

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ СРЕДСТВА ИНТЕНСИФИКАЦИИ СЕПАРАЦИИ ОСНОВНОГО ЭЛЕВАТОРА КАРТОФЕЛЕУБОРОЧНЫХ МАШИН

Якутин Н.Н., Кашеев И.И.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» (ФГБОУ ВПО РГАТУ)

В статье представлено обоснование параметров средства интенсификации сепарации картофелеуборочных машин, разработанного группой ученых ФГБОУ ВПО РГАТУ по результатам анализа проблем механизированной уборки картофеля, связанных с сепарацией клубненосного вороха в условиях повышенной влажности почвы, с целью повышения эффективности разделения компонентов клубненосного вороха на основном элеваторе. Обоснование параметров разработанного средства интенсификации сепарации является необходимым, поскольку от их правильного выбора зависит выполнение следующих требований: исключение повреждений клубней и обеспечение максимальной производительности устройства. При полученных параметрах разработанное средство интенсификации сепарации повышает эффективность отделения клубней картофеля от примесей, а также не оказывает существенного влияния на повреждения клубней.

Ключевые слова: картофель, технология, уборка, интенсификация, повреждения.

GROUNDING THE PARAMETERS OF THE MEANS INTENSIFYING SEPARATION OF POTATO HARVESTERS' MAIN ELEVATOR

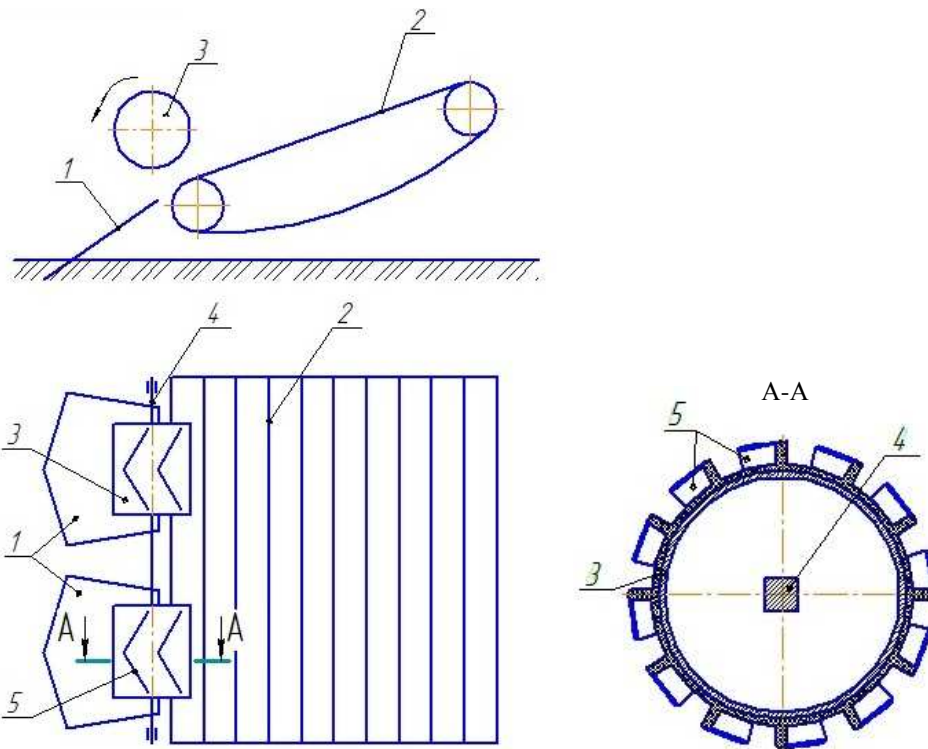
Yakutin N.N., Kashcheev I.I.

Federal State Budget Educational Institution of Higher Professional Education "Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev" (FSBEI HPE RSATU)

The article presents grounding the parameters of the means intensifying separation of potato harvesters developed by a group of scientists at FSBEI HPE RSATU in accordance with the analyses of potato machine harvest problems connected with tuberiferous pile separation in conditions of soil humidity in order to increase the efficiency of tuberiferous pile components separation at the main elevator. Grounding the parameters of the developed means intensifying separation is necessary because their correct choice leads to meeting the following requirements: bulbs damages expulsion and providing the full output of the device. The parameters we have got for separation intensification increase the efficiency of potato bulbs separation from additive agents and do not damage the bulbs essentially.

Keywords: potato, technology, harvest, intensification, damages.

По результатам анализа проблем механизированной уборки картофеля, связанных с сепарацией клубненосного вороха в условиях повышенной влажности почвы, в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» (ФГБОУ ВПО РГАТУ) разработано техническое решение [1], позволяющее повысить эффективность разделения компонентов клубненосного вороха на прутковом элеваторе (рис. 1).



1 – лемех; 2 – прутковый элеватор; 3 – барабан; 4 – приводной вал средства интенсификации сепарации; 5 – лопасть

Рис. 1. Конструктивно-технологическая схема средства интенсификации сепарации [1]

Устройство работает следующим образом. Лемех 1 подкапывает клубненосный пласт, который перемещается на сепарирующий прутковый элеватор 2. В зоне перемещения клубненосного пласта с лемеха 1 на элеватор 2 масса подвергается воздействию средства интенсификации сепарации. Лопасти 5 взаимодействуют с потоком материала, при этом происходит разрушение, разрыхление, разравнивание клубненосного пласта и более интенсивное его распределение по ширине пруткового элеватора 2. Также предотвращается сгуживание клубненосного пласта в зоне между лемехом 1 и элеватором 2.

Обоснование параметров разработанного средства интенсификации сепарации является необходимым, поскольку от их правильного выбора зависит выполнение следующих требований:

- исключение повреждений клубней;
- обеспечение максимальной производительности устройства.

Повысить эффективность разделения компонентов клубненосного вороха на прутковом элеваторе можно более равномерным распределением вороха на его поверхности. Определим ширину среза верхнего слоя гребня.

Рассмотрим сечение двух гребней с глубиной залегания клубней картофеля в виде косинусоиды (рис. 2).

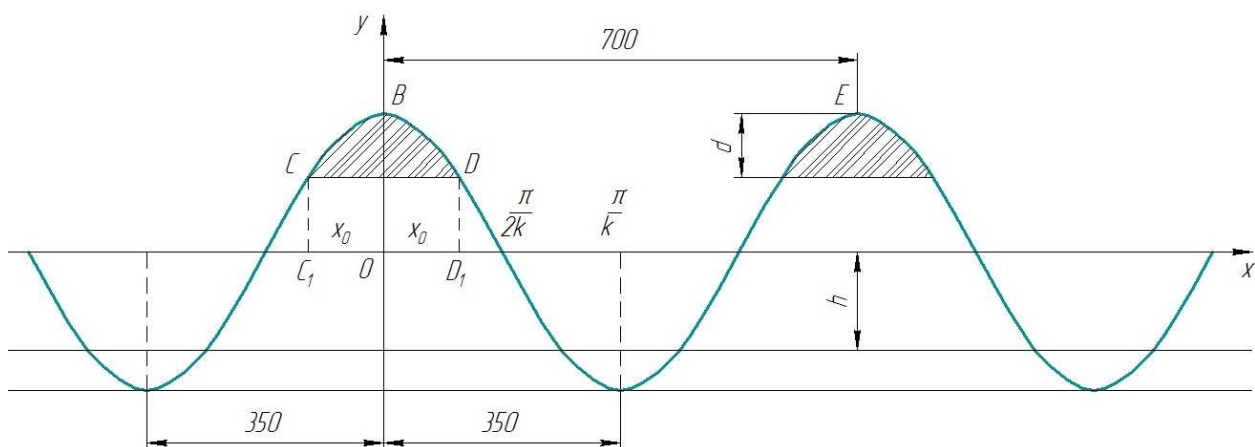


Рис. 2. Схема к определению ширины среза гребня грядки

Введем параметры:

$OB = A$ – амплитуда, мм; d – высота среза гребня, мм; $CD = 2x_0$ – ширина среза гребня, мм; h – максимальная глубина залегания клубней, мм; BE – ширина междурядий, мм.

Уравнение косинусоиды запишем в виде:

$$y = A \cdot \cos(k \cdot x) \quad (1)$$

Срезание верхнего слоя гребня происходит на высоте d . Ширина среза соответствует точке D_1 с абсциссой x_0 . Тогда

$$A \cdot \cos(k \cdot x_0) = A - d \quad (2)$$

Откуда

$$x_0 = \frac{1}{k} \arccos\left(1 - \frac{d}{A}\right) \quad (3)$$

По технологии посадки $\frac{\pi}{k} = 350$, откуда $k = \frac{\pi}{350} = 0,009 \text{ с}^{-1}$.

Тогда ширина среза:

$$x_0 = \frac{1}{0,009} \arccos\left(1 - \frac{d}{A}\right) \quad (4)$$

Для определения ширины среза гребня $CD = 2x_0$ построим график зависимости ширины среза гребня от высоты среза при постоянной высоте гребня $OB = A$. Ось x на рис. 2 соответствует горизонту почвы.

Производим расчет по формуле (4) и сводим данные в табл. 1.

По результатам расчета строим зависимость $x_0 = f(d)$ (рис. 3).

Результаты расчета для определения ширины среза гребня

Высота среза гребня d , мм	Высота гребня A , мм				
	120	110	100	90	80
10	91,4	95,5	100,2	105,8	112,3
20	130,2	136,1	143,0	151,0	160,6
30	160,6	168,1	176,8	186,9	199,0
40	186,9	195,8	206,1	218,2	232,7
50	210,7	220,9	232,7	246,7	263,6
60	232,7	244,2	257,6	273,5	292,9
70	253,6	266,4	281,4	299,3	321,2

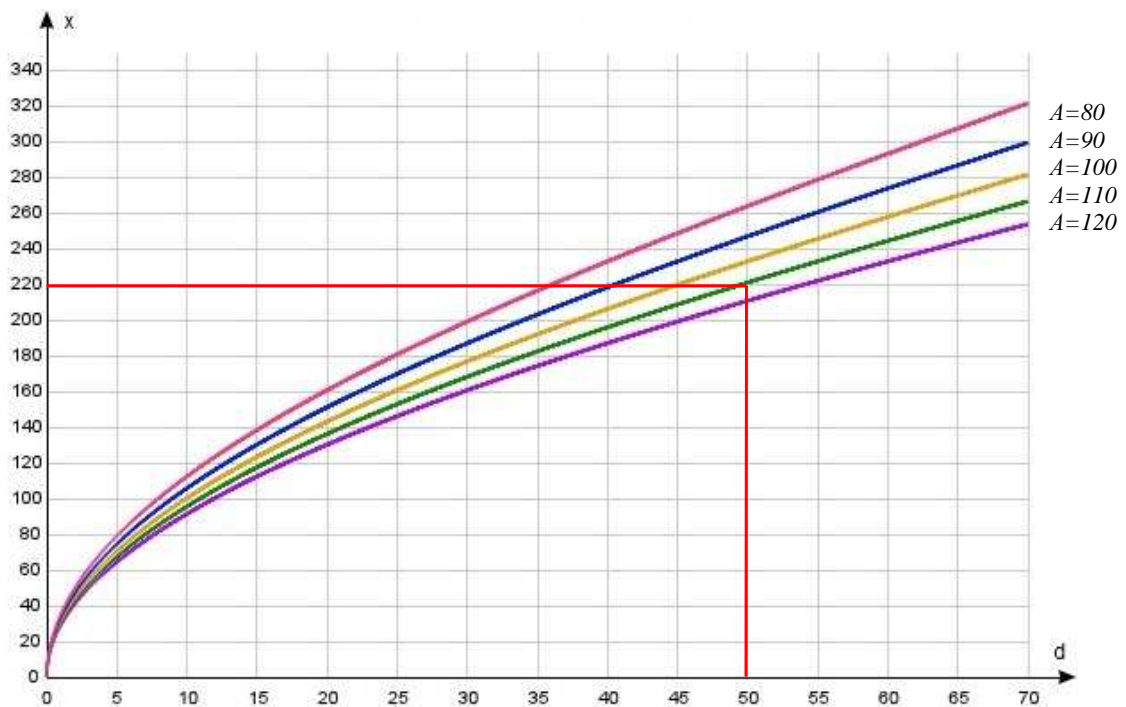


Рис. 3. График зависимости ширины среза гребня от высоты среза при постоянной высоте гребня

Принимаем высоту гребня $OB = 110$ мм, а высоту среза $d = 50$ мм. Тогда из табл. 1 ширина среза равна 220 мм.

Для обеспечения нормальной работы разработанного средства интенсификации сепарации должно выполняться условие:

$$Q_c^3 \leq Q_c^k, \quad (5)$$

где Q_c^3 — количество почвы по высоте гребня, кг/м³;

Q_c^k — количество почвы в срезаемой части гребня, кг/м³.

$$Q_c^3 = \rho \cdot \vartheta_3 \cdot b_3 \cdot h_3 \quad (6)$$

$$Q_c^k = \rho \cdot \vartheta_k \cdot b_k \cdot h_k \quad (7)$$

Получаем:

$$\rho \cdot v_3 \cdot b_3 \cdot h_3 = \rho \cdot v_k \cdot b_k \cdot h_k$$

Отсюда выражаем скорость клина v_k :

$$v_k = \frac{v_3 \cdot b_3 \cdot h_3}{b_k \cdot h_k} \quad (8)$$

Скорость элеватора находится в пределах $v_3 = 1,2 \cdot v_{\text{агр}} [2]$.

Т.е., приняв рабочую скорость агрегата $v_{\text{агр}} = 2,7 \frac{\text{км}}{\text{ч}} = 0,75 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, получаем

$v_3 = 1,2 \cdot 0,75 = 0,9 \text{ м/с}$, тогда скорость клина будет равна:

$$v_k = \frac{0,9 \cdot 0,35 \cdot 0,06}{0,22 \cdot 0,05} = 1,7 \text{ м/с} < 3 \text{ м/с} [2, 3].$$

Высота H расположения приводного вала средства интенсификации сепарации над линией полотна элеватора при известной высоте пласта почвы h_1 определится по выражению:

$$H = h_1 + \frac{r \cdot (v_k + v_3)}{v_e}, \quad (9)$$

где h_1 – высота пласта почвы, м;

r – радиус кольца барабана, м; $r = 0,09$ м;

v_k – поступательная скорость картофелекопателя, м/с;

v_3 – скорость вороха на полотне элеватора картофелекопателя, м/с;

v_e – окружная скорость барабана средства интенсификации сепарации, м/с.

Данное уравнение позволяет назначать предельные установки барабана средства интенсификации сепарации над линией полотна элеватора, исходя из толщины пласта вороха.

Учитывая, что лопасти средства интенсификации сепарации расположены ниже барабана, то радиус R_1 крайней нижней точки лопасти определится согласно выражению:

$$R_1 = r + h, \quad (10)$$

где h – высота лопасти, м; $h = 0,05$ м.

Окончательно высота H определится равенством:

$$H = h_1 + \frac{R_1 \cdot (v_k + v_3)}{v_e} \quad (11)$$

Производим расчет:

$$H = 0,16 + \frac{0,14 \cdot (0,75 + 0,9)}{1,7} = 0,295 \text{ м.}$$

Принимаем $H = 0,3$ м.

Таким образом, при полученных параметрах средства интенсификации сепарации повысится эффективность отделения клубней картофеля от примесей, а также будут исключаться повреждения клубней.

В качестве определения направлений дальнейших исследований отмечаем, что контроль данного технологического процесса возможен с использованием навигационно-связного оборудования на платформе ГЛОНАСС, которое стало интенсивно внедряться в агропромышленный комплекс.

Список литературы

1. Бышов Н.В., Якунин Ю.В., Якутин Н.Н. Картофелеуборочная машина // Патент России № 132943. 2013. Бюл. № 28.
2. Бышов Н.В. Научно-методические основы расчета сепарирующих рабочих органов и повышение эффективности картофелеуборочных машин: дис... д-ра техн. наук. – Рязань, 2000. – 414с.
3. Борычев С.Н. Машинные технологии уборки картофеля с использованием усовершенствованных копателей, копателей-погрузчиков и комбайнов: дис. ... д-ра техн. наук. – Рязань, 2008. – 414с.
4. Елистратов В.В., Стенин П.Г., Климаков В.В. К вопросу об использовании технологий ГЛОНАСС в агропромышленном комплексе // Современная наука глазами молодых ученых: достижения, проблемы, перспективы: материалы межвузовской научно-практической конференции 27 марта 2014 года. Ч. 1. – Рязань: ФГБОУ ВПО РГАТУ, 2014. – 220 с.
5. Елистратов В.В., Олейник Д.О. Концепция развития региональной системы мониторинга и управления эксплуатацией объектов транспорта и механизации сельского хозяйства в интересах агропромышленного комплекса, перерабатывающей промышленности и лесного хозяйства с использованием платформы ГЛОНАСС и автоматической идентификации (на примере Рязанской области) // Геоинформационные технологии в сельском хозяйстве материалы международной научно-практической конференции. Оренбургский государственный аграрный университет. – 2013. – С. 121-125.

Рецензенты:

Борычев С.Н., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Строительство инженерных сооружений и механика» (СИС и М) ФГБОУ ВПО РГАТУ, г. Рязань;

Успенский И.А., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Техническая эксплуатация транспорта» (ТЭТ) ФГБОУ ВПО РГАТУ, г. Рязань.