

петель под различными углами к оси вращения, ведет к нарушению формы петли (рисунок 2) 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 (рисунок 3) и изготовлен экспериментальный образец ботводробителя с указанным рабочим органом.



Рисунок 3 – Рабочий орган ботводробителя

#### Заключение

Для проведения предуборочного удаления ботвы картофеля целесообразно использовать ботводробитель, рабочий орган которого имеет гибкие режущие элементы. При работе ботводробителя, проекция цепочно-проволочной петли (режущего элемента) в плоскости, проходящей через ось вращения барабана, принимает форму, близкую эллипсу, малая ось которого равна расстоянию между двумя его концами, а большая зависит от длины режущего элемента. Зная параметры картофельной грядки, изменением длины режущего элемента и расстояния между его концами, можно добиться копирования поверхности поля, т.е. будет наиболее полно удаляться растительность с поверхности картофельной грядки. Применяя режущие элементы различной длины, можно добиться уборки ботвы, свалившейся в междурядья. 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.

#### Литература

1. Национальный Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Минсельхозпрод Респ. Беларусь. – Минск, 2006. – Режим доступа: <http://mshp.minsk.by>. – Дата доступа: 25.12.2006.
2. Банадьев С. А., Юхевич М. И. Особенности применения современных технологий возделывания картофеля // Картофелеводство: Сб. науч. тр. Вып. 10. Мн., 2000. - с. 230–241.
3. Кононученко Н.В., Ковшер В.П. Зависимость урожайности и семенных качеств картофеля от способов предуборочного удаления ботвы // Картофелеводство: селекция, семеноводство, агротехника: Сб. науч. тр. / БелНИИКПО. — Мн., 1986. - с. 129–136.
4. Колчинский Ю. Л., Колчина Л. М. Современные отечественные и зарубежные технологии производства картофеля: Обзор информ. / МСХ РФ. – М.: Информагротех, 1992. – 28с.
5. Белый С. Р. Результаты экспериментальной проверки ботводробителя с роторно-проволочным рабочим органом / Инженерный вестник №1 2007. – с. 49 – 51.

УДК 631.356.46

#### ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ И КИНЕМАТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ БОТВОПОДЪЕМНИКА ДЛЯ СЕПАРИРУЮЩЕГО ЭЛЕВАТОРА

Портянко Г.И. к.т.н., доцент, Гурнович Н.П. к.т.н., доцент, Горный А.В. к.с.х.н., доцент,  
Жишкевич М.М. к.с.х.н., Портянко Е.Г., аспирант  
УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»  
г. Минск, Республика Беларусь

В статье приведено теоретическое обоснование основных конструктивных и кинематических параметров влияющих на работу ботвоподъемника для сепарирующего элеватора.

## Введение

При работе картофелеуборочных машин на полях с плохо убранный ботвой и присутствием в подкапывающем ворохе корневищ пырея сепарация почвы элеваторами затруднена из-за того, что растительные примеси находящиеся в нижних слоях перекрывают просветы между прутками.

Для повышение эффективности и качества отделения клубней от ботвы и почвы, снижения повреждаемости и потерь клубней при работе машины в сложных условиях в БГАТУ разработана конструкция ботвоподъемника устанавливаемого в зоне перепада картофельного вороха с первого на второй элеватор.

## Основная часть

Технологическая схема картофелекопателя КТН-2В с ботвоподъемником представлена на рисунке 1. Копатель содержит несущую раму, ходовые колеса, пассивные лемеха 1, первый 2 и второй 7 элеваторы, эксцентриковое устройство 3, шатун 4, сошку 5, ботвоподъемник 6, сужающее устройство 8.

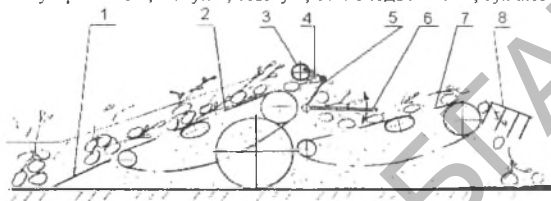


Рисунок 1 – Картофелекопатель КТН-2В (схема технологическая):  
1 – лемех; 2 – элеватор первый; 3 – устройство эксцентриковое; 4 – шатун; 5 – сошка;  
6 – ботвоподъемник активный; 7 – элеватор второй; 8 – устройство сужающее

Активный ботвоподъемник содержит трубу с наружным диаметром 50 мм и толщиной стенки 5 мм, в торцы которой сварены цапфы для шарнирного крепления ее на раме машины в зоне перепада вороха с первого на второй сепарирующий элеватор с помощью подшипниковых узлов. Правая по ходу движения машины цапфа имеет кольцевую проточку для фиксации подшипника, а левая кроме посадочного места под подшипник имеет шлицевую нарезку для крепления с помощью гайки приводной сошки. Труба имеет сверления для крепления в ней пяти П-образных прутков диаметром 15 мм. Расстояние между осями соседних прутков составляет 135 мм. Фиксируются прутки с помощью накладных скоб и стяжных болтов с гайками. Привод ботвоподъемника осуществляется посредством регулируемого по длине шатуна 4 один конец, которого шарнирно крепится к сошке 5, а другой к эксцентриковому устройству 3, которое приводится во вращательное движение посредством цепной передачи от ведущего вала первого сепарирующего элеватора.

Машина работает следующим образом.

При работе картофелекопателя на тяжелых по механическому составу почвах сильно засоренных ботвой и растительными остатками секционный пассивный лемех подкапывает два ряда картофеля, частично разрушает подкопанный пласт и передает его на первый сепарирующий элеватор. За счет движения и колебания рабочей поверхности на нем происходит разрушение комков и частичное отделение почвы. При сходе с первого сепарирующего элеватора оставшийся ворох поступает на активный ботвоподъемник. Клубни картофеля и мелкий ворох проходит в просвете между прутками и поступает на рабочую поверхность второго сепарирующего элеватора находящуюся под ботвоподъемником, где происходит окончательное отделение почвы, а ботва и крупные примеси застревают на прутках ботвоподъемника и за счет колебаний транспортируются им в зону освободившихся от почвы просветов прутков второго сепарирующего элеватора. Далее вся масса, находящаяся в машине транспортируется к пруткам сужающей решетки и укладывается на выкопанное поле сзади машины таким образом, что клубни и другие мелкие примеси находятся в нижних слоях вала, а ботва и крупные примеси в верхних. Ширина уложенного вала для удобства работы рабочих-подборщиков согласно агротехническим требованиям не должна превышать 1 м. В процессе подбора рабочие сбрасывают на сторону верхний слой вала и собирают находящиеся на поверхности клубни картофеля.

Определяем длину прутков решетки ботвоподъемника и кинематический режим его работы.

Зная, что частота вращения ведущего вала первого элеватора  $n_1 = 4,41 \text{ с}^{-1}$ , радиус звездочек элеватора  $R = 0,075 \text{ м}$  определяем максимально возможную скорость полотна элеватора

$$V_0 = 2\pi \cdot r \cdot n_1 = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,075 \cdot 4,41 = 1,4 \text{ м/с.}$$

Так как, ботвоподъемник установлен после первого сепарирующего элеватора, то для того чтобы брошенная с элеватора масса попала на рабочую поверхность колеблющейся решетки, а не перелетела ее, определим место ее установки и рабочую длину прутков.

Согласно схеме представленной на рисунке 2 запишем уравнения движения точки  $M$  находящейся на элеваторе после отрыва в плоскости  $Oxy$ .

$$x = V_0 \cdot t \cdot \cos \alpha;$$

$$y = V_0 \cdot t \cdot \sin \alpha - \frac{g \cdot t^2}{2}.$$

где  $\alpha = 24^\circ$  - угол наклона рабочей ветви полотна первого элеватора.

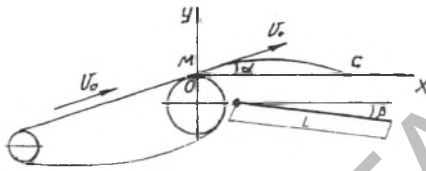


Рисунок 2 – Схема к определению длины прутков

Исключая из уравнений время  $t$ , получим уравнение траектории движения точки  $M$ :

$$y = x \cdot \operatorname{tg} \alpha - \frac{g \cdot x^2}{2 \cdot V_0^2 \cdot \cos^2 \alpha}.$$

Определим горизонтальную дальность полета частицы вдоль оси  $Ox$ . На схеме это отрезок  $OC=X$ . Полагая в последнем уравнении  $y=0$ , найдем точку пересечения траектории полета с осью  $Ox$ . Из уравнения  $x[\operatorname{tg} \alpha - g \cdot x/(2V_0^2 \cdot \cos^2 \alpha)] = 0$  получаем  $x_1 = 0$ , а  $x_2 = \frac{2V_0^2 \cdot \cos^2 \alpha \cdot \operatorname{tg} \alpha}{g}$ . Первое решение дает точку  $O$ , второе – точку  $C$ . Следовательно,  $X=x_2$ . И тогда окончательно

$$\bar{O} = \frac{V_0^2 \cdot \sin 2\alpha}{g} = \frac{1,4^2 \cdot \sin 2 \cdot 24^\circ}{9,81} = \frac{1,96 \cdot 0,743}{9,81} = 0,147 \text{ м.}$$

С целью надежного разделения вороха на прутках решетки принимаем их длину  $L = 0,425 \text{ м}$ .

Для проверки возможности повреждения клубней при соударении с прутками решетки и второго сепарирующего элеватора определим высоту траектории полета. Для этого подставим в уравнение траектории движения точки  $M$  выражение  $x = \frac{X}{2} = \frac{V_0^2 \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha}{g}$  и определим высоту траектории полета  $H$ :

$$H = \frac{V_0^2 \cdot \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{2,1^2 \cdot \sin^2 24^\circ}{2 \cdot 9,81} = \frac{2,1^2 \cdot 0,171}{2 \cdot 9,81} = 0,038 \text{ м.}$$

Что значительно меньше допустимого значения повреждения клубней при соударении с металлической поверхностью,  $H_{\text{сп}} = 0,4 \text{ м}$ . Следовательно, прутки решетки и второго элеватора могут быть опущены относительно верхней точки полотна первого элеватора примерно на  $0,36 \text{ м}$  без опасности повреждения клубней.

Для исключения сгуживания массы на решетке частота колебаний ее должна быть не меньше частоты колебаний полотна первого элеватора. Поэтому на ведущем валу первого сепарирующего элеватора устанавливаем дополнительную звездочку  $z_1 = 18$ . На вал эксцентрикового устройства устанавливаем звездочку с числом зубьев  $z_2 = 16$ .

$$\text{Определяем передаточное отношение цепной передачи } i = \frac{z_1}{z_2} = \frac{18}{16} = 1,13.$$

$$\text{Определяем частоту вращения вала эксцентрикового устройства } n_2 = n_1 \cdot i = 4,41 \cdot 1,13 = 5 \text{ с}^{-1}.$$

### Заключение

Конструкция, приведенная методика расчета, полученные параметры ботвоподъемника для сепарирующего элеватора картофелекопателя КТН-2В может быть использована при установке уст-

ройства не только на копатели других марок, но и при включении его в технологические схемы картофелеуборочных комбайнов. Амплитуду колебания прутков решетки можно изменять путем уменьшения или увеличения эксцентриситета привода кривошипа. Угол наклона прутков ботвоподъемника к горизонту составляет 10...15° и может изменяться путем изменения длины шатуна.

УДК 631.362.3:633.491

### УСТРОЙСТВО ДЛЯ АДАПТИРОВАННОГО РАЗДЕЛЕНИЯ КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ НА ФРАКЦИИ

Рапичук Л.А., к.т.н., Шупилов А.А., к.т.н., доцент, Агейчик В.А., к.т.н., доцент, Еднач В.Н., ст. преподаватель, Бондаренко И.И., ассистент  
 УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск  
 РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»  
 г. Минск, Республика Беларусь

Проведены исследования на основании которых предложена оригинальная конструкция машин для сортировки картофеля и разделение его на фракции, использование ее позволит снизить степень повреждения клубней рабочими органами калибратора.

#### Введение

Повреждение клубней картофеля эта актуальная проблема стоящая в одном ряду с такими как повышение производительности и качества выполнения рабочего процесса машинами для уборки и переработки клубней картофеля, она оказывает большое влияние на результаты всей деятельности. Значительные потери картофеля при хранении имеют прямую связь с условиями хранения и качеством закладываемого на хранение вороха. Согласно агротехническим требованиям предъявляемым к картофелеуборочным комбайнам количество повреждённых клубней не должно превышать 5%, а в послеуборочной переработке при сортировании не более 1% /1/. Повреждения наносимые клубням картофеля могут быть в виде сдираемой кожуры, потемнений мякоти, вырывов и трещин.

Минимизировать воздействие роликов на клубень можно предотвращая его протаскивание роликами через калибровочную щель.

Рассматривая схему взаимодействия клубня с роликами рисунок 1 можно сделать вывод, что если окружная скорость одного ролика будет выше другого, то клубень будет вращаться и выкатываться из щели поверхностью более быстрого ролика.

Условие при котором клубень не затянет в щель силами трения

$$V_1 < V_2,$$

где  $V_1$  и  $V_2$  – окружные скорости роликов.

$$V = \omega \cdot r = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{60},$$

где  $n$  – частота вращения ролика,  $r$  – радиус ролика.

Очевидно, что разной окружной скорости можно добиться изменяя либо частоту вращения, либо размеры роликов.

На кафедре «Сельскохозяйственные машины» БГАТУ разработана роликовая сортирующая поверхность, которая обеспечивает требуемую производительность и качество технологического процесса, при этом продвижение клубнеплодов не происходит.

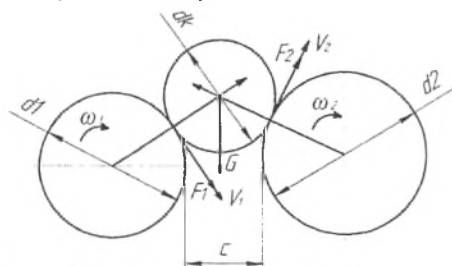


Рисунок 1 — Схема взаимодействия клубня с роликами