

3. Авторское свидетельство № 1650065 «Способ получения пищевой картофельной муки» Авторы: Городецкая Е.А. и др., указанные в опис., МИИСП им. Горячкина В.П., Москва, 1991.

4. Авторское свидетельство № 1764701 «Устройство для разделения сыпучих материалов» Авторы: Городецкая Е.А. и др., указанные в опис., МИИСП им. Горячкина В.П., Москва, 1992.

УДК 631.362.3: 633.491

О НЕКОТОРЫХ ФАКТОРАХ, ВЛИЯЮЩИХ НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ПОВЕРХНОСТИ КАРТОФЕЛЕКАЛИБРУЮЩИХ МАШИН

В.Н. Еднач, Д.Н. Бондаренко, Т.В. Бойко, к.т.н., А.А. Зенов
*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь*

Введение

Основным показателем работоспособности машины для калибровки клубней картофеля на размерные фракции является её удельная производительность при соблюдении требований точности разделения на фракции и уровня повреждений, наносимых рабочими органами. Оптимизация взаимосвязи этих показателей является актуальным и одним из основных в проектировании калибрующих поверхностей сортировальных машин.

Основная часть

Производительность калибрующей поверхности имеет прямо пропорциональную связь со скоростью перемещения разделяемого продукта. Рассматривая калибрующие поверхности машин для сортировки картофеля, образованные продольно расположенными роликами необходимо отметить, что скорость движения материала зависит от формы клубней. Для стабилизации скорости движения клубней по поверхности используется винтовая навивка, способствующая перемещению медленно движущихся плоских клубней и ограничивающая скорость округлых, для предотвращения защемления клубней навивками соседних роликов поверхность имеет чередующиеся спиральные гладкие ролики.

Рассмотрим условие, при котором клубень, представленный в виде шара, удерживаемый выступом спирали будет находиться в равновесии. При этом на клубень будут действовать: силы трения

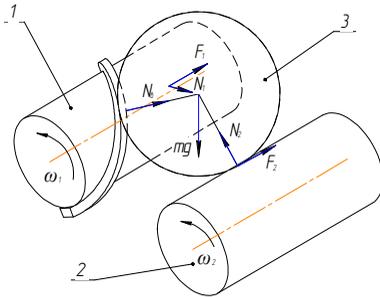


Рисунок 1 – Схема положения клубня между роликами:
1 – ролик со спиралью, 2 – гладкий ролик, 3 – клубень

F_1 и F_2 клубня о ролики, сила тяжести mg , силы нормальных реакций от роликов N_1 , N_2 и реакция выступа спирали N_v (рисунок 1). Для анализа рассмотрим взаимосвязь углов γ' , θ' , ε' , ζ' , μ' , δ' , под которыми действуют силы нормальных реакций, посредством которых определены проекции сил на плоскости (рисунок 2).

Центр клубня представляет собой точку O'' точки B'' , A'' и C'' места контакта клубня с роликами. При рассмотрении взаимосвязи углов и сторон.

$$O''B'' = O''C'' = R_\varepsilon \quad (1)$$

$$O''F'' = R_\varepsilon - h \quad (2)$$

$$tg\gamma' = tg\theta' \cdot tg\varepsilon' \quad (3)$$

$$\cos\zeta' = \frac{R_\varepsilon - h}{R_\varepsilon} \quad (4)$$

$$\gamma' = \arcsin \frac{C/2 + R_1}{R_k + R_1}, \quad (5)$$

где C – ширина калибрующего зазора, м; R_k – радиус клубня, м; R_1 – радиус первого ролика, м; h – высота выступа спирали, м.

Основное препятствие к движению клубня создает выступ спирали, а угол наклона калибрующей поверхности способствует росту сил стремящихся его преодолеть. Рассмотрим систему равновесия клубня на роликах

$$\begin{cases} m\ddot{x} = F_1 + F_2 - mg \cdot \sin \alpha + N_a \cdot \cos \mu' \cdot \sin \theta', \\ m\ddot{y} = (N_1 + N_2) \cos \gamma' - mg \cdot \cos \alpha + N_a \cdot \cos \mu' \cdot \cos \theta', \\ m\ddot{z} = (N_1 - N_2) \sin \gamma' + N_a \cdot \sin \gamma' \cdot \cos \zeta'. \end{cases} \quad (6)$$

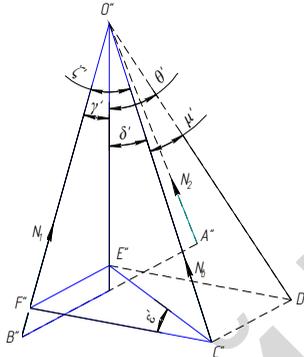


Рисунок 2. – Расчётная схема взаимодействия клубня с роликом

Из условия (6) определена сила нормальной реакции N_2

$$N_2 = \frac{mg \cdot \cos \alpha}{2 \cdot \cos \gamma'} \quad (7)$$

Сила реакции N_1 определена по выражению

$$N_1 = mg \left(\frac{R_k (\cos \alpha \cdot \cos \mu' \cdot \sin \theta' - \sin \alpha \cdot \cos \mu' \cdot \cos \theta')}{R_k \cos \gamma' \cdot \cos \mu' \cdot \sin \theta' - f \cdot h \cdot \cos \gamma'} - \frac{\cos \alpha}{2 \cos \gamma'} \right)$$

Нормальная реакция на выступ спирали

$$N_e = \frac{mg \cdot \cos \alpha}{2 \cdot \cos \gamma' \cdot \cos \zeta'} - \frac{N_1}{\cos \zeta'} \quad (8)$$

Из полученных уравнений определена зависимость конструктивных параметров и размера клубня.

Получено следующее условие перехода клубня через выступ при смещении по оси $0 - z$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\operatorname{tg} \gamma (R_k \sin \delta' + f(2R_k - h))}{2 \cdot R_k \sin \delta'} \quad (9)$$

При переходе клубня через выступ в плоскости $x - y$ за счет смещения по оси $0 - y$ и том же условии $N_l < 0$ получена следующая зависимость $tg\alpha \geq tg\theta$.

Из расчетной схемы углов (рисунок 2) определен $tg\theta$ как

$$tg\theta = \frac{\sqrt{R_k^2 - (R_k - h)^2} \cdot (R_1 + R_k)}{(R_k - h) \cdot \sqrt{(R_1 + R_k)^2 - (R_1 + C/2)^2}}. \quad (10)$$

Полученные расчеты позволили определить оптимальные конструктивные параметры поверхности и изготовить экспериментальный образец, на базе кафедры сельскохозяйственных машин БГАУ. Проведенная хозяйственная проверка разработанной калибрующей поверхности, установленной в качестве дополнительного оборудования на машину для калибрования картофеля МК-900 подтвердила результаты теоретических исследований.

Заключение

Установлены рациональные параметры калибрующих поверхностей: диаметры роликов 32 мм, максимальный угол наклона калибрующей поверхности к горизонту 45 градусов, высота спирали 9 мм.

Хозяйственная проверка калибрующей поверхности показала, что при рациональных параметрах и режимах работы уровень точности калибрования клубней картофеля крупной фракции составил 95...97 %, средней – 87...91 %. Повреждения от калибровки не превышали 1,6 % при производительности 10,8 т/ч.

Литература

1. А. Комлач Д.И. / Расчет основных технических параметров роликового калибратора / Д.И. Комлач, В.Н. Еднач // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межведомственный тематический сборник/ НАН Беларуси, РУП "НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства". – Минск, 2016. – Вып. 50. – С. 226-232.

2 Урамовский, Ю.М. / К вопросу определения рабочих параметров роликовых сортировальных поверхностей / Урамовский, Ю.М., Биза Ю.С., Еднач В.Н., Комлач Д.И. // Агропанорама. - Минск, 2013. - № 3. - С. 6-8.

3. Колос В.А., Ловкис В.Б. Анализ энергетической эффективности технологии производства картофеля в Северо-Западном регионе России. / Картофелеводство: сборник научных трудов. Т. 16. – Минск: РУП «НПЦ по картофелеводству и плодоовощеводству», 2009.– С. 292-297.