

### **Список использованной литературы**

1. Ксенин, Н.И., Киселев, С.Н., Левшин, А.Г. Сельскохозяйственные машины: учебник и учеб. Пособие для студентов высших учебн.заведений. М.: КолосС, 2008-816с.

2. www.horsch.com

3. www.kvernelandgroup.com

4. www.bemzbrest.by

5. www.sulky-burel.com

6. www.cnh.com

7. www.amazone.de

8. www.deere.com

9. www.greatplainsmfg.com

**УДК: 631. 356. 41**

**С. Р. Белый, к.т.н., доц. Г. А. Радишевский,**

**В.Н. Еднач, А.А. Гончарко**

*Белорусский государственный аграрный технический  
университет, Минск, Республика Беларусь*

## **АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ БОТВЫ КАРТОФЕЛЯ РОТОРНЫМ БОТВОДРОБИТЕЛЕМ**

### **Введение**

В настоящее время в Республике Беларусь, как и в большинстве стран мира, возделывающих картофель, принята технология, которая предполагает удаление ботвы перед уборкой клубней.

Этот прием оказывает влияние и на потребительскую ценность клубней картофеля за счет выбора срока удаления ботвы: на семенных участках – с учетом выхода семенной фракции и ценности семенного картофеля; на участках продовольственного картофеля – с учетом выхода товарной продукции и ее продовольственных качеств. На участках, занятых картофелем для переработки – с учетом оптимального состава веществ клубней, а на участках занятых техническим картофелем – с учетом получения максимального содержания крахмала [1, 2, 3].

И если со стороны агрономических исследований по изучению влияния процесса удаления ботвы на качество клубней практиче-

ски нет вопросов, то инженерные исследования требуют дальнейших разработок, направленных на обеспечение более качественной и производительной работы ботвоуборочных машин, что улучшит качество закладываемых на хранение клубней картофеля.

### Основная часть

Для проведения предуборочного удаления боты картофеля целесообразно использовать ботводробитель с роторным рабочим органом, представляющим собой барабан, на котором закреплены длинные и короткие цепочно-проволочные петли (режущие элементы) [5].

При проектировании данной машины использовались следующие рассуждения.

При работе ботводробителя любая точка совершает сложное движение, а именно: вращательное с частотой  $\omega$  вокруг оси барабана и поступательное со скоростью агрегата  $V_M$ . Как известно, траектория абсолютного движения указанной точки представляет собой циклоиду, которую можно описать уравнениями:

$$\begin{cases} X = V_M t - R \sin \omega t \\ Y = R(1 - \cos \omega t) \end{cases}, \quad (1)$$

где  $R$  – радиус точки режущего элемента.

Выбор и расположение рабочих элементов на роторе производился с учетом исключения пропусков и обеспечения копирования поверхности картофельной грядки. Кроме того, при проектировании ротора принималось во внимание минимальность необработанных зон и величина измельчения стеблей  $l$ .

Расчет данных параметров производился по общеизвестной методике проектирования рабочих органов роторного типа с горизонтальной осью вращения.

Так как режущий элемент, закрепленная за оба конца при вращении находится под действием центробежной силы и сил сопротивления резанию, то в плоскости, проходящей через ось вращения барабана, она принимает форму, близкую эллипсу, малая ось которого равна расстоянию между двумя его концами, а большая зависит от длины режущего элемента. Зная размеры картофельной

грядки, изменением длины режущего элемента и расстояния между его концами, можно добиться такой формы петли, при которой будет наблюдаться наиболее полное копирование поверхности поля, т.е. будет наиболее полно удаляться растительность с поверхности картофельной грядки.

Также было сделано предположение, что согласно теории резания Желиговского, установка режущего элемента под некоторым углом к оси вращения, приведет к трансформации «угла лезвия», т.е. лезвие станет «острее», что положительно скажется на качестве работы ботводробителя.

Но в данном случае необходимо учитывать и форму петли в проекции на плоскость, перпендикулярную оси вращения барабана. Для определения формы указанной проекции проанализируем силовое воздействие, которое испытывает петля при выполнении технологического процесса удаления ботвы.

Режущие элементы на роторе установлены радиально, поэтому интенсивность ударов режущим элементом изменяется в радиальном направлении прямо пропорционально расстоянию точек элемента от центра вращения барабана. Следовательно, сила удара по длине элемента различна.

Но для перерезания ботвы требуется определенное усилие, которое обуславливает постоянство ударного воздействия во всех его точках, т.е. выполняется условие:

$$V_{y\partial} = V_{oi} \cdot \cos \alpha_i \quad (2)$$

где  $V_{y\partial}$  - скорость ударного воздействия режущего элемента на ботву, м/с.

$V_{oi}$  - окружная скорость режущего элемента в любой точке;

$\alpha_i$  - угол между точкой режущего элемента и ботвой.

Точки режущего элемента, расположенные на его поверхности удалены от центра вращения на различные расстояния, поэтому можно записать:

$$V_{y\partial} = \frac{\pi R_o n}{30}; \quad V_o = \frac{\pi R n}{30}. \quad (3)$$

Подставив значения  $V_{y\partial}$  и  $V_o$  в уравнение (1) получим:

$$R = \frac{R_o}{\cos \alpha} \quad (4)$$

Рассмотрим рисунок 1.

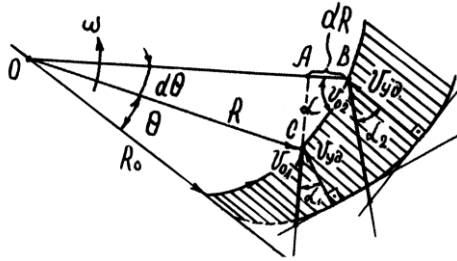


Рисунок 1 – Схема к анализу воздействия на режущий элемент

Из рисунка следует:

$AC=Rd\theta$ ,  $AB=dR$  угол  $ABC = \alpha$ ,  $OC=OA=R$ .

$$AC/AB = \operatorname{tg} \alpha$$

$$\frac{Rd\theta}{dR} = \operatorname{tg} \alpha \quad (5)$$

Дифференцируя уравнение (4) получим:

$$dR \cos \alpha - R \sin \alpha d\alpha = 0,$$

откуда

$$\frac{dR}{R} = \operatorname{tg} \alpha d\alpha \quad (6)$$

После подстановки значения из выражения (6) в уравнение (5) и некоторых преобразований имеем:

$$d\theta = \operatorname{tg}^2 \alpha d\alpha \quad (7)$$

Проинтегрировав выражение (7) при  $\theta=0$ ,  $C = -(\operatorname{tg} \alpha_0 - \alpha_0)$  имеем:

$$\theta = \operatorname{tg} \alpha - \alpha + C.$$

Окончательно получим

$$\theta = (\operatorname{tg} \alpha - \alpha) - (\operatorname{tg} \alpha_0 - \alpha_0) \quad (8)$$

Профиль, который отвечает условию постоянства ударного воздействия во всех точках режущего элемента, можно описать уравнениями:

$$\begin{cases} \theta = (\operatorname{tg} \alpha - \alpha) - (\operatorname{tg} \alpha_0 - \alpha_0) \\ R = R_0 \cos \alpha_0 / \cos \alpha \end{cases} \quad (9)$$

Эти уравнения представляют собой уравнения эвольвенты. Т. е. при взаимодействии режущего элемента с ботвой, петля в боковой проекции приобретет форму эвольвенты. Указанное заключение позволяет сделать вывод, что концы режущего элемента нельзя устанавливать под углом к оси вращения ротора, иначе произойдет искривление формы петли, что не позволит точно копировать поперечный профиль картофельной грядки и ухудшит полноту удаления ботвы картофеля.

Для проверки данного предположения была проведена серия экспериментов, целью которых было установить влияние установки петли под различными углами к оси вращения на качество выполнения технологического процесса ботводробителя.

По результатам этих опытов можно сделать вывод, что установка петель под различными углами к оси вращения, ведет к нарушению формы петли и нарушению технологического процесса работы ботводробителя. Это подтверждает теоретические выводы о силовом воздействии на петлю, изложенные выше.

С учетом вышесказанного разработан рабочий орган для предуборочного удаления ботвы картофеля и изготовлен экспериментальный образец ботводробителя с указанным рабочим органом (рисунок 2).



**Рисунок 2 - Опытный образец ботводробителя**

Данная конструкция позволяет повысить полноту уборки картофельной ботвы обеспечением копирования поверхности картофельной грядки и слабо подвержена износу от ударов о почву и другие предметы.

Изнаненные или разрушенные цепочно-проволочные петли могут быть быстро изготовлены и заменены даже в полевых условиях.

Предуборочное удаление ботвы данным ботводробителем производилось в СПК «ЛУКИ-АГРО» Кореличского района Гродненской области на сортах картофеля «Журавинка», «Дар», «Гусяр», с плотностью посадки 50 - 55 тыс. шт./га. Урожайность клубней картофеля составила 280-290 ц/га, урожайность ботвы – 150-160 ц/га. На момент удаления ботва была сильно развитая, частично пожелтая, полеглость составляла около 15%.

В ходе хозяйственной проверки фактическая рабочая скорость агрегата составила  $V=1,7 - 2,2$  м/с. Одновременно с оценкой качества работы экспериментального проволочного ботводробителя проводились замеры расхода топлива на технологический процесс, которые показали, что на агрегатирование ботводробителя и привод его рабочего органа использовалось менее 30% мощности двигателя трактора.

### **Заключение**

Для предуборочного удаления ботвы целесообразно применять рабочий орган, обеспечивающий повышение полноты удаления ботвы картофеля обеспечением копирования поверхности картофельной грядки.

При взаимодействии режущего элемента с ботвой, петля в боковой проекции приобретет форму эвольвенты. Данное обстоятельство необходимо учитывать при определении длины отрезка проволоки, необходимого для изготовления режущего элемента.

Установка петель под различными углами к оси вращения ведет к искривлению формы петли, что не позволит точно копировать поперечный профиль картофельной грядки и нарушит технологический процесс работы ботводробителя.

### **Список использованной литературы**

1. Рапинчук А. Л., Азаренко В. В. Состояние и перспективы развития механизации картофелеводства Республики Беларусь// Механизация и электрификация сельского хозяйства: Межвед. тем. сб. Вып. 38. Мн., 2004. с. 132–140.

2. Национальный Интернет-портал Российской Федерации [Электронный ресурс] / «Влияние комплекса агроприемов на урожайность и качество семенного картофеля в условиях Костромской области» Жукова О.Н., Николаев А.В., Анисимов Б.В. Костромской научно-исследовательский институт сельского хозяйства Отдел картофеля. – Режим доступа: <http://www.kosmin.ru>. – Дата доступа: 26.11.2014.

3. Национальный Интернет-портал Российской Федерации [Электронный ресурс] / «Как защитить картофель от фитофтороза» Н. Я. Кваснюк, Л. Н. Жеребцова, Е. И. Филиппова ВНИИ фитопатологии. – Режим доступа: <http://www.kartofel.org>. – Дата доступа: 08.04.2009.

4. Белый С. Р. Результаты экспериментальной проверки ботводробителя с роторно-проволочным рабочим органом / Инженерный вестник №1 2007. – с. 49 – 51.

### **УДК 621.43:631.353**

**к.т.н., доц. А. Д. Четкин, к.т.н., доц. Г. И. Гедроитч**  
*Белорусский государственный аграрный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

## **К ВОПРОСУ ОБОСНОВАНИЯ ТИПА ДВИЖИТЕЛЕЙ КОРМОУБОРОЧНЫХ МАШИН ДЛЯ ПОЧВ С НИЗКОЙ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТЬЮ**

### **Введение**

В настоящее время придается большое значение развитию кормовой базы произрастающих на почвах с низкой несущей способностью в том числе на торфяно-болотных и глинистых почвах, которые обладают повышенной деформативной способностью под действием внешних нагрузок. Эта особенность указанных почв требует создания кормоуборочной техники высокой проходимости.

Применение машин высокой проходимости обеспечивает уменьшение себестоимости корма, значительное сокращение затрат труда как на уборке так и на транспортировке измельченной массы,