

С.А. Дрозд // Современные проблемы освоения новой техники, технологий, организации технического сервиса в АПК: материалы междунар. науч.-практ. конф. «Белагро-2019». – Минск: БГАТУ, 2019. – С. 254-260.

8. Воробьев, Н.А. Анализ зоотехнических требований к качеству измельчения зерна на кормовые цели / Н.А. Воробьев, С.А. Дрозд // Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукции: материалы междунар. науч.-практ. конф. – Минск: БГАТУ, 2019. – С. 267-268.

9. Бронштейн, И.Н. Справочник по математике для инженеров и учащихся вузов / И.Н. Бронштейн. – М.: Наука, 1981. – 704 с.

10. Елисеев, В.А. Исследование процесса измельчения зерна ударом / В.А. Елисеев: дис. ... канд. техн. наук. – Воронеж, 1962. – 189 с.

11. Соловьев, И.К. Исследование механики процесса дробления ингредиентов комбикормов в молотковые дробилки: дис. ... канд. техн. наук / И.К. Соловьев. – Ростов-на-Дону, 1961. – 225 с.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 23.07.2019

УДК 631.356.4.004.17

## **ОБОСНОВАНИЕ НАГРУЗКИ НА СЕПАРИРУЮЩИЙ ОРГАН КАРТОФЕЛЕУБОРОЧНОЙ МАШИНЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПРИЕМНОЙ ЧАСТИ, СОСТОЯЩЕЙ ИЗ ПЛОСКОГО ЛЕМЕХА И ДИСКОВЫХ БОКОВИН**

**Г.А. Радишевский,**

*доцент каф. сельскохозяйственных машин БГАТУ, канд. техн. наук, доцент*

**Н.П. Гурнович,**

*доцент каф. сельскохозяйственных машин БГАТУ, канд. техн. наук, доцент*

**Г.Н. Портянко,**

*доцент каф. сельскохозяйственных машин БГАТУ, канд. техн. наук, доцент*

**С.Р. Белый,**

*ст. преподаватель каф. сельскохозяйственных машин БГАТУ*

**Е.Ю. Журавский, Н.О. Петроченко, А.С. Мезга,**

*студенты агромеханического факультета БГАТУ*

*В статье рассмотрена целесообразность использования приемной части картофелеуборочных машин, состоящей из плоского лемеха и дисковых боковин. Приведены математические зависимости, позволяющие определять эффективность использования приемной части картофелеуборочной машины, состоящей из плоского лемеха и дисковых боковин в сравнении с существующей конструкцией.*

*Ключевые слова: картофелеуборочная машина, приемная часть, лемех, диск, картофель.*

*The article considers the feasibility of using the receiving part of potato harvesters, consisting of a flat ploughshare and disk sidewalls. Mathematical dependences allowing determining utilization efficiency of the receiving part of potato harvester, consisting of a flat ploughshare and disc sidewalls in comparison with the existing design are given.*

*Keywords: potato harvester, receiving part, ploughshare, disc, potatoes.*

### **Введение**

Картофель относится к числу важнейших сельскохозяйственных культур. Высокая продуктивность, питательная ценность и хорошая приспособляемость к условиям прорастания обусловили широкое его распространение во многих странах.

В Республике Беларусь картофель – одна из основных возделываемых культур, а его уборка является одним из трудоемких процессов, на который приходится более 60 % затрачиваемого труда на производство.

Наиболее перспективным направлением снижения затрат является повышение производительности за счет увеличения поступательной скорости карто-

фелеуборочной машины. Однако увеличение поступательной скорости машины ограничивается пропускной способностью приемной части и сепарирующей способностью рабочих органов.

### **Основная часть**

Используемые в Беларуси картофелеуборочные машины имеют в приемной части в основном плоские лемеха различной конструкции. При использовании их на рыхлых и сыпучих почвах, наблюдается тенденция к сгуживанию подкапываемого пласта, что приводит к неравномерной подаче клубненосного пласта на сепарирующие рабочие органы (рис. 1). Это



Рис. 1. Сгуживание подкапанного пласта картофельной грядки на рабочих органах приемной части картофелеборочной машины

в свою очередь приводит к перегрузке сепарирующих органов и, как следствие, к снижению рабочих скоростей картофелеборочных машин.

Плоский лемех не обеспечивает перерезание растительных остатков, обвалакивающих лезвие, что способствует задержке почвы на лемехе.

Секундная подача почвы в двухрядных картофелеборочных машинах достигает 200 кг и более [1].

Кроме того, плоский лемех при подкапывании картофельной грядки захватывает плотные слои почвы, расположенные в районе междурядий (рис. 2), что затрудняет сепарацию почвы на прутковых элеваторах [2].

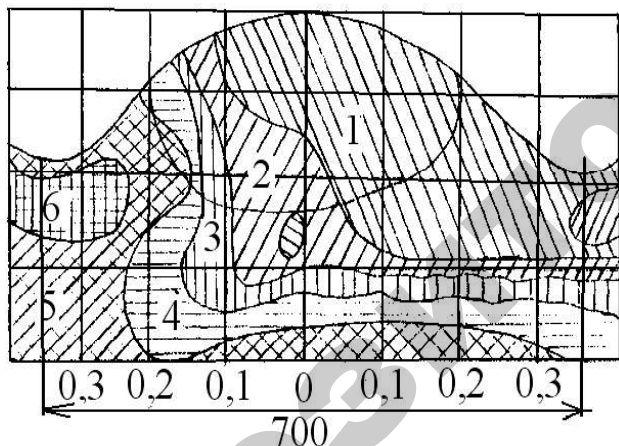


Рис. 2. Расположение зон плотности комков в поперечном сечении картофельной грядки: 1 – 1,5 кг/см<sup>3</sup>; 2 – 1,6 кг/см<sup>3</sup>; 3 – 1,7 кг/см<sup>3</sup>; 4 – 1,8 кг/см<sup>3</sup>; 5 – 1,9 кг/см<sup>3</sup>; 6 – 2,0 кг/см<sup>3</sup>

Одним из перспективных направлений совершенствования подкапывающих органов является установка по краям лемеха дисковых рабочих органов, применение которых позволяет значительно снизить сопротивление подкапывающих органов и также уменьшить количество поступающей почвы на сепарирующие органы.

Общая секундная нагрузка  $Q$  на первый элеватор (количество массы, поступающей на элеватор) опре-

деляется суммой нагрузок почвы  $Q_p$ , клубней  $Q_k$  и ботвы  $Q_b$ , кг/с.

Количество почвы, поступающей на элеватор

$$Q_{II} = \frac{\rho_n (100 + W)}{100} \left( S_{II} \cdot V_M \cdot i - \frac{Q_k}{\rho_k} \right), \quad (1)$$

где  $\rho_n$  – плотность абсолютно сухой почвы, кг/м<sup>3</sup>;

$W$  – влажность почвы, %;

$S_{II}$  – поперечное сечение подкапываемого пласта, м<sup>2</sup>;

$V_M$  – поступательная скорость агрегата, м/с;

$i$  – число подкапываемых рядков, шт.;

$\rho_k$  – плотность клубней картофеля, кг/м<sup>3</sup>.

Форму сечения подкапываемой грядки принимаем трапециевидальной [3]. Дисковые рабочие органы вырезают из гребня сечение, ограниченное слева и справа двумя следами режущей кромки дисков, спроектированных на фронтальную плоскость, снизу следом режущей кромки лемеха, спроектированной на эту же плоскость (рис. 3). Так как ось вращения дисков расположена в пространстве, то в общем случае

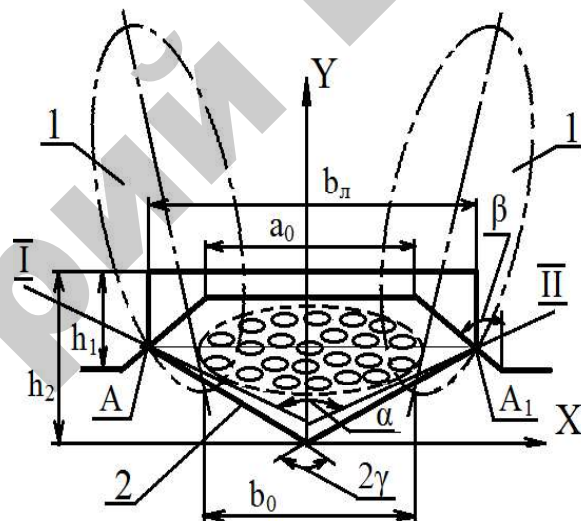


Рис. 3. Схема к определению поперечного сечения подкапываемого пласта: 1 – дисковые боковины; 2 – лемех; I и II – следы проекции условных дисков на фронтальную проекцию;  $2\gamma$  – угол раствора лемеха

следом режущей кромки на фронтальной плоскости является эллипс [4]. Плоский лемех располагается между дисками и имеет две режущие кромки, проекции которых на фронтальную плоскость образуют две пересекающиеся прямые.

Согласно рекомендации [5], след от режущих кромок лемеха можно принять за горизонтальную линию, так как угол между следами незначительно отличается от 180° и ширина лемеха не превышает 450 мм, а диски, расположенные с пространственной осью вращения, могут быть заменены условными дисками с таким же диаметром, ось вращения которых находится в плоскости, перпендикулярной направле-

нию движения машины, причем след условного диска на фронтальной плоскости проходит через точку касания следов диска и лемеха и точку пересечения профиля гребня со следом передней кромки диска (точки А и А<sub>1</sub>).

С учетом принятых допущений, площадь подкопанного пласта может быть определена по выражению:

$$S = \frac{h_2}{\operatorname{tg} \alpha / 2 + \operatorname{tg} \beta} \times \left[ h_2 \cdot \operatorname{tg} \beta \cdot \operatorname{tg} \alpha / 2 + b_0 \cdot \operatorname{tg} \beta \cdot \operatorname{tg} \alpha / 2 - \frac{(b_0 - a_0)^2}{4h_2} \right], \quad (2)$$

где  $a_0$  – ширина вершины гребня, м;  
 $b_0$  – расстояние между кромками диска на глубине подкопываемого слоя, м;  
 $b_d$  – ширина лемеха, м;  
 $h_1$  – высота гребня, м;  
 $h_2$  – глубина подкопывания, м;  
 $\alpha$  – угол между следами условных дисков на фронтальную плоскость, град;  
 $\beta$  – угол отклонения боковой грани гребня от вертикали, град.

Анализ выражения 2 показывает, что площадь поперечного сечения подкопываемого пласта, поступающего на первый элеватор, при равных условиях, зависит от глубины подкопывания.

Количество поступающих клубней и ботвы на сепарирующие органы

$$Q_k = q_k \cdot n \cdot i \cdot V_m (1 - 0,01\Pi_k);$$

$$Q_b = q_b \cdot n \cdot i \cdot V_m,$$

где  $q_k$  и  $q_b$  – наибольшая масса клубней и ботвы из одного гнезда, кг;

$n$  – число гнезд, шт/м;

$\Pi_k$  – потери в виде невыкопанных клубней, %.

Общее количество подкопанной массы, поступающей на сепарирующие органы

$$Q = 0,01\rho(100 + W) \cdot (S_{II} \cdot V_m \cdot i - Q_k / \rho_k) + n \cdot i \cdot V_m [q_k (1 - 0,01\Pi_k) + q_b]. \quad (3)$$

Расчеты по формуле 3 при  $a_0 = 0,25$  м,  $b_0 = 0,25$  м,  $h_2 = 0,20$  м,  $h_1 = 0,16$  м,  $R_d = 0,375$  м,  $B_n = 0,45$  м,  $\alpha = 90^\circ$ ,  $\beta = 38^\circ$ ,  $\gamma = 55^\circ$ ,  $n = 4$ ,  $i = 2$ ,  $\rho_n = 1550$  кг/м<sup>3</sup>,  $\rho_k = 754$  кг/м<sup>3</sup> и  $W = 20$  % показали, что секундная нагрузка почвой на первом элеваторе при работе четырехрядного комбайна с плоским лемехом, шириной 0,45 м и расположенными по сторонам дисковыми боковинами составила 512 кг, а при использовании серийной подкопывающей части, состоящей из лемеха и пассивных боковин – 618 кг.

Проведенные испытания показали, что при использовании приемной части, состоящей из плоского лемеха и дисковых боковин, за секунду на сепарирующие рабочие органы поступает 573 кг подкопанной

массы, что на 15,6 % меньше, чем при использовании серийной приемной части.

### Заключение

1. Предлагаемая конструкция приемной части картофелеуборочной машины, состоящая из плоского лемеха и дисковых боковин, позволяет производить подкопывание картофельной грядки на повышенных скоростях в сравнении с приемной частью, состоящей из плоского лемеха и пассивных боковин за счет того, что обеспечивается меньший забор подкопанной массы, и, кроме того, дисковые боковины обеспечивают более эффективное перерезание растительных остатков, обваливающих лемех, что уменьшает вероятность сгуживания почвы на лемехе.

2. Предложенные математические выражения позволяют вычислить количество поступающей подкопанной массы с целью определения параметров сепарирующей поверхности картофелеуборочных машин.

3. В результате проведенных испытаний установлено, что применение предлагаемой конструкции приемной части позволяет уменьшить загрузку сепарирующей поверхности картофелеуборочного комбайна на 15,6 % в сравнении с приемной частью, состоящей из лемеха и пассивных боковин.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Петров, Г.Д. Картофелеуборочные машины. / Г.Д. Петров – М.: Машиностроение, 1972. – 400 с.
2. Bohmig, H.I. Answirkungen der Traktorenfahrspur und deren Ljckerung bei dth mechanischen Pflegearbeiten im Kartoffelbau.: Dt. Agratechnik, 1968. – № 8. – P. 386-387.
3. Буяшов, В.П. Загрузка картофелеуборочного комбайна при работе с дисковыми подкопывающими рабочими органами / В.П. Буяшов, В.Е. Кругленя // Технология и механизация возделывания картофеля: материалы науч.-техн. конф., Минск, 1992. – С. 58-59.
4. Алферов, Г.С. Исследование взаимодействия дискового рабочего органа с почвой / Г.С. Алферов, Н.М. Лухтов // Рабочие органы и средства для возделывания, уборки и послеуборочной обработки корнеплодов и овощей: сб. научн. тр. / НПО ВИСХОМ. – М.: ВИСХОМ, 1990. – С. 24-31.
5. Максимов, Б.И. Исследование путей повышения эффективности процесса сепарации на просеивающих рабочих органах картофелеуборочного комбайна / Б.И. Максимов, Г.А. Трахтенбройт // Исследование и совершенствование машин для уборки корнеплодов и овощей: сб. научн. тр. / НПО ВИСХОМ. – М.: ВИСХОМ, 1982. – С. 54-64.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 11.03.2019