

УДК 663

**Модель эффективности работы овощечистки непрерывного принципа действия в зависимости от основных параметров реализуемого процесса при импульсном воздействии**

Головацкий В.А. valdurtera@rambler.ru

Санкт-Петербургский государственный университет низкотемпературных и пищевых технологий

*В данной работе произведен анализ модели, выполняемый с помощью разработанной программы, позволил получить следующие результаты: по мере износа абразивных валков происходит падение к.п.д машины. Иная картина наблюдается при уменьшении радиуса клубней, очищаемых машиной. Мелкий картофель, по-видимому, более плотно укладывается в зазоре между абразивными валками и к.п.д. машины возрастает. Увеличение  $P$  (объема загрузки), как свидетельствуют вычисления, ведут к увеличению к.п.д. машины. Проведенные исследования позволяют выявить зависимость коэффициента полезного действия (использования) очистительных машин от параметров их конструктивных элементов и свойств используемого сырья.*

Ключевые слова: к.п.д. машины, конструктивные элементы, абразивные валки.

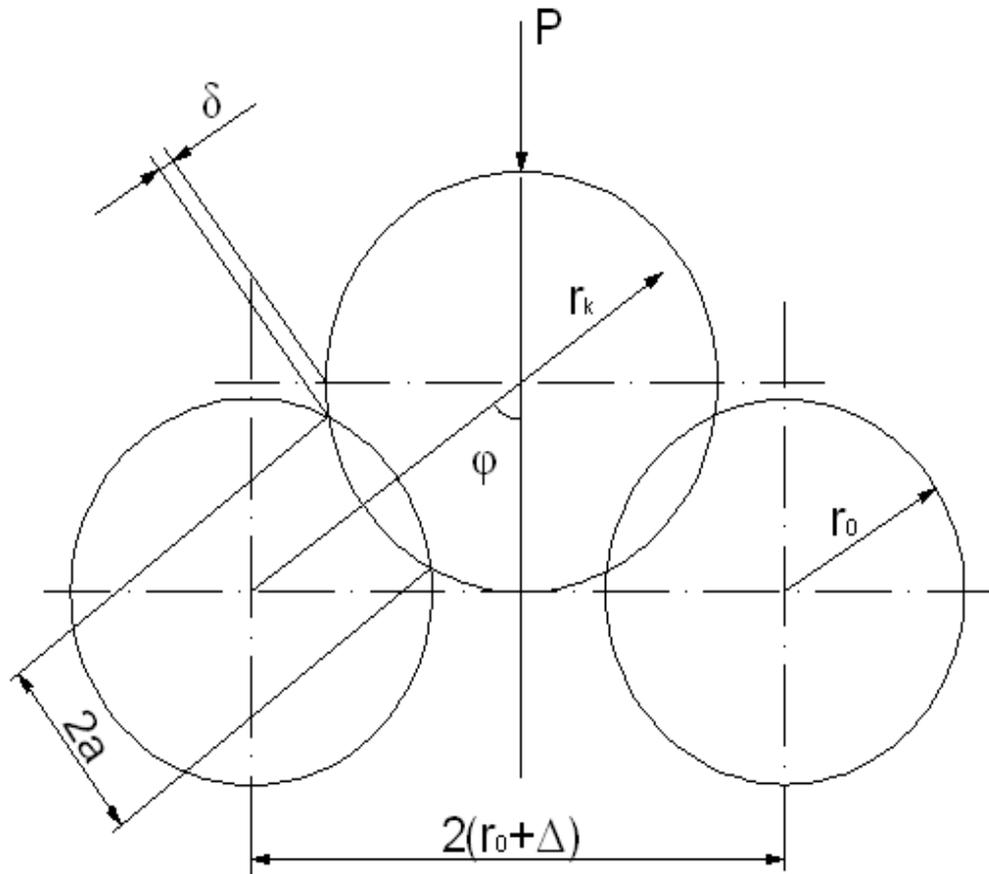
Известно [1,2,4], что размеры площадки, образующейся при сжатии клубня в принятой модели, характеризуется размером:

$$a = \sqrt[3]{\frac{3P \cdot r_0 \cdot r_k}{8 \cos \varphi (r_0 + r_k)} \left( \frac{1 - \mu_1^2}{E_1} + \frac{1 - \mu_2^2}{E_2} \right)}, \quad (1)$$

где  $E_1, E_2$  - модули упругости картофеля и материала рабочего органа, соответственно;  $\mu_1, \mu_2$  - коэффициенты Пуассона картофеля и материала рабочего органа, соответственно.

Делая далее допущение о том, что сила  $F_0$  распределена по площадке среза клубня

равномерно, запишем:  $F_0 = \tau_k \cdot \pi \cdot a^2 = \tau_k \cdot \pi \left[ \frac{3P \cdot r_0 \cdot r_k}{\cos \varphi (r_0 + r_k)} \left( \frac{1 - \mu_1^2}{E_1} + \frac{1 - \mu_2^2}{E_2} \right) \right]^{\frac{2}{3}}$  9



(7)

**Рис. 1. Модель овощечистки непрерывного действия с абразивными рабочими органами**

где  $\tau_k$  - предел прочности картофеля при срезе.

Зная величину  $a$  нетрудно найти [1,2]:

$$\delta = \left( \frac{1 - \mu_1^2}{E_1} + \frac{1 - \mu_2^2}{E_2} \right) \cdot \frac{3P}{4a} \quad , \quad (2)$$

Подставляя найденные значения в первоначальное неравенство, и, преобразуя его к более удобному виду, получим:

$$\frac{k \left( \frac{1}{r_0} + \frac{1}{r_k} \right)^{\frac{2}{3}}}{2\pi^{\frac{3}{2}} \sqrt{9}} \cdot \left( \frac{P}{\cos \varphi} \right)^{\frac{1}{3}} \geq \tau \left( \frac{1 - \mu_1^2}{E_1} + \frac{1 - \mu_2^2}{E_2} \right)^{\frac{2}{3}} \quad , \quad (3)$$

причем

$$\cos \varphi = \sqrt{1 - \frac{\epsilon_0 + \Delta^2}{\left[ r_0 + r_k + \frac{3P}{4a} \left( \frac{1 - \mu_1^2}{E_1} + \frac{1 - \mu_2^2}{E_2} \right) \right]}} \quad , \quad (4)$$

Полученная модель позволяет установить связь между конструктивными параметрами конкретной машины  $(P, r_0, \cos \varphi)$  и технологическими характеристиками  $(k, r_k)$  процесса очистки с одной стороны и качеством поступающего на переработку сырья  $(\tau_k, \mu_2, E_2)$  с другой стороны.

Найденные соотношения дают также возможность оценить эффективность работы картофелечистки в зависимости от основных параметров реализуемого процесса.

Коэффициент полезного действия рассматриваемых машин, как известно [3], определяется соотношением:

$$\eta = \frac{2 \cdot T \cdot r_{cp} \cdot \omega_p}{N_{эд}} \quad , \quad (5)$$

где  $r_{cp}$  - радиус абразивного валка;  $\omega$  - рабочая скорость вращения валков;  $N_{эд}$  - мощность установленного электродвигателя.

Подставляя значения  $T$  и  $r_{cp}$  через ранее найденные величины, получим:

$$\eta = \frac{k \cdot \omega_p \cdot P \cdot \sqrt{r_0^2 - a}}{N_{эд} \cdot \cos \varphi} \quad , \quad (6)$$

Анализ записанного выражения для наиболее важных случаев приводит к следующему:

1. Уменьшение  $k \overset{\sim}{\leftarrow} k \overset{\sim}{\leftarrow}$  - “забивка” абразива в процессе чистки приводит к снижению эффективности работы машины.

2. Уменьшение  $\omega_p \overset{\sim}{\leftarrow} \omega_p \overset{\sim}{\leftarrow}$  - снижение скорости рабочих валков также ведет к снижению к.п.д.

3. Уменьшение  $r_0 \overset{\sim}{\leftarrow} r_0 \overset{\sim}{\leftarrow}$  - при  $r_0' + \Delta' = r_0 + \Delta$  приводит к износу рабочих валков, то также ведет к снижению к.п.д., причем для сохранения

работоспособности машины эта характеристика обязательно должна отвечать ограничению:

$$r_0 \geq \frac{9 \rho L^2 \cdot \cos \varphi}{8r_k \rho_k - \Delta^2 - 9 \rho L^2 \cdot \cos \varphi},$$

где 
$$L = \frac{1 - \mu_1^2}{E_1} + \frac{1 - \mu_2^2}{E_2}.$$

4. Увеличивая нагрузки  $P' > P$  - увеличение степени полезного использования рабочего объема машины ведет к повышению к.п.д., но до определенного предела. Обязательно должно выполняться условие, предотвращающее продавливание картофеля между валками

$$\frac{P}{\cos \varphi} \leq \frac{4r_0^2 \rho_k + r_k}{3r_k \cdot L} \quad (7)$$

Зависимость  $\eta$  от величин  $k, \omega$  и  $N$  очевидна и подтверждает хорошо известные из практики положения о снижении к.п.д. очистительной машины при забивке абразивных валков (уменьшение  $k$ ), проскальзывании ремней в передачах (уменьшение  $\omega$ ) или увеличении сверх необходимых пределов мощности двигателя.

Исследование зависимости  $\eta$  от  $P, r_0$  от  $r_k$ , а тем более от  $E_2$  более трудоемко. Это связано с тем, что каждый из этих параметров взаимосвязан со всеми остальными посредством известного трансцендентного выражения.

Для преодоления аналитических трудностей анализа полученной зависимости составлена программа для ЭВМ, позволяющая решать соответствующие уравнения, с необходимой наперед заданной точностью методом деления отрезка пополам для любого набора начальных значений входящих параметров.

Анализ модели, выполняемый с помощью разработанной программы, позволяет получить следующие результаты: по мере износа абразивных валков (уменьшение  $R_0$ ) происходит падение  $\eta$ . Иная картина наблюдается при уменьшении радиуса клубней, очищаемых машиной  $R_1$ . Мелкий

картофель, по-видимому, более плотно укладывается в зазоре между абразивными валками и к.п.д. машины возрастает.

Увеличение  $P$  (объема загрузки), как свидетельствуют вычисления, ведут к увеличению  $\eta$ .

Интересные результаты дает анализ зависимости  $\eta$  от  $E_2$ . Данные свидетельствуют о том, что наибольший к.п.д. у очистительных машин реализуется при работе с прошедшим хранение картофелем, у которого понижен  $E_2$  [4].

Проведенные исследования позволяют выявить зависимость коэффициента полезного действия (использования) очистительных машин от параметров их конструктивных элементов и свойств используемого сырья.

Таким образом, рассмотренная модель механической очистки позволяет установить соотношения для назначения конструктивных и технологических параметров и наметить путь совершенствования соответствующих машин.

Одним из наиболее очевидных путей совершенствования рассматриваемых картофелечисток является обеспечение постоянства конструктивных и технологических параметров рабочих абразивных органов.

С этой целью целесообразна разработка новых составов абразивных материалов, позволяющих осуществлять вскрытие режущих кромок абразива при минимальных давлениях, устраняя проблему “забивки” абразива, и, решая вопрос сохранения постоянства важнейшего технического параметра – коэффициента трения  $k$ .

С другой стороны, необходимо рассмотреть возможности создания рабочих органов, реализующих принцип многолезвийных инструментов, т.е. валков, работающих одним слоем выступающих неровностей, подлежащих периодической очистке. Тем самым стабилизируется другой важный параметр – радиус рабочих роликов.

Программа, составленная для анализа выбранной модели механической очистки, позволяет быстро подбирать необходимые характеристики всех конструктивных элементов для обеспечения максимального к.п.д. машины и

снижения отходов при переработке любого сырья. Это позволяет использовать резервы ресурсосберегающей технологии для условий работы каждого конкретного предприятия.

### **Список литературы**

1. Головацкий В.А. Совершенствование процессов и аппаратов для переработки растительного пищевого сырья. СПб.: НИЭУиД, 2008. 122с.

2. Кац А.М. Теория упругости. М.: ГИТТЛ, 1956. 354 с.

3. Механическое оборудование предприятий общественного питания: Учебник / В.Д.Елхина, А.А.Журин, Л.П.Проничкина, М.К.Богачев. М.: Экономика, 1981. 320 с.

4. Николаев Б.А., Троянская Н.И., Акишина И.В., Пономарева Н.В., Шерстнева Н.О. Изменение качества картофеля и моркови при хранении // Пищевая технология. Известия вузов. Краснодар: КПИ. 1983. № 3. С. 61-65.

## **Model performance Peeler continuous action principle depending on the basic parameters of the process implemented by pulsed**

Golovatsky VA. valdurtera@rambler.ru

St. Petersburg State University Refrigeration and Food Engineering

*In this work the analysis of the model, carried out by the developed program has yielded the following results: the extent of wear of abrasive rolls are falling k.p.d machine. Another pattern is observed with decreasing radius of tubers, cleaned the machine. Small, potatoes, apparently, more tightly fit in the gap between the abrasive rolls and efficiency machines increases. Increase (volume loading), as evidenced by the calculations lead to an increase k.p.d machine. Studies can reveal the dependence of efficiency (usage) cleaning machines on the parameters of their structural elements and the properties of the feedstock used.*

Keywords: k.p.d machines, design elements, abrasive rolls.

**РЕЦЕНЗИЯ** на рукопись в ЭНЖ СПбГУНиПТ:

УДК \_\_\_\_\_ № специальности ВАК

РФ \_\_\_\_\_

Название

статьи \_\_\_\_\_

—

Автор(ы): \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Рецензент(ФИО, уч.звание, уч. степень, э-

майл) \_\_\_\_\_ (СПбГУНиПТ)

Рецензент заполняет в таблице оценки в столбце 3 в строках 1-4 одной цифрой оценки в каждой строке и при необходимости комментирует оценки в столбце 4 Примечания.

№№ пп	Наименование оценки	Оценка. 0,1,2,3,4,5 (5 -высшая оценка)	Примечания
1	Степень соответствия содержания рукописи тематике ЭНЖ		
2	Актуальность.		
3	Научный уровень		
4	Практическая ценность		

Текст рецензии :

Рецензент:(подпись, дата )