

ПОСТРОЕНИЕ ЛИНИЙ ТОКА ЗЕРНОВОГО ПОТОКА В БАРАБАННОМ СКАЛЬПЕРАТОРЕ

Богданович С.А., ассистент

*Харьковский национальный технический университет
сельского хозяйства имени Петра Василенко*

Предложен метод построения линий тока зернового потока в барабанном скальператоре, совпадающих с траекториями движения частиц

Постановка проблемы. Для повышения эффективности процесса сепарирования барабанным скальператором на вращательное движение его барабана накладывается вибрация. Особенностью процесса скальперирования является незатрудненное прохождение зерновых частиц через отверстия решета, определяющим этапом этого процесса является движение через зерновой слой к поверхности решета.

Анализ последних исследований. Исследования по движению сыпучей смеси раньше сводились к исследованиям движения плоской частицы. Более точно описывается этот процесс с использованием динамики вязкой жидкости, механики сыпучих сред [1], [2], [3]. Линия тока – это линия, в каждой точке которой вектор скорости является касательным к ней. В случае, когда движение среды является стационарным, эти линии совпадают с траекториями движения частиц.

Цель исследования. Определение влияния вибрации приложенной к цилиндрическому барабанному решету на процесс движения частиц зернового вороха в барабанном скальператоре с последующим проецированием линий тока.

Результаты исследования. При исследовании движения сыпучей среды линии тока описываются следующими дифференциальными соотношениями

$$\frac{dx}{d v_x} = \frac{dy}{d v_y} = \frac{dz}{d v_z} = d\xi, \quad (1)$$

содержащими некоторый параметр ξ . Это соответствует параметрическому заданию линии тока, как пространственной кривой. Соотношения (1) можно записать в виде системы обыкновенных автономных дифференциальных уравнений:

$$\begin{cases} \frac{dx}{d\xi} = v_x(x, y, z) \\ \frac{dy}{d\xi} = v_y(x, y, z) \\ \frac{dz}{d\xi} = v_z(x, y, z) \end{cases} \quad (2)$$

Указывая начальные значения $x_0 = x(\xi_0), y_0 = y(\xi_0), z_0 = z(\xi_0)$, тем самым выделяем конкретную линию тока в сплошной среде. В рассмотренном случае система уравнений (2) имеет вид:

$$\begin{cases} \frac{dx}{d\xi} = u(z)\cos(\alpha(z)) - y w(z)\alpha'(z) \\ \frac{dy}{d\xi} = u(z)\sin(\alpha(z)) + x w(z)\alpha'(z) \\ \frac{dz}{d\xi} = w(z) \end{cases} \quad (3)$$

Из этих соотношений видно, что третье уравнение можно рассматривать отдельно и независимо от переменных x, y , а в первых двух - переменную z можно рассматривать как параметр. Решение первых двух уравнений дает зависимости:

$$x = x(\xi, x_0, y_0, z), y = y(\xi, x_0, y_0, z), \quad (4)$$

которые определяют кривую в плоскости поперечного сечения $S(z)$, представляющую собой проекцию линии тока на указанную плоскость.

Проекции скоростей зернового потока на плоскость xOy привязаны к соответствующим точкам этой плоскости, расположенным в сегменте $S(z)$.

Для вывода соответствующего плоского векторного поля $\vec{v}_{xy} = (v_x(x, y, z), v_y(x, y, z))$ удобно задать распределение точек в прямоугольнике, взяв равномерное распределение точек по каждой из осей $O\xi, O\eta$ (рис. 1). Тогда координаты точки M в исходной системе координат (x, y) связаны с координатами вновь введенной системы координат (ξ, η) :

$$\begin{aligned} x &= h \cos \alpha - \eta \sin \alpha + \xi \cos \alpha \\ y &= h \sin \alpha + \eta \cos \alpha + \xi \sin \alpha \end{aligned}$$

По заданному множеству координат $\xi_i (i = \overline{1, n}), \eta_k (k = \overline{1, m})$ определяем соответствующие координаты в исходной системе x_i, y_k . Выбираем из указанного множества точек те, которые лежат внутри области $S(z)$. Связываем с этими точками вектора $\vec{v}_{xy, ik}$ с компонентами:

$$\begin{aligned} v_{x, ik} &= u(x_i, y_k, z) - y_k w(z)\alpha' \\ v_{y, ik} &= u(x_i, y_k, z) + x_i w(z)\alpha' \end{aligned} \quad (5)$$

используя указанные координаты точек и проекции векторов, можно строить векторные поля.

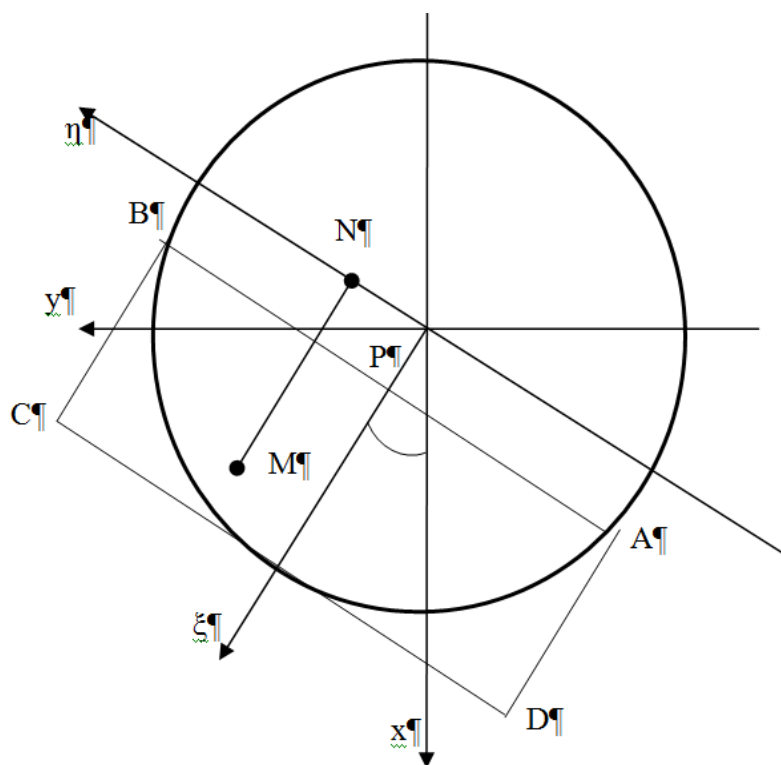


Рис.1 – К определению проекций скоростей зернового потока

По зависимости (5) используя математическую модель процесса скальперирования, приведенную в [3], с помощью программы Matlab произведен расчет и визуализация линий тока зернового вороха для барабанного скальператора А1Б30.

На рис.2 показаны проекции линий тока зернового потока на плоскость xOy для разных значений расстояния z от начала подачи : в начале ($z = 0,1м$), в середине ($z = 0,6м$) и вблизи конца ($z = 1м$) цилиндрического решета скальператора без приложения вибрации (только вращение) (а) и с приложением вибраций (б). Видно, что линии тока пересекают поверхность цилиндра S_0 , что соответствует состоянию просеивания зерна через отверстия решета, однако, при только вращательном движении решета это пересечение неблагоприятно для просеивания зерновой фракции вороха.

На рис. 3 приведены проекции линий тока при различных направлениях колебаний: продольных (направленных вдоль оси барабана) и поперечных (направленных перпендикулярно оси барабана). Линии тока при поперечных колебаниях решета пересекают поверхность решета более благоприятным для просеивания образом.

1. Линии тока зернового потока в барабанном скальператоре позволяют судить о благоприятности условий просеивания.

2. При приложении вибрации к вращательному движению барабана линии тока более благоприятны для просеивания, чем при только вращательном движении барабана.

3. При поперечных колебаниях линии тока более благоприятны для просеивания, чем при продольных колебаниях.

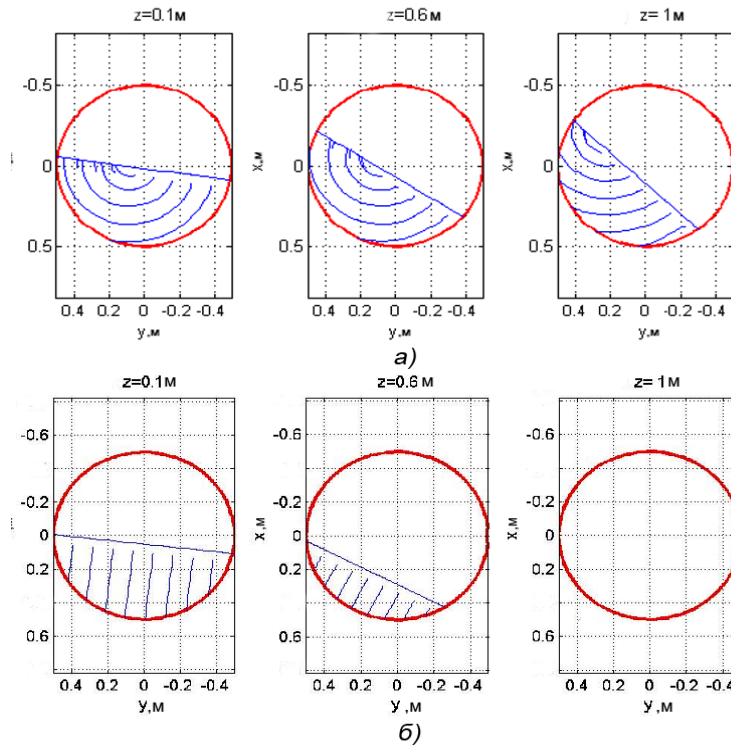


Рис. 2 – Проекция линий тока зернового потока при различных расстояниях z от начала подачи: а – при только вращательном движении решета; б – с приложением вибрации

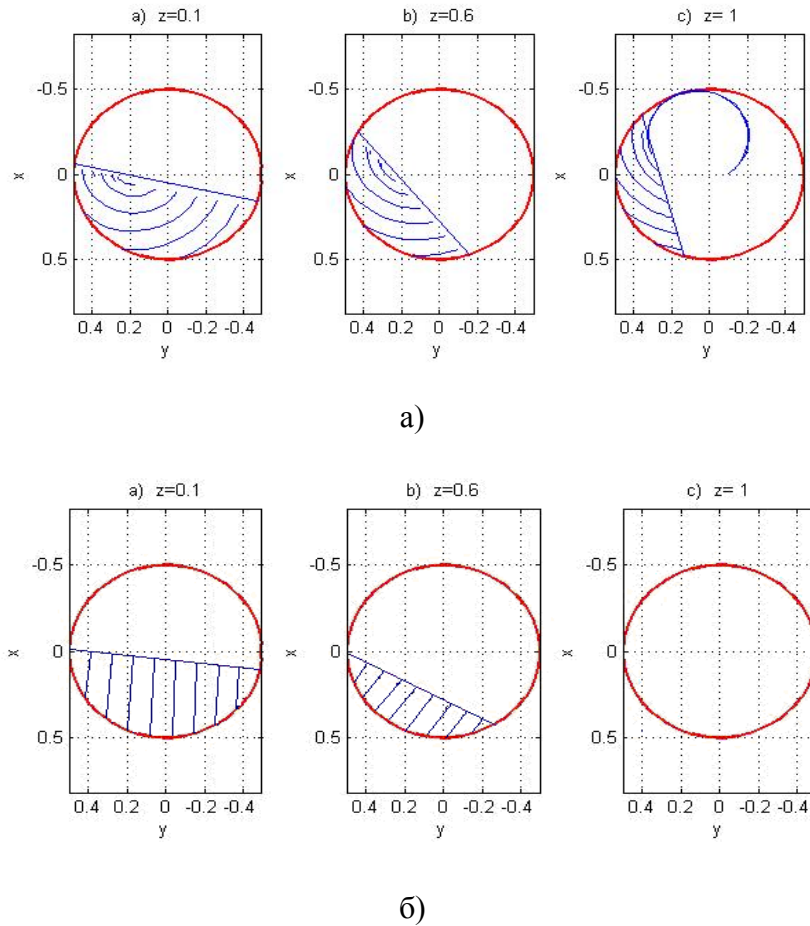


Рис. 3 – Проекция линий тока в различных поперечных плоскостях по длине решета z : а – при продольных колебаниях; б – то же при поперечных колебаниях

Список использованных источников

1. Седов Л.И. Механика сплошных сред. Т.1 /Л.И. Седов - М.: Наука, 1976. - 536 с.
2. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа / Л.Г.Лойцянский - М.: Наука, 1978. - 727 с.
3. Тіщенко Л.М. До побудови математичної моделі технологічного процесу барабанного зернового скальператора / Л.М.Тіщенко, С.А.Богданович // «Механізація сільськогосподарського виробництва». Вісник ХНТУСГ ім. П.Василенка, вип.135, Харків, 2013. С.5-9.

Анотація

ПОБУДОВА ЛІНІЙ СТРУМУ ЗЕРНОВОГО ПОТОКУ В БАРАБАННОМУ СКАЛЬПЕРАТОРІ

Богданович С.

Запропоновано метод побудови ліній струму зернового потоку в барабанному скальператорі, що збігаються з траєкторіями руху частинок

Abstract

BUILDING LINE CURRENT GRAIN FLOW DRUM SKALPERATORS

S. Bogdanovich, as.

Proposed method of construction streamlines the grain flow in the drum scalperator, coinciding with the trajectories of the motion of particles

УДК 534.1, 539.3

РАСЧЁТ КОЛЕБАНИЙ МЕХАНИЗМОВ С ПЕРЕМЕННОЙ МАССОЙ ЗВЕНЬЕВ МЕТОДОМ ВБК

Ольшанский В.П., д. ф.-м. наук, проф.

*Харьковский национальный технический университет
сельского хозяйства имени Петра Василенко*

Ольшанский С.В., к. ф.-м. наук,

Национальный технический университет “ХПИ”

Показано, что инженерный расчёт нестационарных колебаний механизмов с переменной массой или жёсткостью звеньев, которые приводятся к системе с одной степенью свободы, удобно проводить методом ВБК. При соблюдении определённых ограничений на скорость изменения параметров, указанный метод приводит к компактным приближённым решениям высокой точности.

Постановка проблемы. Исследованию колебаний механизмов с переменной массой звеньев уделено мало внимания со стороны учёных