

УДК 631.358.44

ЛАБОРАТОРНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ОТДЕЛЕНИЯ ТВЁРДЫХ ПРИМЕСЕЙ ОТ КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ

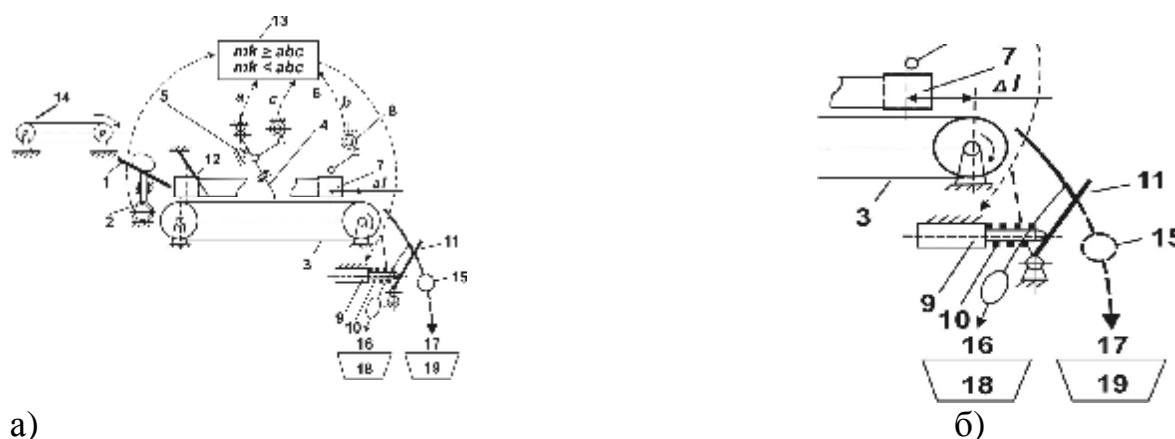
Филиппов А. И., – старший преподаватель
Гродненский государственный аграрный университет

В статье описываются экспериментально-теоретические исследования по отделению от клубней картофеля твёрдых примесей в виде прочных почвенных комков и соразмерных с клубнями камней. Современные картофелеуборочные машины не всегда работают с должным качеством, допускают большие потери и повреждения клубней, особенно при возделывании картофеля на каменистых почвах. В этой связи изыскания, разработка и исследования новых рабочих органов картофелеуборочных машин, способных отделять от клубней камни прочные почвенные комки без использования рентгеновского облучения, является актуальной задачей.

Ключевые слова: КАРТОФЕЛЬ УБОРКА КЛУБНИ ПРИМЕСИ ОТДЕЛИТЕЛЬ КАРТОФЕЛЕСОРТИРОВАЛЬНЫЙ ПУНКТ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЙ МЕХАНИЗМ МЕХАНИЗМЫ РАСПЕРЕДЕЛЕНИЯ

На основе результатов теоретических исследований, а также анализа исходных параметров компонентов и пределов регулирования картофелесортировального пункта разработана лабораторная установка с устройством для изучения процесса поштучной подачи компонентов картофельного вороха, определения их массы и геометрических размеров для отделения примесей от клубней картофеля.

На рисунке 1 представлена упрощенная схема этой лабораторной установки.



а)

б)

Рис. 1. Принципиальная схема электронно-механического устройства для разделения компонента картофельного вороха

1 – весоизмерительная часть наклонной платформы; 2 – электронные весы; 3 – горизонтальный транспортер; 4 – полозок копира; 5 – датчик длины компонента; 6 – датчик толщины компонента; 7 – подвижный ролик зажимного ручья; 8 – датчик ширины компонента; 9 – электромагнит; 10 – пружина; 11 – делительный щиток; 12 – ориентир (фартук); 13 – аналоговый процессор; m , a , c , b – входы в блок управления соответствующих сигналов; $mk \geq abc$ – выход сигнала в электромагнит 9, в случае, если компонент вороха есть примесь; 14 – подающий механизм; 15 – обрабатываемый компонент картофельного вороха; 16 – выход клубней картофеля; 17 – выход примесей; 18 – бункер-накопитель клубней; 19 – бункер-накопитель примесей (почвенных комков и камней).

Электронно-механическое устройство для выделения примесей из картофельного вороха производит взвешивание каждого компонента, определение его геометрических размеров и массы для преобразования физических величин в пропорциональные электрические напряжения, вычисление критерия разделения и выдачу соответствующих электрических сигналов. Аналоговый процессор фиксирует величину массы и размеры каждого компонента вороха. Затем производит сравнение массы с произведением размеров.

При $mk \geq abc$ (на выходе единица) процессор определяет компонент как примесь и подает через усилитель сигнал в электромагнит, который

отклоняет делительный щиток и направляет компонент в поток примесей. Делительный щиток срабатывает за время до 0,1 с. При $mk < abc$ (на выходе ноль) сигнал поступать в электромагнит не будет, делительный щиток стоит на месте, компонент направляется в поток клубней. Ниже дано обобщенное уравнение работы устройства [1; 2; 3; 6; 7; 8; 10].

$$\left. \begin{array}{l} mk \geq abc \\ mk < abc \end{array} \right\}, \quad (1)$$

k – коэффициент пропорциональности, величина которого устанавливается потенциометром при наладке устройства. Его величина $1/e$ будет средней между его значением для камней и клубней.

На основании полученных результатов предложена схема картофелесортировального пункта, позволяющего механизировать процесс удаления почвенных комков и камней из картофеля, убранного комбайнами, без применения источников рентгеновского излучения, используемых в картофелесортировальных пунктах К-750 с автоматической установкой Е-691.

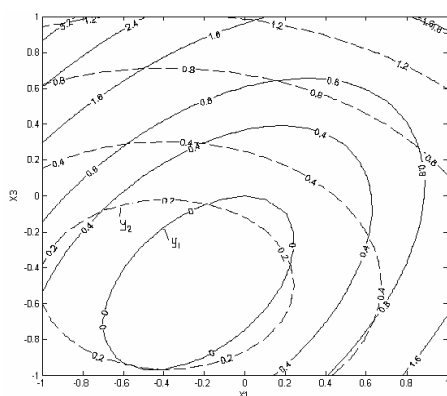


Рис. 2. Двухмерные сечения поверхностей откликов Y_1, Y_2

В лабораторно-полевых условиях проводились исследования с целью определения пределов изменения массы технологического вороха, как случайной величины, поступающего на разделение в производственных условиях, и влияние ее на качество полученного картофеля, а также уточнения влияния следующих факторов:

- X_1 – скорость транспортёра устройства, V ;
- X_2 – содержание камней в ворохе, P ;
- X_3 – подача компонентов, Q .

За критерии оптимизации принимались отношения выделенной фракции соразмерных примесей к общему их количеству, а потери и повреждения клубней при этом принимались как ограничивающие условия.

В процессе проведения лабораторно-полевых экспериментов был реализован некомпозиционный план второго порядка для трёх факторов ($N = 3^3$).

При $X_2=0$, $P=7$ %:

Y_1 – содержание камней в массе клубней соответственно 0; 0,4; 0,8; 1,6; 2,4 %;

Y_2 – содержание клубней в выделенных примесях (комки, камни) соответственно 0,2; 0,4; 0,8; 1,2 %.

В результате обработки экспериментальных данных получены адекватные уравнения регрессии двух откликов в кодированной форме:

$$Y_1 = 0,45X_2 + 0,725X_3 - 0,95X_1X_3 + 1,017X_1^2 + 0,967X_3^2, \quad (2)$$

$$Y_2 = 0,25 + 0,212X_1 + 0,269X_2 + 0,481X_3 + 0,187X_1X_2 + 0,275X_1^2 - 0,112X_2^2 + 0,487X_3^2, \quad (3)$$

где $X_1 = (V-2)/0,5$; $X_2 = (P-7)/3$; $X_3 = (Q-10)/5$.

В натуральной форме уравнения имеют вид:

$$Y_1 = 10,04 + 0,15P + 0,1314Q - 12,479V - 0,38VQ + 4,068V^2 + 0,038Q^2, \quad (4)$$

$$Y_2 = 0,355 - 3,103V + 0,513P - 0,148Q + 0,125VP + 1,1V^2 - 0,012P^2 + 0,019Q^2, \quad (5)$$

Полученные уравнения изучались методом двумерных сечений поверхностей откликов (рисунок 2). Имеется зона, где устройство работает без потерь. При этом видно, что оптимальное значение скорости и подачи достаточно близки. Это значит, что при оптимальном выборе параметров обеспечивается качественное разделение картофельного вороха на фракции [3; 4; 5].

Экспериментально подтверждено, что обоснованные теоретическими исследованиями массо-размерные характеристики каждого компонента картофельного вороха, определяемые

непосредственно при движении их в одноручьевом потоке в специальном устройстве и вычисляемые по выражению $\varepsilon = m/abc$, можно использовать в качестве критерия разделения компонентов вороха после комбайновой уборки картофеля, выращенного на почвах, засорённых камнями.

Выводы

Подтверждена обоснованность устройства для отделения примесей, полученных в результате теоретических исследований конструктивных и кинематических параметров.

При засорённости вороха примесями до 7 % и подаче компонентов транспортёром со скоростью $V=1,8-1,9$ м/с, что соответствует частоте подачи 7–8 шт. в секунду, обеспечивается их полное выделение из общего потока без дополнительных повреждений клубней.

Предельное значение частоты подачи компонентов, при которой обеспечивается требуемое качество выделения примесей на одноручьевой установке отделителя, составляет 11 штук в секунду. Установлено, что с увеличением содержания в картофельном ворохе комков и камней стабильность протекания технологического процесса выделения примесей снижается.

На основе теоретических и экспериментальных исследований определены параметры устройства, разделяющего картофельный ворох: высота падения клубней должна находиться в пределах 0,2... 0,4 м, угол наклона разделительного щитка исполнительного механизма – 65... 80 град., длина и ширина весоизмерительного механизма – 120... 150 мм, ширина и длина ориентира (фартука) – 120... 150 мм, длина нижнего и бокового транспортеров – 610... 1000 мм, ширина бокового транспортёра – 60 мм, диаметры шкивов нижнего и боковых транспортёров – 70... 140 мм, длина делительного щитка – 120... 300 мм, ширина делительного щитка – 120... 170 мм [7; 8; 9; 10].

Литература

1. Размыслович И.Р., Филиппов А.И. О точности измерений компонентов картофельного вороха // Агропанорама. – Мн.: УО БГАТУ, 2004 – №3. С.24–25.
2. Филиппов А.И. К определению параметров устройства для разделения картофельного вороха // Агропанорама. – Мн.: УО БГАТУ, 2004 – №4. С.29–31.
3. Добышев А.С., Филиппов А.И. Результаты экспериментальных исследований электронно-механического отделителя примесей картофельного вороха и их анализ // Вестник БГСХА. – Горки: УО БГСХА, 2006 – №1. С.92–94.
4. Добышев А.С., Филиппов А.И. Оценка экономической эффективности картофелесортировального пункта с электронно-механическим отделителем примесей // Вестник БГСХА. – Горки: УО БГСХА, 2006 – №2. С.137–139.
5. Добышев А.С., Филиппов А.И. Обоснование параметров копира датчика толщины и длины компонентов картофельного вороха устройства для отделения примесей // Вестник БГСХА. – Горки: УО БГСХА, 2006 – №3. С.135–140.
6. Добышев А.С., Филиппов А.И. Обоснование параметров устройства для отделения от клубней комков почвы и камней // Актуальные проблемы механизации кормопроизводства и животноводства: материалы международной науч.-практ. конф. – Горки.: УО БГСХА, 2006. – С.85–96.
7. Ладутько С.Н. Размыслович И.Р., Филиппов А.И. Методологические аспекты создания рабочих органов для отделения клубней картофеля от комков почвы и камней // Актуальные проблемы механизации сельскохозяйственного производства: материалы междунар. науч.-практ. конф.: в 2 ч. – Горки: БГСХА, 2000. –Ч.2 – С.127–128.
8. Ладутько С.Н., Филиппов А.И. Разделение компонентов картофельного вороха по величине объемного коэффициента // Новое в семеноводстве картофеля: материалы научно-практической конференции, посвященной 90-летию ученого семеновода И. И. Адамова // Академия аграрных наук РБ, Бел. НИИ картофелеводства. – Мн.: 2000. – С.127–128.
9. Ладутько, С.Н., Филиппов А.И. К обоснованию конструкции устройства для разделения компонентов картофельного вороха // Аграрная наука на рубеже XXI века: материалы Общего собрания Академия аграрных наук. – Мн.: 2000. – С.280.
10. Патент 638 Республика Беларусь МПК⁷ А01D33/08 Картофелесортировальный пункт / С.Н. Ладутько, Э.В. Заяц, А.И. Филиппов; заявитель и патентообладатель УО «Гродненский государственный аграрный университет». – № и 20010313; заявл. 28.12.2001; опубл. 30.09.2002, – 4с.: ил.