

6. Сиротенко О.Д., Сиптиц С.О., Романенко И.А. Моделирование региональных систем сельскохозяйственного производства с учетом климатических изменений и динамики гумуса //Экономико-математические методы в практике прогнозирования и планирования регионального АПК. 2003. С. 86-90.

УДК 631.362.3:635.21

Еднач В.Н., Романюк Н.Н., Агейчик В.А., Лакутя С.М.

*Белорусский государственный аграрный технический университет,
г.Минск, Беларусь*

ОРИГИНАЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ СОРТИРОВКИ КЛУБНЕПЛОДОВ

Процесс сортировки клубней картофеля является одним из важнейших в его производстве. Предложена оригинальная конструкция устройства для сортировки клубнеплодов, использование которого позволит повысить производительность и качество разделения клубнеплодов картофеля по фракциям.

Ключевые слова: клубнеплоды, картофель, сортировка, оригинальное устройство, патентный поиск, производительность, качество разделения, фракции.

Республика Беларусь является одним из ведущих производителей и поставщиков картофеля. На ее долю приходится 4-6% ежегодного мирового объема производства клубней, а среди стран СНГ - 13-15%. В прошлые годы за пределы республики вывозилось до 450-500 тыс.т продовольственных и 200-250 тыс.т семенных клубней. В соответствии с Государственной программой развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016–2020 годы задачей подкомплекса картофелеводства является наращивание объемов производства картофеля к концу 2020 года за счет внедрения интенсивных технологий возделывания, сокращение потерь при уборке, послеуборочной доработке и хранении [1].

Технологический процесс производства картофеля состоит из нескольких операций, одной из которых является сортирование клубней картофеля на три фракции.

Процесс сортировки клубней картофеля является одним из важнейших в его производстве. От качества фракционного состава семенного материала зависит урожай картофеля и качественные показатели его хранения, а также правильное разделение картофельной массы на фракции, которое дает оптимальный уровень использования картофеля в производстве [2].

Актуальность исследования обусловлена необходимостью изменения конструкций технических средств для сортировки картофеля.

Новизной исследований является постановка нового подхода к данной проблеме. В связи со сказанным, целью исследований является разработка конструкции технического средства для сортировки картофеля.

Для решения поставленной цели определены следующие задачи исследований:

1. Провести патентные исследования и проанализировать конструкции технических средств для сортировки картофеля.

2. Разработать конструкцию технического средства для сортировки картофеля, позволяющего повысить производительность и качество разделения клубнеплодов картофеля по фракциям.

Реализация задач исследований осуществлена следующим образом.

Проведенный патентный поиск показывает, что известна роликовая сортирующая поверхность, включающая раму, установленные на ней с возможностью принудительного вращения в одном направлении параллельные ролики, причем со стороны подачи клубнеплодов перпендикулярно его направлению расположены гладкие ролики, а далее последовательно фигурные ролики для отделения мелкой и средней фракции [3].

Такая роликовая сортирующая поверхность не обеспечивает требуемую производительность, так как несмотря на то, что при поступлении на них клубнеплодов гладкие ролики способствуют более равномерному распределению картофеля вдоль роликов, сам процесс преодоления клубнями роликов в направлении, перпендикулярном их осям, носит случайный характер и обусловлен как воздействием вышерасположенных клубнеплодов, так и размерами роликов и клубнеплодов, а также постоянно меняющейся формой поверхностей клубнеплодов и коэффициентов трения их о поверхности роликов, кроме того, такая роликовая поверхность наносит повреждения клубням, защемляя их роликами.

На основании патентных и поисковых методов исследований, для повышения производительности и качества разделения клубнеплодов картофеля по фракциям, предлагается оригинальная конструкция устройства для сортировки картофеля [4] (рисунок 1: а) – общий вид устройства для сортирования клубнеплодов, вид сбоку; б) – вид сверху).

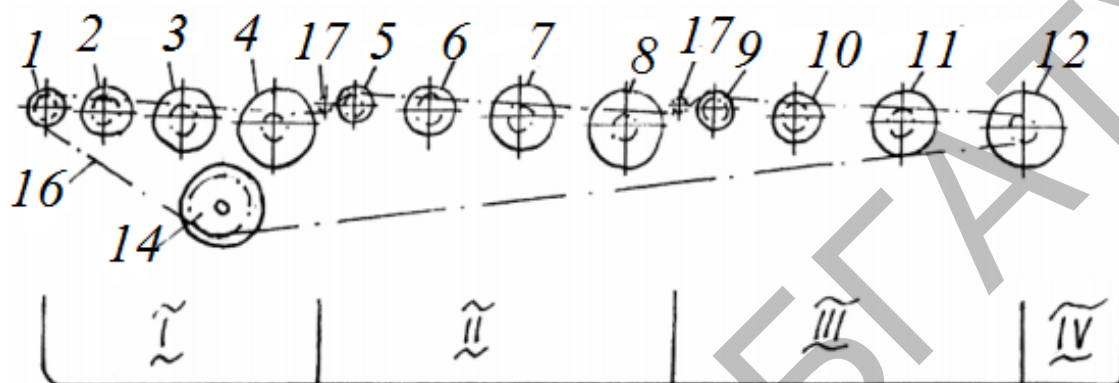
Устройство для сортировки клубнеплодов, например, картофеля, содержит раму 13, на которой установлены с возможностью вращения с параллельными друг другу и перпендикулярными направлению подачи клубнеплодов общими осями симметрии и вращения ролики 1-12, образующие сортировальную поверхность. Верхние образующие всех роликов 1-12 находятся в одной горизонтальной плоскости.

Привод для вращения роликов 1-12 с одинаковой для всех угловой скоростью осуществляется с помощью цепной передачи, включающей в себя установленную на валу закрепленного на раме электродвигателя ведущую звездочку 14, установленные на осях роликов 1-12 одинаковые приводные звездочки 15 и охватывающую их приводную цепь 16, а также натяжные звездочки 17.

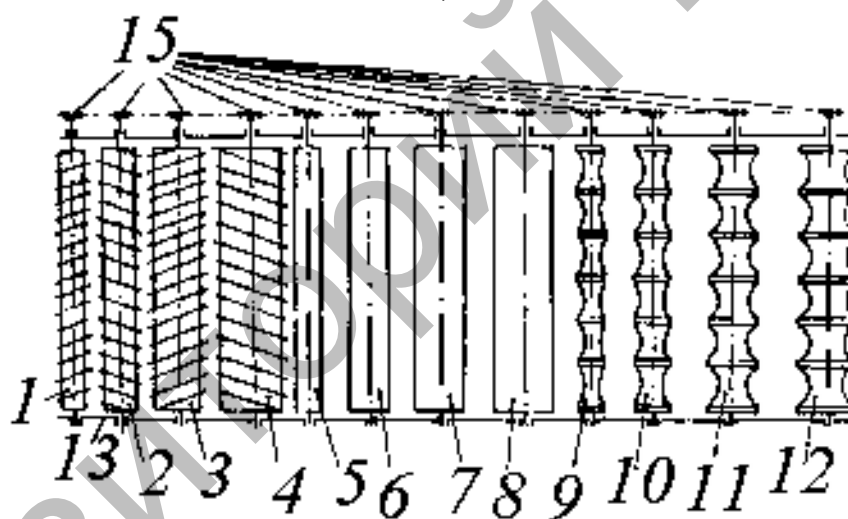
При этом направление вращения ведущей звездочки 14 принимается таковым, что направление окружной скорости в верхних точках роликов 1-12 совпадает с направлением подачи и движения клубнеплодов.

Состоящая из двенадцати последовательно расположенных друг за другом роликов 1-12 сортировальная поверхность делится на три секции.

Ролики с первого по четвертый (1-4), считая по направлению движения клубнеплодов, образуют первую, предназначенную для выделения почвенных примесей и растительных отходов, секцию, причем ролики 1-4 имеют навивку в виде эластичных выступов с шагом не менее зазора между поверхностями роликов 1-4, при этом направление навивки нечетных роликов 1 и 3 противоположно направлению навивки четных роликов 2 и 4.



а)



б)

Рисунок 1 – Устройство для сортировки клубнеплодов.

Образующие вторую, предназначенную для выделения мелкой фракции, секцию ролики 5-8 имеют гладкую поверхность. Образующие третью, предназначенную для выделения средней фракции, секцию ролики 9-12, считая с первого по направлению движения клубнеплодов, выполнены фигурными, при этом первые ролики 1, 5 и 9 каждой секции выполнены с одинаковыми диаметрами, а диаметры следующих за ними по направлению движения клубнеплодов роликов последовательно увеличиваются во всех секциях.

Под секциями сортировальной поверхности установлены по направлению подачи клубнеплодов емкости (транспортеры) для сбора (отвода) соответственно примесей (I), мелкой фракции (II), средней фракции (III) и за пределами сортировальной поверхности - крупной фракции (IV) картофеля.

Для предотвращения защемления клубня между роликами и последующего повреждения, согласно теоретическим основам [5], необходимо, чтобы окружная скорость второго ролика была больше скорости первого ролика. Рассматривая ролики одной калибрующей щели и обозначив их по ходу подачи вороха как первый ($d1$) и второй ($d2$), разность скоростей получаем из разности диаметров роликов, то есть ролик $d2$ больше ролика $d1$.

Анализ процесса защемления клубня показывает, что защемление происходит, если клубень не округлой формы. Разность толщины (t) и ширины (b) клубня способствуют затягиванию клубня в щель. Таким образом, если компенсировать разность толщины и ширины клубня размерами роликов, то можно избежать защемления клубня:

$$d2 = d1 + \frac{t - c}{2}. \quad (1)$$

При этом диаметр первого ролика должен быть больше минимально допустимого диаметра, определяемого конструктивно. Максимальный диаметр второго ролика должен быть меньше

$$D \leq \frac{d \sin \varphi - C}{1 - \sin \varphi}, \quad (2)$$

где C - зазор между роликами, мм; d - минимальный диаметр клубня, который можно транспортировать по роликовой поверхности, мм; φ - угол трения клубня о ролик (30 град.).

К основным параметрам вальцов относятся:

D - диаметр вальцов;

c - расстояние между поверхностями вальцов.

Если для роликов первой секции размер калибровочной щели C прием равным 30 мм, то минимальный диаметр клубня транспортируемый по поверхности:

$$d \leq \frac{c}{\sin \varphi} = \frac{30}{\sin 30} = 35 \text{ мм}. \quad (3)$$

Максимальное значение минимального диаметра ролика 8, при котором будет осуществляться технологический процесс выделения мелкой фракции:

$$D_{\max} = 0,4d \frac{c - \sqrt{5,6d^2 + c(c - 0,7d)}}{2} = 0,4 \cdot 35 - \frac{30 - \sqrt{5,6 \cdot 35^2 + 30(30 - 0,7 \cdot 35)}}{2} = 42 \text{ мм}. \quad (4)$$

Таким образом, минимальные диаметры роликов 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 и 8 принимаем равными соответственно 26, 30, 36, 42, 26, 30, 36 и 42 мм. Диаметр клубня средней фракции, выделяемой на фигурных роликах при размерах калибрующей щели 50 мм

$$d = \frac{50}{\sin 30} = 58 \text{ мм}. \quad (5)$$

Максимальное значение минимального диаметра ролика 12, при котором будет осуществляться технологический процесс выделения средней фракции:

$$D_{\max} = 0,4 \cdot 58 - \frac{50 - \sqrt{5,6 \cdot 58^2 + 50(50 - 0,7 \cdot 58)}}{2} = 75 \text{ мм.} \quad (6)$$

Таким образом, диаметры роликов 9, 10, 11 и 12 принимаем равными соответственно 45, 55, 65 и 75 мм. Максимальное расстояние между роликами первой и второй секций, 10-12 мм, а между роликами второй и третьей секций - 14-17 мм.

Устройство работает следующим образом.

Клубнеплоды транспортером подаются на сортировальную поверхность, образованную роликами 1-12. В первой секции между роликами 1-4 происходит равномерное распределение с помощью навивок в виде эластичных выступов клубнеплодов по ширине сортировальной поверхности, а также выделение почвенных примесей и растительных отходов. Далее клубнеплоды поступают на ролики 5-8 второй секции, где между ними просеивается мелкая фракция. На роликах 9-12 происходит отделение средней фракции. Сход крупной фракции осуществляется за пределами сортировальной поверхности.

Использование данного устройства для сортировки клубнеплодов позволит повысить производительность и качество разделения картофеля по фракциям.

Список использованных источников:

1. Государственная программа развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016–2020 годы. [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://www.mshp.gov.by/programms/a868489390de4373.html>. Дата доступа: 22.09.2018.
2. Еднач, В.Н. Повышение качества калибрования картофеля поверхностью с изменяющейся скоростью вращения роликов : автореферат диссертации на соискание ученой степени к.т.н. : специальность 05.20.01 / В.Н. Еднач ; БГАТУ. - Минск, 2018. - 23 с.
3. Карпенко, А.Н. Сельскохозяйственные машины / А.Н. Карпенко, В.М. Халанский. - М.: Колос, 1983. - С. 345.
4. Патент Республики Беларусь на изобретение 18457, МПК А 01D 33/08 // Бюл. №4. – 2014.
5. Колчин, Н.Н. Машины для сортирования и послеуборочной обработки картофеля / Н.Н. Колчин, В.П. Трусов. - М.: Машиностроение, 1966. - С. 29-34.