

УДК 631.332.7

## ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЦЕПочно-ЛОЖЕЧНОГО ВЫСАЖИВАЮЩЕГО АППАРАТА КАРТОФЕЛЕСАЖАЛКИ

Никулин А.В., к.т.н., Кошелев Р.В., к.т.н., доцент,

Тихонов А.А., к.т.н., доцент, Разживин Е.И., магистр,

Леващук А.В., магистр, Конин В.В., магистр, Спиридонов Д.О., магистр

Нижегородский государственный агротехнологический университет, г. Нижний Новгород

Важным аспектом в возделывании любой культуры является качественное и своевременное проведение операций посева или посадки. Отклонение от агротехнических требований ведет к снижению урожайности культур и как следствие уже на начальном этапа нет возможности полноценной реализации биологического потенциала культуры [1, 2].

В современных условиях производства картофеля для посадки клубней нашли широкое применение машины для посадки клубней картофеля с высаживающими аппараты элеваторного типа. Высаживающий аппарат представляет собой ремень или цепь (цепи), на специальных звеньях которых расположены ложечки. Ложечки могут быть расположены в один или несколько рядов.

Технологический процесс перемещения клубней картофеля высаживающим аппаратом в борозду, открываемую сошником, протекает следующим образом: ложечка проходит слой клубней в питательном ковше картофелесажалки, в котором постоянно поддерживается требуемый уровень клубней, поступающих из бункера, захватывает клубень и транспортирует его. После огибания верхней звездочки (шкива) клубень падает на дно впереди идущей ложечки и ограниченный в пространстве кожухом и дном ложечки транспортируется до нижней звездочки (шкива). При достижении зазора между кожухом и ложечкой достаточного для прохождения клубня он падает на дно борозды. Согласно исследованиям ученых Нижегородской ГСХА Вольникова А.И. и Никулина А.В. [1,3] частота посадки цепочно-ложечного высаживающего аппарата при слое клубней 15-25 см и пропусках в пределах агротехнических требований для фракции 50-80 г не должна превышать 4,9 кл./с, что соответствует при густоте посадки 50 тыс. кл./га скорости движения агрегата 5,04 км/ч. При оборудовании питательного ковша высаживающего аппарата подвижным клапаном оптимальная частота посадки по критерию пропусков клубней картофеля ложечками высаживающего аппарата повышается до 5,2-6,75 кл./с, что потенциально может повысить его производительность до 35%. Однако конструкция штатных цепочно-ложечных высаживающих аппаратов картофелесажалок белорусского производства Л- 201, Л202, Л-207 при данных скоростных режимах не обеспечивает количество повреждений клубней картофеля в пределах агротехнических требований, которые не должны превышать 3% [4].

На клубень, находящийся в ложечке, при движении ее на ведомой звездочке при угле поворота 90° действуют сила инерции  $F_{и}$  и сила тяжести  $F_G$ . Дифференциальное уравнение движения клубня в момент начала перемещения по ложечке имеет вид:

$$\frac{d^2x}{dt^2} = \omega^2 (R + r) - g \cdot \cos\varphi. \quad (1)$$

где  $\omega$  – угловая скорость ведомой звездочки,  $c^{-1}$ ;

$R$  – радиус ведомой звездочки, м;

$r = \sqrt[3]{a \cdot b \cdot c}$  – приведенный радиус клубня (где  $a, b, c$  – геометрические размеры клубня), м;

$g$  – ускорение свободного падения,  $m/c^2$ ;  $\varphi$  – угол поворота ведомой звездочки, м.

Движение клубня по оси  $X$  возможно в том случае, если:

$$\omega^2 (R + r) > g \cdot \cos\varphi, \quad (2)$$

Откуда

$$\omega > \sqrt{\frac{g * \cos\varphi}{R + r}}. \quad (3)$$

Дифференциальное уравнение движения клубня по оси Y:

$$m \frac{d^2y}{dt^2} = mg * \sin\varphi, \quad (4)$$

Движение клубня по оси Y возможно в том случае, если:

$$g * \sin\varphi > 0, \quad (5)$$

т.е. при  $\varphi > 90^\circ$  клубень будет иметь ускорение по оси Y. Частота высадки (на одну цепь) определяется по формуле:

$$v = \frac{\omega R}{4t} \quad (6)$$

где t – шаг цепи.

Из формулы (2) следует, что радиус ведомой звездочки составит

$$R \geq \frac{g * \cos\varphi}{\omega^2} - r, \text{ м} \quad (7)$$

Результаты расчетов необходимого радиуса ведомой звездочки для посадочной фракции клубней картофеля (50-80 г.) в зависимости от допустимого скоростного режима работы высаживающего аппарата представлены графически на рисунке 1.

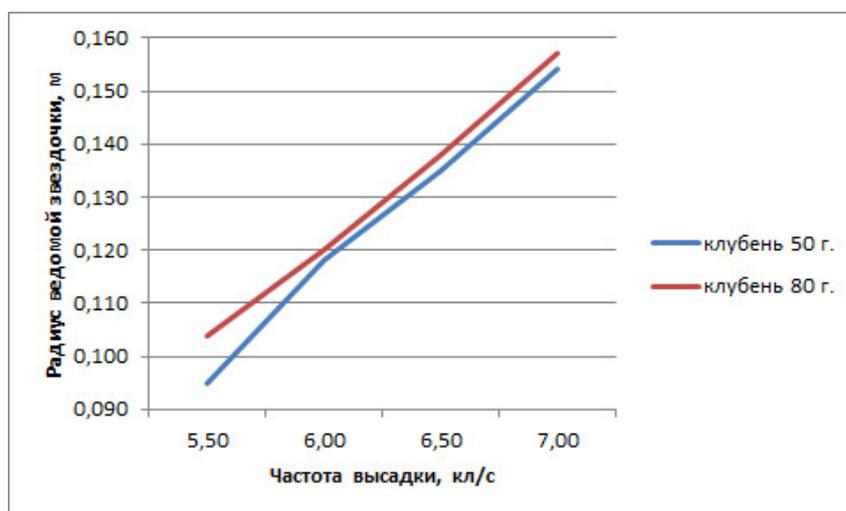


Рисунок 1 – Минимальный радиус ведомой звездочки

Проведенные теоретические исследования показали, что необходимо увеличивать диаметр ведомой звездочки, штатная звездочка ( $z=11$ ) не обеспечивает условие движения клубня без отрыва от ложечки при огибании ведомой звездочки, что приведет к повышенному повреждению клубней картофеля.

На основании теоретических исследований согласно ГОСТ 592-81 «Звездочки для пластинчатых цепей методы расчета и построения профиля зубьев. Предельные отклонения» [5] были рассчитаны параметры для построения профиля зуба звездочки.

## Техническое и кадровое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве

Для расчетов приняли максимально возможное число зубьев звездочки ( $z=13$ ), обеспечивающее возможность ее монтажа без изменения конструкции рамы высаживающего аппарата. На основании расчетов была создана 3d модель звездочки (рисунок 2)/

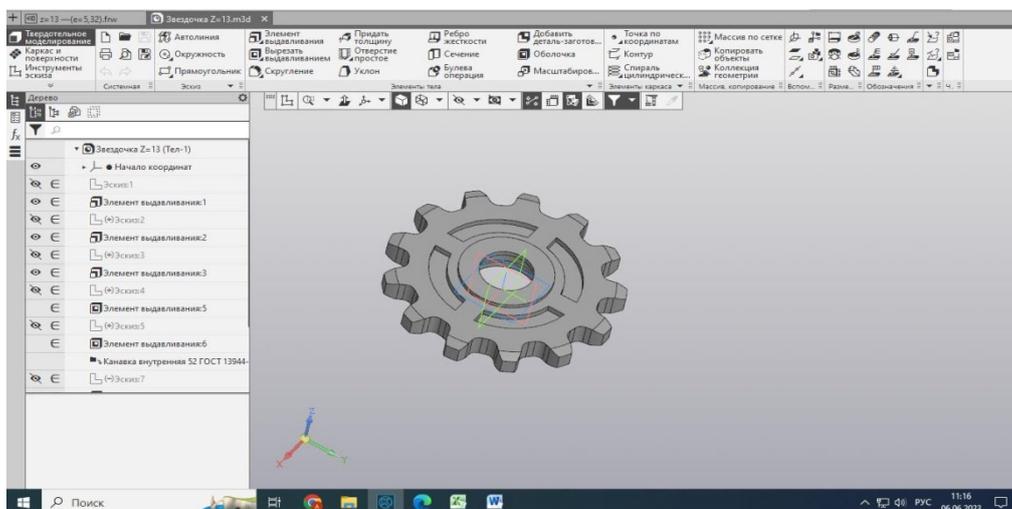


Рисунок 2 – 3D модель ведомой звездочки  $Z=13$

По построенной модели были напечатаны 2 звездочки из полимерных материалов на 3d принтере. Изготовленные звездочки были смонтированы на лабораторной установке (рисунок 3).



Рисунок 3 – Монтаж звездочки на лабораторной установке

При монтаже разработанных звездочек было установлено, что конструкция аппарата позволяет обеспечить натяжение обеих цепей при условии установки на одной цепи звездочки  $z=13$ , а на второй штатной  $z=11$ . Натяжение осуществлялось штатным натяжным устройством и разной регулировкой пружин механизма встряхивания.

Установка одновременно и штатной звездочки и звездочки с увеличенным числом зубьев позволила нивелировать влияние различных факторов на количество повреждений клубней картофеля и повысить чистоту эксперимента.

Лабораторные испытания базового и модернизированного высаживающих аппаратов подтвердили результаты теоретических исследований. Частота посадки цепочно-ложечного высаживающего аппарата картофелесажалки при повреждениях в пределах агротехнических требований не должна превышать 5,7 кл/с. Частота посадки высаживающего аппарата с увеличенными ведомыми звездочками при повреждениях в пределах агротехнических требований, достигает 6,62 кл/с.

#### Литература

1. Никулин, А.В. повышение качества посадки клубней картофеля с обоснованием параметров цепочно-ложечного высаживающего аппарата/ дис. кан. тех. наук. А.В. Никулин: Пенза – 2012.
2. Туболев, С.С. Машинные технологии и техника для производства картофеля / С.С. Туболев, С.И. Шеломенцев, К.А. Пшеченков, В.Н. Зейрук. – М.: Агроспас, 2010. – 316 с.
3. Никулин А.В. Расчет конструкции модернизированного высаживающего аппарата картофелесажалки / А.В. Никулин, Р.В. Кошелев, А.А. Лагун, А.В. Степанов, А.А. Каштанов // Сельский механизатор. – М.: 2022 № 12, с. 15.
4. ГОСТ 28306-2018 Техника сельскохозяйственная МАШИНЫ ДЛЯ ПОСАДКИ КАРТОФЕЛЯ Методы испытаний. – Москва: Стандартинформ, 2019 – 28 с.
5. ГОСТ 592-81 Звездочки для пластинчатых цепей методы расчета и построения профиля зубьев. Предельные отклонения. – Москва: ИПК Издательство стандартов, 2002 – 16 с.

УДК 635.1

### **ЗНАЧЕНИЕ ОВОЩНЫХ КОРНЕПЛОДОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ ОВОЩНОЙ ПРОДУКЦИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**Зыкун<sup>1</sup> А.С., Чеботарев<sup>1</sup> В.П.**, д.т.н., профессор, **Карбанович<sup>2</sup> Т.М.**, к.б.н.

<sup>1</sup>Белорусский государственный аграрный технический университет,

<sup>2</sup>Управление картофелеводства, плодоовощеводства, агрохимии и защиты растений  
Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, г. Минск

Производство овощной продукции является одной из важнейших составляющих продовольственного ресурса Республики Беларусь. Эта отрасль поставляет растительные продукты, обладающие ценными питательными и целебными свойствами, которые имеют большое значение для обеспечения полноценного рациона питания людей. Овощи содержат в легкоусвояемой форме все основные энергосодержащие вещества: углеводы, белки и жиры. Кроме того они содержат высокое количество основных видов витаминов для нормальной жизнедеятельности организма человека (А, В и С), отличаются богатым содержанием минеральных веществ, содержат различные ферменты, фитонциды, органические кислоты, эфирные масла, богаты микроэлементами (марганец, молибден, йод, бор, цинк медь и др.) [1].

Всемирная организация здравоохранения считает одним из основных принципов здорового питания человека – употребление в пищу именно овощей и фруктов (кроме картофеля) в количестве – не менее 400 г в день [2], что составляет 146 кг в год. В Республике Беларусь Советом Министров утверждена своя рациональная норма потребления овощей, бахчевых культур и продуктов их переработки – 124 кг в год на одного человека [3].

Опираясь на рациональные нормы потребления овощей, численность населения республики и естественную убыль в ходе реализации, Государственной программой развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2021-2025 годы определены целесообразные объёмы валового производства овощной продукции к концу 2025 г. в объёме 1,9 млн. тонн в