

МОДЕЛЬ ДВИЖЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ ЗЕРНОВОЙ СМЕСИ В РЕШЁТНО-ВИНТОВОМ СЕПАРАТОРЕ

Крапивин И.С. – студент, Сороченко С.Ф. – к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова
(г. Барнаул)

На кафедре сельскохозяйственного машиностроения проведены исследования эффективности работы решётно - винтового сепаратора (РВС), предназначенного для сепарации зерна. Разделение зерновой смеси в РВС происходит из-за одновременного воздействия воздушного потока и лопаток, установленных на шнеке [1,2].

Сепарацию зерна в РВС можно интенсифицировать за счет веерного подбрасывания зерновой смеси лопатками с исключением скольжения компонентов по стенке сепаратора. При обработке зерновой смеси в сепараторе можно выделить три фазы её движения: по решетку сепаратора; по лопатке; полёт в воздушном потоке.

Рассмотрим движение компонента зерновой смеси по лопатке, установленной под углом α к радиальному направлению.

При моделировании движения принимаем следующие допущения: частицу рассматриваем как материальную точку; взаимодействием частиц друг с другом пренебрегаем; угловая скорость шнека ω постоянна; скорость воздушного потока U равномерна и постоянна; воздушный поток однородный; силой аэродинамического сопротивления при движении частиц по лопатке пренебрегаем в виду ее малости; силу трения при движении частицы по лопатке определяем согласно закону Кулона.

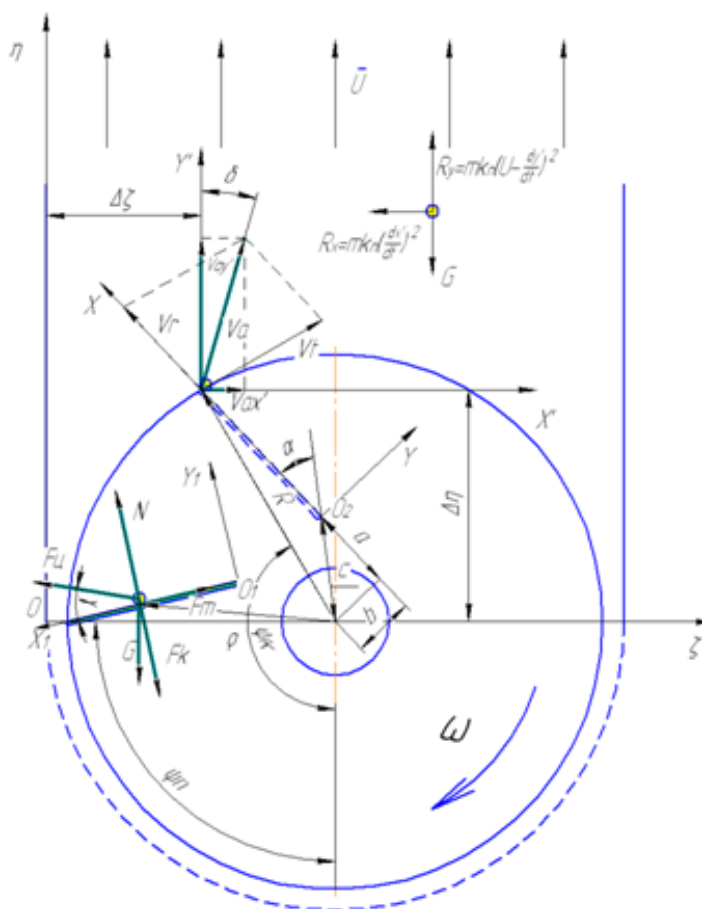


Рисунок 1 – Расчетная схема

МОДЕЛЬ ДВИЖЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ ЗЕРНОВОЙ СМЕСИ В РЕШЁТНО-ВИНТОВОМ СЕПАРАТОРЕ

Силы, действующие на частицу: $F_{\text{ц}}$ - центробежная сила,
$$\left((g \cdot \sin(\omega \cdot t - \alpha) + 2 \cdot \frac{dx}{dt} \cdot \omega - \omega^2 \cdot \rho \cdot \sin \gamma) \right). \quad (7)$$

$F_{\text{ц}} = m \cdot \omega^2 \cdot \rho,$ (1) Выразим радиус-вектор (см. рисунок 1)

где ρ – радиус-вектор, направленный из центра вращения к частице;
$$\rho = \frac{a+x}{\cos(\gamma)}, \quad (8)$$

F_k – сила Кориолиса, где угол γ равен
$$\gamma = \arctg\left(\frac{b}{a+x}\right) \quad (9)$$

G - сила тяжести, $G = m \cdot g;$ (3) Абсолютная скорость частицы в момент схода с лопатки (и начальная скорость движения в воздушном потоке) будет равна:

F_m - сила трения,
$$F_m = N \cdot f, \quad (4)$$

$$Va = \frac{Vt^2 + Vr^2 - 2 \cdot Vt \cdot Vr \cdot \cos(90 - \gamma k)}{\sqrt{Vt^2 + Vr^2 - 2 \cdot Vt \cdot Vr \cdot \cos(90 - \gamma k)}}. \quad (10)$$

где f – коэффициент трения частицы о поверхность лопатки, Vr - окружная скорость (тангенциальная составляющая) частицы в момент схода с лопатки Угол ε между вектором Va и Vt
$$\varepsilon = \arccos\left(\frac{Va^2 + Vt^2 - Vr^2}{2 \cdot Va \cdot Vt}\right). \quad (11)$$

$Vt = R \cdot \omega$ (5)

Исходя из схемы, представленной на рисунке 1, используя принцип Даламбера, составим систему уравнений: Угол δ между вектором Va и осью $O\eta$
$$\delta = \psi k - \varepsilon - 90 \quad (12)$$

$$\begin{cases} m\ddot{x} = F_{\text{ц}} \cdot \cos \gamma + G \cdot \cos(\varphi - \alpha) - F_m \\ m\ddot{y} = N + F_{\text{ц}} \cdot \sin \gamma - G \cdot \sin(\varphi - \alpha) - F_k \end{cases}, \quad (6)$$
 Движения частиц зернового вороха в вертикальном воздушном потоке описывается системой уравнений:

где $\varphi = \omega \cdot t$ - угол поворота лопатки (здесь t – время).
$$\begin{cases} m \cdot \ddot{x}_1 = -m \cdot g \cdot Kn \cdot \left(\frac{dx_1}{dt}\right)^2 \\ m \cdot \ddot{y}_1 = m \cdot g \cdot Kn \cdot \left(U - \frac{dy_1}{dt}\right)^2 - m \cdot g \end{cases}, \quad (13)$$

После преобразований системы получим:

$$\ddot{x} = \omega^2 \cdot \rho \cdot \cos \gamma + g \cdot \cos(\omega \cdot t - \alpha) - f \cdot$$
 где Kn – коэффициент парусности частицы.

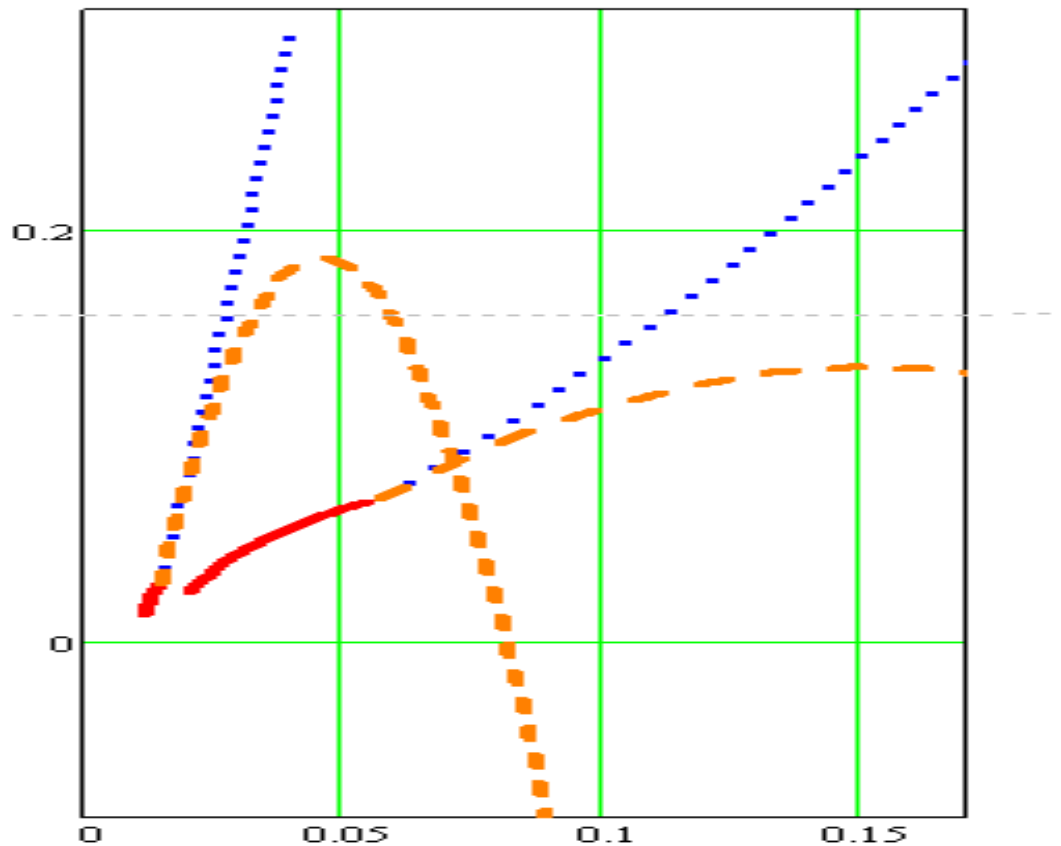


Рисунок 2 – Результаты расчета, полученного с помощью математической модели.

Решение математической модели произвели в пакете программ Mathcad. Траектории движения компонентов зерновой смеси (входные параметры: скорость витания зерна $8,5 \frac{м}{с}$, скорость витания попоны $2,4 \frac{м}{с}$, скорость воздушного потока $4 \frac{м}{с}$, угол наклона лопатки $\gamma_k = 20^\circ$, частота вращения шнека $n = 250 \frac{об}{мин}$, радиус шнека $R = 0,075 м$, длина лопатки) представлены на рисунке 2. С помощью разработанной математической модели определены параметры рабочих органов решетно-винтового сепаратора.

Вывод

Разработана математическая модель, позволяющая определять параметры рабо-

чих органов решетно - винтового сепаратора.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пат. 2038739 РФ, МКИ5 А01F12/44. Сепаратор зернового вороха / Сороченко С.Ф., Семенов В.Ф. – Оpubл. 19.07.95, Бюл. №19.
2. Сороченко, С.Ф. Определение эффективности работы решетно-винтового сепаратора при разделении зерновой смеси [Текст]/ Сороченко С.Ф., Харлашкин И.В., Крапивин И.С. / Ползуновский альманах, 2008.-№3.- 219-222.