

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ ЛУКА-СЕВКА В НИЖНЕЙ ЗОНЕ ВАЛЬЦА СЕПАРАТОРА ВОРОХА

А.Р. Валиев, к.т.н., доцент, **М.М. Земдиханов**, к.т.н., доцент,
В.И. Демьянов, соискатель.
ФГБОУ ВПО «Казанский государственный аграрный университет»
Тел.: (843) 567-46-10, e-mail: ayratvaliev@mail.ru

Ключевые слова: лукоуборочная машин, лук-севок, сепаратор вороха.

Приведены результаты теоретического анализа движения луковиц и частиц почвы в нижней зоне вальца сепаратора вороха лукоуборочной машины с принципиально новым способом разделения лука-севка от примесей. Получены уравнения, которые позволяют определить место расположения выгрузного транспортера относительно сепарирующего устройства, а также месторасположение отбойных прутков над выгрузным транспортером.

Главной отличительной частью машины для уборки лука-севка, разработанной в Казанском ГАУ на базе лукоуборочной машины ЛКГ-1,4 является принципиально новый способ разделения лука-севка от примесей по наличию у луковиц стеблей [1]. В процессе работы машины основной процесс разделения лука-севка от почвенных комков и других примесей происходит в зоне вальца сепаратора.

Для определения оптимальных конструктивно-технологических параметров сепаратора вороха необходимо провести теоретический анализ движения луковиц и частиц почвы в различных зонах вальца. В верхней зоне вальца сепаратора вороха происходит захватывание луковиц прутками за их стебли, а в рабочей зоне – луковицы отделяются от почвенных комков и других примесей. Результаты анализа движения луковиц и частиц почвы в отмеченных зонах вальца приведены в работах [2, 3].

Рассмотрим нижнюю зону вальца, где осуществляется выгрузка отделенных от почвы и примесей луковиц на выгрузной транспортер (рисунок 1 и 2). В этой зоне, луковицы вместе с прутками вблизи

точки O отходят от вальца, перестают иметь связь с вальцом и далее они прутками редкопруткового транспортера выбрасываются в зависимости от параметров конструкции в горизонтальном направлении

или под углом α к горизонту и далее продолжают перемещаться по некоторой траектории к поверхности транспортера.

Представляет интерес определение данной траектории для правильного размещения выгрузного транспортера, а также с целью обоснования его ширины.

Рассмотрим данную задачу. Направим координатные оси OXY , как они показаны на рисунках 1 и 2.

Расстояние от поверхности транспортера до точки O обозначим h , а начальную скорость луковиц V_0 . Так как луковицы севка имеют небольшие размеры и соответственно вес и достаточно развитые стебли, то из-за их большой парусности необходимо учитывать сопротивление воздуха.

Во время полета на луковицу (далее частица) действуют сила тяжести $G = mg$ и сила сопротивления воздуха $R = -kmV$ (коэффициент k

принят здесь в первой степени, т. е. сила сопротивления воздуха пропорционально скорости частицы).

Рассмотрим вариант, когда вектор начальной скорости \vec{V}_0 направлен в направлении оси X (рисунок 1).

Начальные условия движения, когда частица находится в начале координат, при $t = 0$,

$$X_0 = Y_0 = 0, X'_0 = V_0 \text{ и } Y'_0 = 0.$$

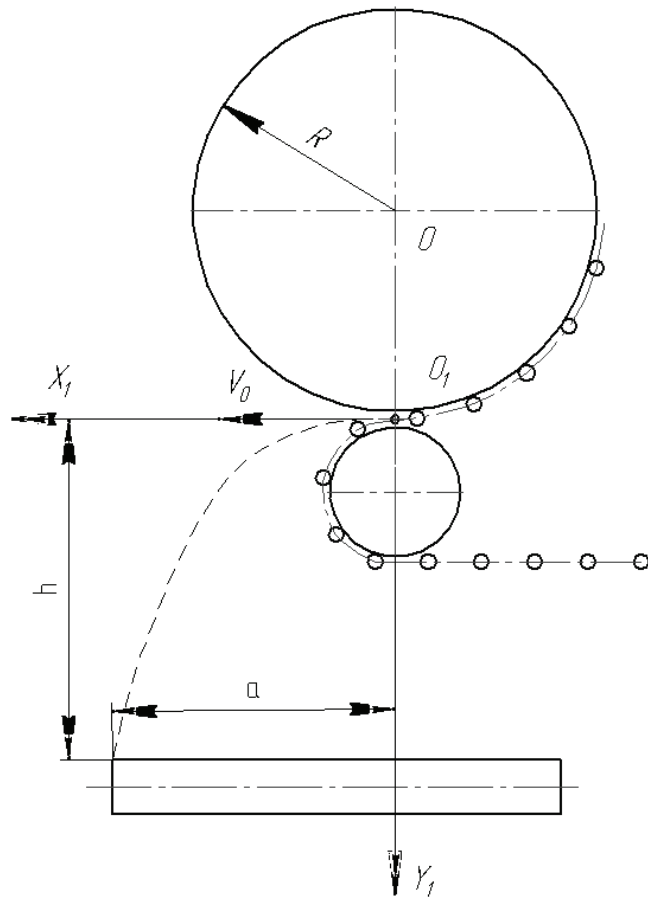


Рисунок 1 – Схема к определению траектории движения луковичы, когда вектор скорости \vec{V}_0 направлен вдоль оси X

Составим дифференциальные уравнения

движения частицы:

$$\frac{d^2 X}{dt^2} + k \frac{dX}{dt} = 0, \quad (1)$$

$$\frac{d^2 Y}{dt^2} + k \frac{dY}{dt} = g. \quad (2)$$

По другому можем записать:

$$X''(t) + kX'(t) = 0, \quad (3)$$

$$Y''(t) + kY'(t) = g. \quad (4)$$

При решении уравнений (1) и (2) воспользуемся преобразованиями Лапласа [1] и от этих уравнений перейдем к вспомогательным уравнениям, т. к. они позволят нам обойтись более простыми соотношениями и операциями.

Обозначим $X(t)$ через $\overline{X(s)}$, тогда

$X'(t)$ $X''(t)$ соответственно будут иметь изобра-

жения $s\overline{X(s)} - X_0$ и $s^2\overline{X(s)} - sX_0 - X'_0$

и учитывая что $X_0 = 0$, $X'_0 = V_0$ вспомогательное уравнение запишется в виде:

$$s^2\overline{X(s)} - V_0 + ks\overline{X(s)} = 0, \quad (5)$$

откуда:

$$\overline{X(s)} = \frac{1}{s(s+k)} V_0. \quad (6)$$

Воспользуясь таблицей преобразований Лапласа рациональных изображений [1] перейдем

от изображения $\overline{X(s)}$ к оригиналу $X(t)$:

$$X(t) = (Ae^{-kt} + K)V_0,$$

$$\text{где } A = -\frac{1}{k}, K = \frac{1}{k}$$

В результате получим:

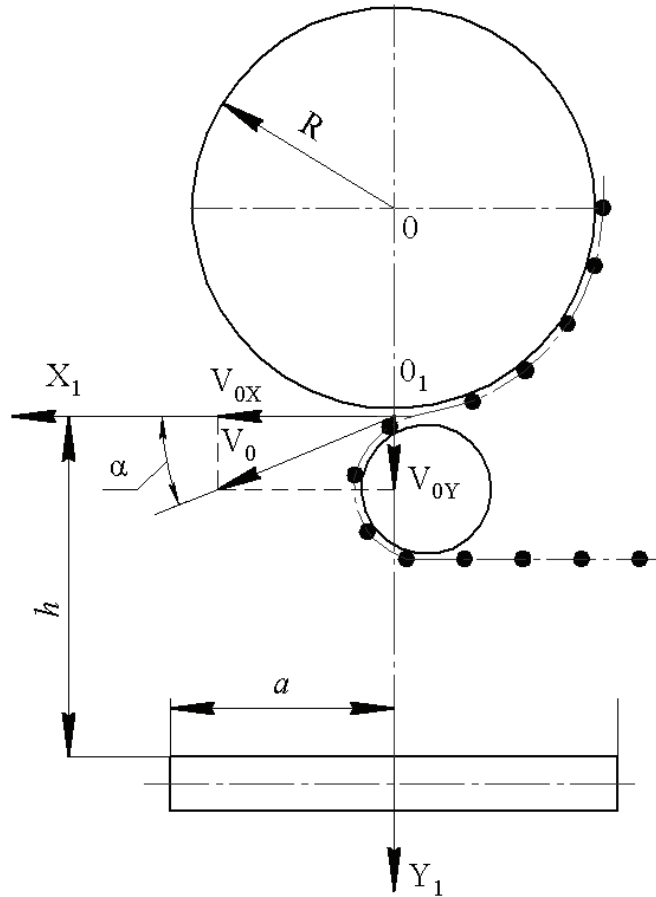


Рисунок 2 – Схема к определению траектории движения луковичы, когда вектор скорости \bar{V}_0 направлен под углом к оси X

$$X(t) = \frac{V_0}{k} (1 - e^{-kt}). \quad (7)$$

Далее аналогично решаем уравнение (2).

Обозначив $\bar{Y}(s)$ через $Y(t)$, получим для

$$Y'(t) \quad Y''(t) \quad \text{и} \quad g \quad \text{соответственно изображения}$$

$$s\bar{Y}(s) - Y_0, \quad s^2\bar{Y}(s) - Y_0s - Y_0', \quad \frac{g}{s}.$$

Учитывая, что $Y_0 = Y_0' = 0$, получаем уравнение:

$$s^2\bar{Y}(s) + ks\bar{Y}(s) = \frac{g}{s}. \quad (8)$$

Отсюда определяем:

$$\bar{Y}(s) = \frac{g}{s^2(s+k)}. \quad (9)$$

Также пользуясь таблицей [1] имеем :

$$Y(t) = g(Ae^{-kt} + K + K_1t),$$

$$\text{где } A = \frac{1}{k^2}, \quad K = -\frac{1}{k^2}, \quad K_1 = \frac{1}{k}$$

и подставив, после некоторых преобразований получим:

$$Y(t) = \frac{gt}{k} - \frac{g}{k^2} (1 - e^{-kt}). \quad (10)$$

Из уравнения (7) получаем:

$$1 - e^{-kt} = \frac{kX}{V_0}, \quad t = \frac{1}{k} \ln \frac{V_0}{V_0 - kX}.$$

Подставив данные выражения в уравнение (10), получим уравнение траектории движения частицы в следующей форме:

$$Y = \frac{g}{k^2} \left(\ln \frac{V_0}{V_0 - kX} - \frac{kX}{V_0} \right). \quad (11)$$

Рассмотрим далее вариант, когда вектор начальной скорости V_0 движения частицы направлен под

углом α к оси X , т.е. под углом к горизонту (рисунок 2).

Разложим скорость V_O на составляющие по осям координат X и Y и обозначим V_{OX} и V_{OY} .

Уравнения (3) и (4) для данного варианта останутся в таком же виде.

Также очевидно, что формула (7) запишется аналогично:

$$X(t) = \frac{V_{OX}}{k} (1 - e^{-kt}). \quad (12)$$

Изображения для уравнения (4) для данного варианта также останутся такими же, но если в предыдущем случае мы учитывали $Y_j = Y_j' = 0$, то

здесь $Y_O = 0$ и $Y_O' = V_{OY}$, поэтому вспомогательное уравнение имеет вид:

$$s^2 \overline{Y(s)} - V_{OY} + ks \overline{Y(s)} = \frac{g}{s}, \quad (13)$$

откуда

$$\overline{Y(s)} = \frac{s + \frac{g}{V_{OY}}}{s^2 (s + k)}. \quad (14)$$

Переходя к оригиналу запишем:

$$Y(t) = \frac{g(Ae^{-kt} - K + K_1 t)}{k^2 - k},$$

$$\text{где } A = \frac{V_{OY}}{k^2}, K = -A, K_1 = \frac{g}{kV_{OY}}$$

Тогда:

$$Y(t) = V_{OY} \left(\frac{\frac{g}{k^2}}{V_{OY}} e^{-kt} + \frac{k}{k^2} + \frac{\frac{g}{kV_{OY}} t}{kV_{OY}} \right), \quad (15)$$

$$Y = \frac{g}{k^2} \left(\ln \frac{V_O \cos \alpha}{V_O \cos \alpha - kX} - \frac{kX}{V_O \cos \alpha} \left(1 - \frac{kV_O \cos \alpha}{g} \right) \right). \quad (19)$$

или

$$Y(t) = \frac{g}{k^2} \left[\left(1 - \frac{kV_{OY}}{g} \right) e^{-kt} + \frac{kV_{OY}}{g} - 1 + tk \right]. \quad (16)$$

Также из уравнения (7) получаем:

$$e^{-kt} = \frac{V_{OX} - kX}{V_{OX}}, \quad t = \frac{1}{k} \ln \frac{V_{OX}}{V_{OX} - kX} \quad (17)$$

Подставив эти выражения в уравнение (16) имеем:

$$Y = \frac{g}{k^2} \left(\ln \frac{V_{OX}}{V_{OX} - kX} - \frac{kX}{V_{OX}} \left(1 - \frac{kV_{OY}}{g} \right) \right). \quad (18)$$

Это и есть уравнение траектории частицы, когда ее

начальная скорость направлена под углом α к горизонту. Учитывая, что:

$$V_{OX} = V_O \cos \alpha,$$

$$V_{OY} = V_O \sin \alpha,$$

уравнение (18) можно записать в виде (рисунок 3).

Уравнения (11), (18) и (19) позволяют, найти

высоту h от поверхности выгрузного транспортера

до точки O , задавшись расстоянием α от левого

края выгрузного транспортера до проекции точки O на его поверхность. Если необходимо решить обратную задачу, т.е. необходимо определить расстояние

α , то данные уравнения могут быть решены применением вычислительных устройств.

Таким образом, указанные уравнения позволяют определить место расположения выгрузного транспортера относительно сепарирующего устройства, а также месторасположение отбойных прутков над выгрузным транспортером [1].

Рисунок 3

Библиографический список:

1. Демьянов, В.И. Совершенствование сепаратора машины для уборки лука-севка / В.И. Демьянов, М.М. Земдиханов, А.Р. Валиев // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Инновационное развитие агропромышленного комплекса». – Казань: изд-во Казанского ГАУ, 2010. – Т 77. – Часть 2. – С 161-165.
2. Демьянов, В.И. Анализ движения лукович и частиц почвы в верхней зоне вальца сепаратора вороха / В.И. Демьянов, М.М. Земдиханов, А.Р. Валиев // Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 60-летию Института механизации и технического сервиса «Инженерная наука – агропромышленному комплексу». – Казань: изд-во Казанского ГАУ, 2010. – Часть 1. – С 65-69.
3. Демьянов, В.И. К анализу движения лукович в рабочей зоне вальца сепаратора вороха / В.И. Демьянов, А.Р. Валиев, М.М. Земдиханов // Вестник Казанского ГАУ. – 2013. – № 1(27). – С.74-76.
4. Корн, Г. А. Справочник по математике для научных работников инженеров: определения, теоремы, формулы / Г.А. Корн, Т.М. Корн ; пер. со 2-го амер. перераб. изд. И.Г. Арамановича и др., под общ. ред. И.Г.Арамановича. – 5-е изд. – М. : Наука, 1984. – 831 с.

DETERMINATION THE TRAJECTORY OF ONION MOTION IN THE LOWER ZONE OF ROLLER OF HEAP SEPARATOR

A.R. Valiev, M.M. Zemdikhanov, V.I. Demyanov

Key words: *onion harvester, Onion, separator of heap.*

The article presents the results of the theoretical analysis of onion and soil particles motion in the lower zone of roller of heap separator of onion harvester with a fundamentally new way of dividing Onion from impurities. The equations were obtained, that allow to determine the location of belt conveyor relative to the separation device, as well as the location of deflecting bars on belt conveyor.

УДК 621.81:620.169.1:621.794.61

СЕПАРИРУЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО СО ВСТРЯХИВАЮЩИМ МЕХАНИЗМОМ

П.Н. Дыков, ст. преподаватель
*ФГБОУ ВПО «Рязанский государственный агротехнологический университет
имени П.А. Костычева»*
+7-900-601-15-77; +7-910-645-12-24 MC62@mail.ru

В настоящее время технология производства картофеля основана на комплексной механизации его возделывания. В этих условиях возрастает количество механических повреждений, что увеличивает возможность поражения клубней патогенными бактериями и снижает качество товарного и семенного картофеля. Повреждаемость клубней зависит от сорта, размеров, влажности почвы и температуры окружающей среды. Одно из основных влияний при механической уборке на повреждаемость клубней оказывают конструктивно-технологические параметры органов вы-

носной сепарации картофелеуборочных комбайнов.

Исследованиям рабочих органов выносной сепарации посвящены работы ученых: Борычев С.Н., Бышов Н.В., Тютрин В.В., Верещагин Н.И., Даневски Л., Замешаев В.В., Зорин И.М., Колчин Н.Н., Кроптов А.П., Кривошеев В.Ю., Ляменков Ю.А., Петров Г.Д., Пшеченкова К.А., Попов А.А., Паршков А.В., Рембалович Г.К., Сорокин А.А., Тютрин В.В., Угланов М.Б., Успенский И.А., Фурлетов В.М., Хвостов В.А., Vaganz K., Noack W., Peis A. и др.