАЛЬНОГО ВИНТА**

***Аннотация:** научное исследование описывает технологические и технические характеристики спирально-винтового устройства для высева сыпучих сельскохозяйственных материалов. Приведена математическая зависимость между основными конструктивными и технологическими параметрами винтового устройства, которая является условием вертикального перемещения частицы материала.*

***Ключевые слова:** спиральный винт, угловая скорость, частица сыпучего материала.*

*Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – кандидатов наук МК-6675.2018. 8*

Устройство для перемещения частицы материала включает в себя винтовую спираль, расположенную в цилиндрическом кожухе. Частицы сыпучего материала самотеком поступают в кожух, затем в семяпровод с винтовой спиралью, внутри которой плотно установлен круглый вал (рисунок 1).

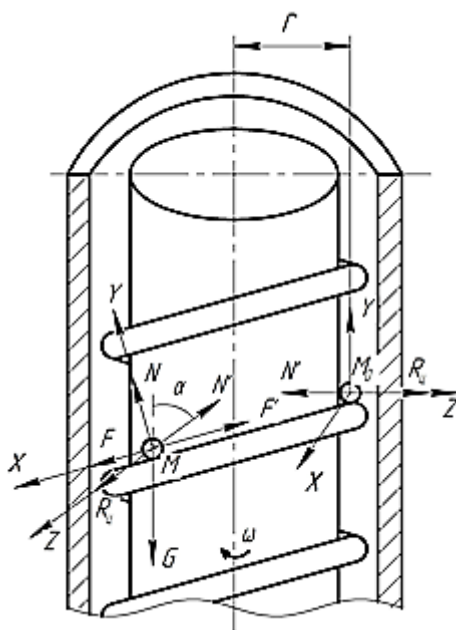


Рис. 1. Схема действия сил на частицы, находящиеся на поверхности спирального винта

Рассмотрим случай, при котором на винтовой поверхности спирали, вращающейся с угловой скоростью  $\omega$ , находится в состоянии покоя материальная точка  $M$ , на которую действуют силы: сила тяжести  $G = mg$ , нормальная реакция поверхности витка спирали  $N = G \sin \alpha$  и кожуха  $N' = R_y$ , сила трения о поверхность витка спирали  $F = f_1 N$ , внутреннюю стенку канала  $F' = f_2 N'$  и центробежная сила  $R_y = m\omega^2 r$  [1].

Запишем условие, при котором материальная точка будет находиться в равновесии на поверхности винтовой линии спирали, в сопутствующей системе координат  $XYZ$ :

$$\begin{aligned} \sum X &= N \cos \theta - G \sin \alpha = 0; \\ \sum Y &= F - F' + G \cos \alpha = 0; \\ \sum Z &= N' - R_y = 0, \end{aligned} \tag{1}$$

где  $\theta$  – угол между нормальной реакцией поверхности спирали и осью  $X$ , град.;  
 $\alpha$  – угол между вектором направления силы тяжести и осью  $Z$ , град.

Угол  $\theta$  является характеристикой геометрических параметров спирали, цилиндрического кожуха и размера частиц сыпучего материала, определяемый из выражения:

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

где  $r$  – внутренний радиус цилиндрического кожуха, м;  $r_1$  – радиус частицы, м;  $r_2$  – радиус спирали, м;  $d$  – диаметр проволоки, м.

Подставляя значения нормальных реакций во второе уравнение системы (1), получим:

$$f \frac{\sin \alpha}{\cos \theta} - f \frac{\omega^2 r}{g} + \cos \alpha = 0, \quad (3)$$

где  $f$  – коэффициент трения материальной точки о поверхность спирального винта.

Параметр  $\omega^2 r / g = \lambda$  является коэффициентом кинематичности винтового устройства и показывает отношение центростремительного ускорения к ускорению силы тяжести, характеризуя режим движения винтовой спирали [2]. При этом, после математических преобразований получим:

$$\lambda \leq \frac{\sin \alpha}{\cos \theta} + \frac{\cos \alpha}{\operatorname{tg} \varphi}, \quad (4)$$

где  $\varphi$  – угол трения, град.

Выражение (4) показывает зависимость между основными конструктивными и технологическими параметрами винтового устройства и является условием вертикального движения материальной точки.

### **Список литературы**

1. Исаев Ю.М. Начальные скорости движения частицы материала при перемещении спиральным винтом / Ю.М. Исаев, Губейдуллин, Семашкин, И.И. Шигапов // Аграрная наука. – 2014. – №10. – С. 28–30.
2. Губейдуллин Х.Х. Теория перемещения частицы винтовым элементом по плоскости / Х.Х. Губейдуллин, Н.М. Семашкин, И.И. Шигапов // Аграрная наука. – 2015. – №1. – С. 29–32.

3. Вертикальное перемещение семян по поверхности спирального винта [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://seluk.ru/agro/476904-9-vklad-molodih-uchenih-innovacionnoe-razvitie-apk-rossii-sbornik-materialov-vserossiyskoj-nauchno-prakticheskoy-k.php> (дата обращения: 20.03.2018)