

Влияния Параметров Элеватора С Центробежной Сепарацией На Отделение Почвы От Клубней Картофеля

Муродов Р. Х.¹, Байбобоев У. Н.², Мирзаев И. Г.³, Яшаров М. И.⁴, Турсунов М. М.⁵

Аннотация: В статье проанализированы способы сепарации почвы от клубней картофеля за счет центростремительного ускорения. Предложена оригинальная конструкция картофелеуборочной машины, оборудованного шнеко-элеваторным сепаратором и обоснованы основных параметров шнеко –элеваторного сепаратора с центробежной сепарацией.

Ключевые слова: уборка, картофелеуборочная машина, элеватор, шнек, барабан, сепарация, клубень, почва, угол обхвата, встряхиватель.

Введение

Процесс сепарации почвы от клубней картофеля является очень сложным процессом и носит вероятностный характер. При этом вероятность прохода частиц принималась равновероятной и определялась их положением относительно зазорами между прутками в пределах площади, приходящейся к зазору между двух прутков [1,2,3].

Проанализировав исследования [3,4,5,6] следует отметить, что в той или иной степени изучены теория процесса просеивания почвы между прутками элеватора, влияние конструктивных и кинематических параметров элеватора с эллиптическими и ударными встряхивателями на процесс сепарации. Кроме этого изучены влияние параметров грохотов на просеиваемость почвы [7,8,9].

Исследования процесса сепарации почвы от клубней картофеля на шнеко-элеваторных сепараторах не проводились. В связи с этим возникает необходимость теоретического и экспериментального исследования картофелеуборочной машины с шнеко-элеватором сепаратором.

Материалы исследования

Основным рабочими органами перспективных технологических схем картофелеуборочных машин является шнеко-элеваторные сепараторы [10].

Картофелеуборочная машина с шнеково-элеваторным сепаратором содержит подкапывающий лемех, последовательно размещенный прутковый сепарирующий элеватор, над полотном которого с монтирован интенсификатор сепарации почвы в виде шнекового барабана (рис.1).

¹ Наманганский инженерно-строительный институт

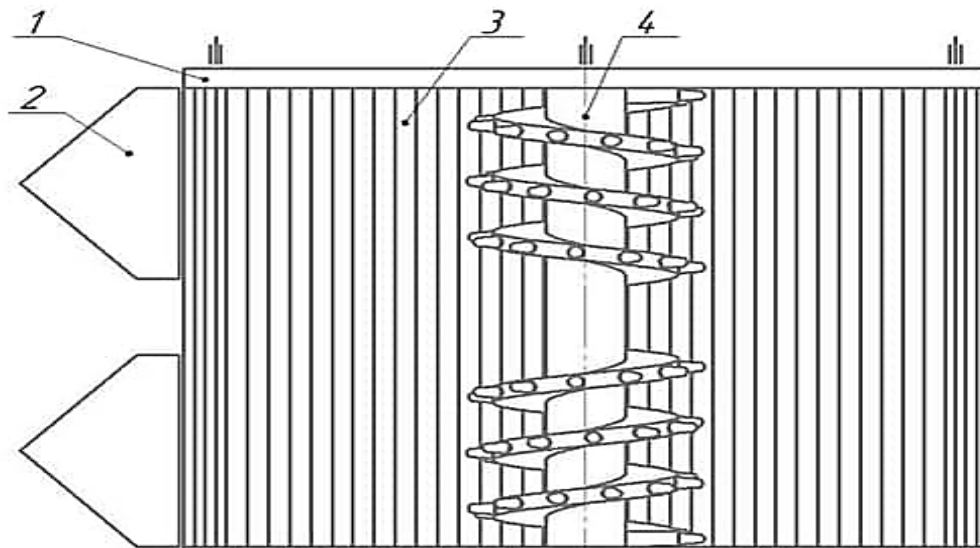
² Наманганский инженерно-строительный институт

³ Андижанский институт сельского хозяйства и агротехнологий

⁴ Андижанский институт сельского хозяйства и агротехнологий

⁵ Андижанский институт сельского хозяйства и агротехнологий





1-рама; 2-лемех; 3-элеватор; 4-шнековый барабан

Рисунок 1-Технологическая схема картофелекопателя с шнеко-элеваторным сепаратором

Витки шнека выполнен с левой и правой навивкой до середине барабана, благодаря которого сужает сепарированной клубней картофеля на средину элеватора. Шнековый барабан за счет центростремительного ускорения создаёт центробежной сепарации, благодаря этого обеспечивается эффективной отделения клубней картофеля от почвы. Отсюда следует, что сепарация почвы зависит от величины центростремительного ускорения v^2/R . Поэтому рассмотрим степени влияния скорости пруткового элеватора на сепарацию почвы. Для этого выразим зависимость количества почвы Q , отсеиваемой от скорости элеватора за счет действия центробежных сил следующим выражением

$$Q_1 = q_u \cdot S \cdot t \quad (1)$$

где, q_u –интенсивность сепарации почвы от действия центробежных сил, т.е. количество почвы, отсеиваемой единицей площади элеватора в единицу времени, $\text{кг}/\text{м}^2\text{с}$;

S –рабочая площадь элеватора по дуге, м^2 ;

t –время сепарации, с.

Эти величины можно выразить в следующем виде:

$$t = \frac{l_{\text{э}}}{V} \quad (2)$$

где: $l_{\text{э}}$ –длина элеватора, м; V –скорость элеватора, м/с.

$$S = l_{\text{э}} \cdot B \quad (3)$$

где, B –ширина элеватора, м.

Величина q_u увеличивается с увеличением ускорения v^2/R , поэтому представим q_u в виде:

$$q_u = q_0 \left(\frac{V^2}{R} \right)^b \cdot \kappa \quad (4)$$

где: q_0 – начальная удельная сепарация почвы определяется экспериментально, $\text{кг}/\text{м}^2\text{с}$;

b –коэффициент (степень) нелинейности, безразмерный;



κ – коэффициент линейности, $(\text{с}^2/\text{м})^{-\text{в}}$.

В зоне криволинейного участка элеватора сепарация почвы происходит не только от действия центробежных сил, но и от действия силы тяжести почвы.

Для определения степени влияния параметров пруткового элеватора на сепарацию почвы используем зависимость количества почвы, отсеиваемой элеватором, от скорости, угла обхвата и радиуса криволинейного участка элеватора.

Поэтому (1) зависимость можно написать в виде

$$Q = (q_u + q_g) \cdot S \cdot t \quad (5)$$

где: $q = q_u + q_g$

Здесь q_g – интенсивность сепарации почвы от силы тяжести, $\text{кг}/\text{м}^2\text{с}$, Величина q_g меняется по длине дуги окружности, огибаемой полотном пруткового элеватора, поэтому можно обозначить в виде:

$$q_g = q_0 \cdot g \cdot \cos \alpha \quad (6)$$

где, g – ускорение свободного падения, $\text{м}/\text{с}^2$;

α – угол обхвата, град.

Значение q определяется по формуле

$$q = q_0 \left(\frac{V^2}{R} + q \cos \alpha \right)^b \quad (7)$$

Подставив значения (q, s, t) в формулу (5) получим:

$$Q = q_0 \left(\frac{V^2}{R} + q \cos \alpha \right)^b \cdot l_g \cdot B \cdot l_g / V \quad (8)$$

с учетом $l_g = \alpha \cdot R$

$$Q = q_0 \left(\frac{V^2}{R} + q \cos \alpha \right)^b \frac{B \cdot R^2}{V} \cdot \alpha^2 \quad (9)$$

Если рассмотрим формулу (1) в дифференциальной форме то получается зависимость

$$dQ_1 = q \cdot ds \cdot dt \quad (10)$$

где, $ds = dl_g \cdot B$; $dt = dl_g / V$ и $dl_g = d\alpha \cdot R$ (11)

Тогда получим

$$Q = \frac{q \cdot B}{V} \cdot (d l_g)^2 \quad (12)$$

Или с учетом $dl_g = d\varphi R$

$$Q = q_0 \left(\frac{V^2}{R} + g \cos \alpha \right)^b \cdot \frac{B}{V} \cdot (d\varphi)^2 \quad (13)$$



Отсюда
$$Q = q_0 \cdot B \int_{\alpha_0}^{\alpha_n} \left(\frac{V^2}{R} + g \cos \alpha \right)^b \cdot (d l_s)^2 \quad (14)$$

На рисунке 2 показан график этой зависимости, который показывает, что при увеличении угла обхвата повышается коэффициент сепарации почвы. При $\alpha = 150^\circ$ коэффициент сепарации почвы при скорости элеватора $V=2$ м/с равен $J_3=10,8$ м/с, а при скорости элеватора $V=3$ м/с – $J_3=15,97$ м/с.

Увеличение угла обхвата целесообразно до значения, которое необходимо определить экспериментально для обеспечения дальнейшей транспортировки и наименьших поврежденных клубней.

Результаты полевых экспериментов

Для установления эффективности центробежной сепарации почвы на прутковом элеваторе, оснащённым с шнековым барабаном показали необходимо предварительно определить количество почвы, подлежащее сепарации и степень повреждения клубней картофеля под воздействием шнекового барабана. Для этой цели в работу включалась установка со снятым шнековым барабаном, а сепарация при этом происходила за счет действия элеватора. Сход массы собирался на землю. Просеянные почвы, поступающие на землю, собирались (с одного погонного метра), взвешивались для установления количества почв подлежащих сепарации. Параллельно определялись повреждения клубней картофеля согласно отраслевому стандарту [11].

Такое определение проводилось с трехкратной повторностью. Затем на установку был смонтирован шнековый барабан и после его прохода снова определялось количество отсеянной почвы и повреждения клубней картофеля по вышеизложенной методике.

В результате проведенных полевых исследований экспериментальной установки установлено, что при увеличении скорости пруткового элеватора центробежной сепарации без встряхивающего устройства повышается сепарация почвы. Однако увеличение скорости элеватора до $V=4$ м/с повышает повреждение клубней картофеля. На рис. 2 представлены значения зависимостей количества отсеянной почвы и интенсивности сепарации от скорости элеватора.

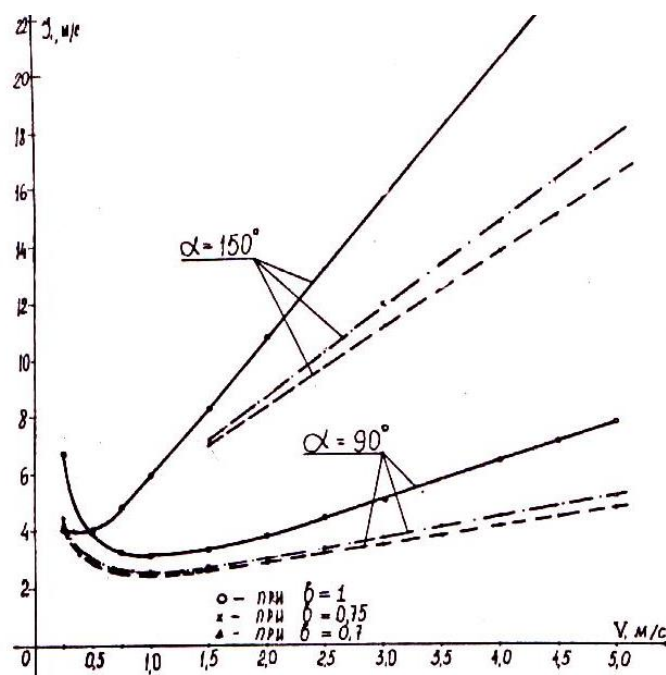


Рис. 2. Зависимость коэффициента сепарации J_1 от скорости элеватора V . _____ - расчётные; ----- - экспериментальные



Из рис. 2 видно, что увеличение скорости элеватора способствует увеличению сепарации почвы, т.е. увеличивается интенсивность сепарации почвы. Соответственно основные параметры - скорость элеватора V , угол обхвата и радиус криволинейного участка R должны обеспечивать нормальное протекание технологического процесса и неповрежденные клубней картофеля во всех условиях. Поэтому для расчета этих параметров можно использовать значение интенсивности сепарации почвы q .

Выводы

Экспериментами установлено, что значение q на криволинейном участке пруткового элеватора, находится в пределах 20-40 кг/м²с при скорости элеватора $V=1,5\div 4$ м/с.

Результаты исследования повреждений клубней картофеля при увеличении скорости пруткового элеватора показали, что при скорости элеватора $V\leq 4$ м/с повреждения клубней незначительны, а при увеличении скорости $V>4$ м/с наблюдались повреждения клубней картофеля, превышающие допустимые по агротехническим требованиям.

Экспериментально допустимый угол обхвата равен 50° , так как для дальнейшей транспортировки превышение $\alpha = 50^\circ$ приводит к падению клубней с большой высоты и в результате чего повреждаются клубни. А для изменения направления движение потока угол обхвата должно быть в пределах $150\dots 180^\circ$.

При увеличении радиуса криволинейного участка повышается сепарация почвы, но для эффективной работы достаточно $R=0,25-0,32$ м. увеличение радиуса необходимо при дальнейшей транспортировки клубней на кузов рядом идущего транспорта т.е. для подъема клубней на необходимую высоту.

Литература

1. Петров, Г.Д. Картофелеуборочные машины / Г.Д. Петров. - М.: Машиностроение, 1984. - 320 с.
2. Сорокин А.А. Принципы и методы расчета и проектирования рабочих органов картофелеуборочных машин./Сорокин А.А., Бышов Н.В., Успенский И.А. [и др.] //ФГОУ ВПО РГАТУ.-Рязань: 2005.-228 с.
3. Костенко М.Ю. Теоретические вопросы применения элеваторов с комбинированными прутками в картофелеуборочных машинах //Монография.-Рязань.РГАТУ – 53 С.
4. N. G. Bayboboev, U. G. Goyipov, A. X. Hamzayev, S. B. Akbarov, и A. A. Tursunov, «Substantiation and calculation of gaps of the separating working bodies of machines for cleaning the tubers», в *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2021, т. 659, вып. 1, с. 12022.
5. N.G.Bayboboev G.K.Rembalovich, U. G. Goyipov, A.A. Tursunov, Akbarov Sh. B, «Theoretical Substantiation of Parameters of Elastic Intensifiers of Separating Working Bodies of Potato Harvesting Machines», *Int. J. Adv. Res. Sci. Eng. Technol.*, т. 6, вып. 12, сс. 12211–12217, 2019.
6. N. G. Bayboboev, U. G. Goyipov, A.A. Tursunov и others, «Justification Of The Cinematic Parameters Of The Oscillating Lattice Of Potato Harvesters», *Am. J. Eng. Technol.*, т. 2, вып. 08, сс. 7–18, 2020.
7. Г. К. Рембалович, У. Гойипов, Ш. Б. Акбаров, А. Н. Байбобоев, К. Х. Абдуллаев «Расчет тяговой характеристики картофелеуборочных комбайнов. *Ресурсосберегающие и экологически безопасные технологии и оборудование в АПК*, 2019, Рязань.РГАТУ
8. Патент РФ №2004110 Машина для уборки корнеклубне-плодов.//Байбобоев Н.Г., Сорокин А.А., Ловкис З.В. [и др.]1993г. Бюл. №45-46.
9. Bayboboev N.G., Murodov R.H., Mirzayev I.G., Tursunov M.M., Yasharov M.I., “JUSTIFICATION OF THE TECHNOLOGICAL SCHEME OF THE SEPARATING WORKING BODY OF POTATO DIGGER” SCIENCE AND EDUCATION IN ACRICULTURE. 2022

