

УДК 631.363.21

**НЕКОТОРЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МАТНСАД ДЛЯ
РЕШЕНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ ЗАДАЧ В АПК**

Дьячкова Олеся Сергеевна

магистрант

ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ

г. Мичуринск, Россия

Дьячков Сергей Владимирович

кандидат технических наук, доцент

ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ

г. Мичуринск, Россия

Картечина Ольга Сергеевна

студент,

Российский университет транспорта (МИИТ),

г. Москва, Россия

Картечина Наталья Викторовна

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ

г. Мичуринск, Россия

Аннотация: В статье приведено решение дифференциального уравнения численным методом Рунге-Кутты с использованием программы Mathcad.

Ключевые слова: дифференциальное уравнение, метод Рунге-Кутты, сепаратор-измельчитель, лопасть, тарелка.

Для выполнения инженерно-технических и научных расчётов применяют современные вычислительные средства. Несмотря на это, некоторые виды расчётов зачастую для исследователя остаются сложной задачей. Более того, применение вычислительной техники и программного обеспечения для их выполнения внесло новые трудности: прежде чем начать математическую обработку, пользователь должен освоить азы алгоритмизации, изучить один или несколько языков программирования, а также численные методы.

Ситуация кардинально изменилась в лучшую сторону после появления специализированных программных комплексов для автоматизации математических и инженерно-технических расчётов.

К таким системам относятся пакеты программ Mathcad, MatLab, Mathematica, и др.

Рассмотрим использование пакета программы Mathcad для решения системы дифференциальных уравнений на примере исследования движения частицы в рабочей камере сепаратора-измельчителя зерна. [1,2]

$$\begin{cases} \frac{du_r}{dt} = 18 \frac{k_\phi \rho_\epsilon}{d^2 \rho_\psi} (c_{3r}^{cp} - u_r) \left(1 + 0,17 \left(\frac{d |c_{3r}^{cp} - u_r|}{v_\epsilon} \right)^{2/3} \right) v_\epsilon + \frac{u_\tau^2}{R} \\ \frac{du_\tau}{dt} = 18 \frac{k_\phi \rho_\epsilon}{d^2 \rho_\psi} (c_{3\tau}^{cp} - u_\tau) \left(1 + 0,17 \left(\frac{d |c_{3\tau}^{cp} - u_\tau|}{v_\epsilon} \right)^{2/3} \right) v_\epsilon + \frac{u_r u_\tau}{R} \\ \frac{dR}{dt} = u_r \\ \frac{d\phi}{dt} = \frac{u_\tau}{R} \end{cases}$$

где u_r , u_τ - радиальная и тангенциальная составляющие скорости движения частицы корма при вылете ее с лопасти разбрасывающей тарелки, м/с; c_{3r}^{cp} , $c_{3\tau}^{cp}$ - средние значения радиальной и тангенциальной скорости движения воздуха между разбрасывающей тарелкой и створками жалюзей, м/с; R - текущий

радиус движения частицы корма; R_3 - радиус установки пластин жалюзей, м;

$\frac{d\varphi}{dt} = \omega$ - угловая скорость вращения тарелки, с^{-1} ; φ - угол поворота

разбрасывающей тарелки, рад.

Получить точное решение системы дифференциальных уравнений традиционными способами не представляется возможным. Поэтому расчет системы дифференциальных уравнений осуществлялся при помощи приближенного метода Рунге-Кутты с использованием среды Mathcad. При этом начальные условия имеют вид:

$$t = 0; \varphi = 0; R = R_2; u_r = \mathcal{G}_r \text{ и } u_\tau = \mathcal{G}_\tau.$$

$$a := 0$$

$$b := 0.1$$

Given

$$\frac{d}{dt} x(t) = 725.6(15 - x(t)) \cdot \left[1 + 0.17 \cdot \left(3.355 \cdot 10^{-6} \cdot |15 - x(t)| \right)^{\frac{2}{3}} \right] \cdot 0.149 \cdot 10^4 + \frac{y(t)^2}{R}$$

$$\frac{d}{dt} y(t) = 725.6 \cdot (103 - y(t)) \cdot \left[1 + 0.17 \cdot \left(3.355 \cdot 10^{-6} \cdot |103 - y(t)| \right)^{\frac{2}{3}} \right] \cdot 0.149 \cdot 10^4 + \left(\frac{x(t) \cdot y(t)}{R} \right)$$

$$\frac{d}{dt} R(t) = x(t)$$

$$x(a) = 12.96$$

$$y(a) = 89.3$$

$$R(a) = 0.19$$

$$\begin{pmatrix} x \\ y \\ R \end{pmatrix} := \text{Odesolve} \left[\begin{pmatrix} x \\ y \\ R \end{pmatrix}, t, b \right]$$

$$D(t, x) := \begin{bmatrix} 725.6 \cdot (15 - x_0) \cdot \left[1 + 0.17 \cdot \left(3.355 \cdot 10^{-6} \cdot |15 - x_0| \right)^{\frac{2}{3}} \right] \cdot 0.149 \cdot 10^4 + \frac{(x_1)^2}{x_2} \\ 725.6 \cdot (103 - x_1) \cdot \left[1 + 0.17 \cdot \left(3.355 \cdot 10^{-6} \cdot |103 - x_1| \right)^{\frac{2}{3}} \right] \cdot 0.149 \cdot 10^4 + \left(\frac{x_0 \cdot x_1}{x_2} \right) \\ x_0 \end{bmatrix}$$

$$H1 := \text{rkfixed} \left[\begin{pmatrix} 12.96 \\ 89.3 \\ 0.19 \end{pmatrix}, a, b, 50, D \right]$$

$$H2 := \text{Rkadapt} \left[\begin{pmatrix} 12.96 \\ 89.3 \\ 0.19 \end{pmatrix}, a, b, 50, D \right]$$

$$H3 := \text{Bulstoer} \left[\begin{pmatrix} 12.96 \\ 89.3 \\ 0.19 \end{pmatrix}, a, b, 50, D \right]$$

В результате была получена зависимость скорости частицы корма между разбрасывающей тарелкой от величины радиуса.

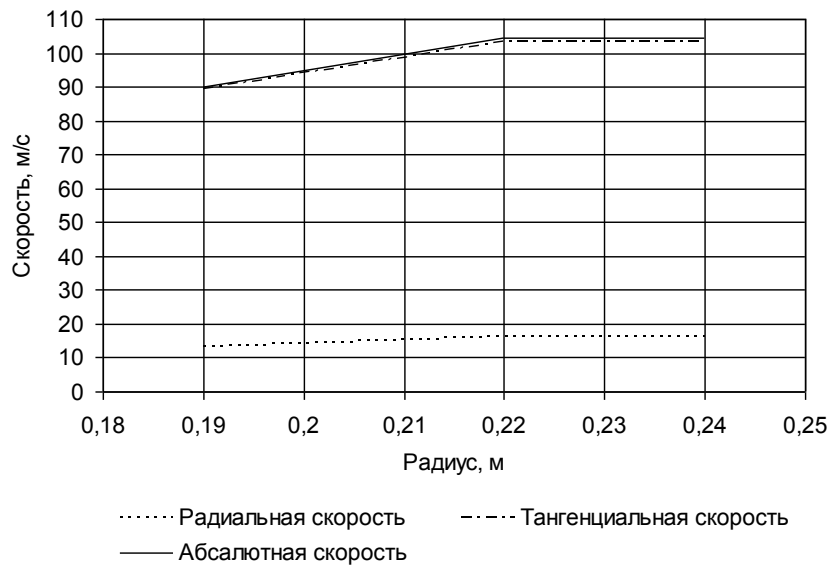


Рисунок 1 – Зависимость скорости частицы корма между разбрасывающей тарелкой от величины радиуса (переменные раскодированы)

Использование современных программных продуктов позволяет не только многократно ускорить математические вычисления, но и повысить точность расчетов.

Список литературы

1. Завражнов А.И., Дьячков С.В. Определение скорости движения частиц корма в кольцевом пространстве рабочей зоны сепаратора-измельчителя. Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2007 С. 210-214
2. Бобрович Л.В., Картечина Н.В., Андреева Н.В., Чиркин С.О. Иерархический анализ экспериментальных данных. Наука и образование, 2019г, т.3, с.2
3. Пчелинцева, Н.В. Математическая интерпретация проблемы определения вероятности наступления хозяйственного риска/ Н.В. Пчелинцева // Сб. научных трудов, посвященный 85-летию Мичуринского государственного аграрного университета в 4 т.. Мичуринск, – 2016. – С. 222-226.

**SOME OPPORTUNITIES OF APPLICATION OF MATHCAD FOR
SOLVING ENGINEERING PROBLEMS IN AIC**

Dyachkova Olesya Sergeevna

undergraduate

Michurinsk State Agrarian University,

Michurinsk, Russia

Dyachkov Sergey Vladimirovich

candidate of technical sciences, associate professor

Michurinsk State Agrarian University,

Michurinsk, Russia

Kartechina Olga Sergeevna

student

Russian University of Transport (MIIT)

Moscow, Russia

Kartechina Natalya Viktorovna

candidate of agricultural Sciences, associate professor

Michurinsk State Agrarian University,

Michurinsk, Russia

Annotation. The article presents the solution of the differential equation by the numerical Runge-Kutta method using the Mathcad program.

Key words: differential equation, Runge-Kutta method, separator-grinder, blade, plate.