

## **Исследование топологии абразивных покрытий картофелечисток периодического действия**

Мосина Н.А., Алексеев Г.В. gva2003@rambler.ru

Санкт-Петербургский государственный университет  
низкотемпературных и пищевых технологий

*В настоящее время очистка корнеклубнеплодов, в частности картофеля, осуществляется в машинах периодического действия с нанесенным на внутреннюю поверхность абразивным покрытием. Такие покрытия часто засаливаются и не обеспечивают должного качества очистки и необоснованно повышают расход сырья. Одним из путей решения этой проблемы является применение дискретного абразивного покрытия изготавливаемого методом гальваностегии. Научно обоснованные рекомендации по топологии таких покрытий в настоящее время отсутствуют.*

Ключевые слова: очистка корнеклубнеплодов, абразивные покрытия, рациональная топология покрытия изготовленного методом гальваностегии.

Одной из возможностей совершенствования процесса очистки картофеля в камерах картофелеочистительных машин периодического действия является замена боковых вставок из сплошного абразива на вставки с прерывистым нанесением абразива. Методика прерывистого шлифования, апробированная в области обработки металлов, позволяет сократить энергозатраты, увеличить время работы абразивов без засаливания, улучшить качество очистки сырья, а также снизить материалоемкость и трудоемкость изготовления рабочих органов.

Подобные покрытия рабочих органов состоят из подложки с закрепленными на ней полосами терочных элементов. При приведении рабочих органов в движение корнеплоды начинают перемещаться относительно покрытия и прижиматься под действием силы тяжести и центробежной силы к терочным элементам, которые надежно удерживаются на подложке посредством слоя из электропроводного материала. Остро выступающими гранями абразивных частиц терочные элементы снимают с корнеплодов тонкий слой кожуры. Проходя последовательно все абразивные полосы одну за другой, клубни очищаются от кожуры. При этом, проходя каждую очередную полосу терочных элементов,

они выталкивают из зазоров между отдельными абразивными частицами кожуру от предыдущего клубня в пространство между полос. Подобные покрытия могут быть изготовлены методом гальваностегии.

Для совершенствования процесса очистки необходимо рассчитать такие параметры нанесения абразивных полос, как угол их наклона, ширину отдельной полосы и отношение ширины полосы к ширине промежутка между полосами. Последнюю величину для определенности примем равной единице. Что касается угла наклона и ширины полос, то для их расчета рассмотрим следующую модель.

Для расчета угла наклона полос рассмотрим отдельно взятый клубень картофеля. Предполагая его однородной сферой и не учитывая влияние на него других клубней, определим траекторию его движения по конической чаше и угол, под которым клубень должен вылетать к стенке. Угол наклона конусной чаши к горизонту промышленно применяемых картофелечисток 30 градусов.

Для расчетов примем следующие значения величин:

$m = 0.2$  кг, масса одного клубня.

$g = 9.81$  м/с<sup>2</sup>, ускорение свободного падения.

$\omega = 40$  рад/с, угловая скорость вращения конической чаши.

$K = 0.4$  коэффициент проскальзывания клубня по чаше.

$r$ , м – переменный радиус вращения клубня, изменяется от 0 до 0.25 м.

На находящийся на конической чаше клубень действуют следующие силы: сила тяжести  $G = mg$ , направленная вертикально вниз, центробежная сила  $C = m\omega^2(1 - K)^2 r$ , стремящаяся отбросить клубень на цилиндрическую стенку, и сила трения, направленная противоположно вектору скорости. Под действием этих сил клубень совершает составное движение: переносное вращательное вокруг оси  $Z$  с переменной скоростью  $\omega_k = \omega(1 - K) = 24$  рад/с и прямолинейное относительное движение. Учитывая эти обстоятельства в любой момент времени переносная скорость  $v_e = \omega_k t$  будет направлена перпендикулярно к плоскости треугольника  $OMZ$ , а относительная скорость  $v_r = \frac{dl}{dt}$  будет направлена вдоль прямой  $l = OM$  (см. рис.1).

По теореме сложения скоростей вектор абсолютной скорости  $\vec{v}_a = \vec{v}_e + \vec{v}_r$ , а угол его наклона к горизонту будет искомым углом подъема спирали  $\Theta(t)$ .

Рассмотрев изменение скоростей и угла подъема спирали, происходящее за пренебрежимо малое время  $dt$  и проинтегрировав полученное выражение по времени, получим выражение для угла:

$$\Theta = \text{arctg}(20.76t) + 2.41 * 10^{-2} \ln(1 + 431t^2)$$

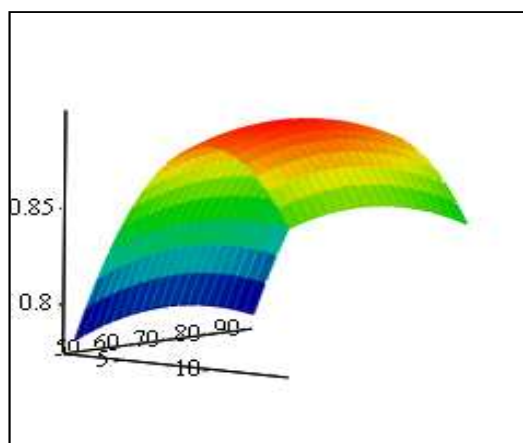
Время, которое проведет клубень на конической чаше, определим из уравнения энергетического баланса.

Подаваемая от электродвигателя энергия будет расходоваться на сообщение кинетической и потенциальной энергии клубням, находящимся на конической чаше. Их количество примем равным 25 % от всей массы загруженных клубней.

Получим следующее уравнение энергетического баланса, из которого сможем выразить требуемое время  $t$ . При составлении уравнения коэффициент 0.65 будет учитывать потери на трение.

$$\frac{N_k}{t} = 0.65 \left( Mg \frac{l \sin 30}{2} + \frac{M(\omega_k r \cos \Theta)^2}{4} \right)$$

Решая полученное уравнение численно найдем корень этого уравнения равный значению времени  $t=0.07$ с, которому соответствует угол вылета клубней  $\Theta = 35$  градусов. Следовательно, для оптимальных условий очистки необходимо абразивные полосы наносить под углом 55 - 60 градусов так, чтобы клубень вылетал с конической чаши перпендикулярно ребру абразивной полосы.



$F, (X, Y, Z)$

Рис. График зависимости остаточной массы картофеля от времени очистки.

Проведенные экспериментальные исследования подтверждают, что именно нанесение полос под углом 60 градусов обеспечивает наименьшее количество отходов и время очистки при одинаковом её качестве (90% очищенной поверхности клубня). В ходе эксперимента сравнивалось качество очистки рабочими органами трех видов: с нанесением абразивных полос под углом 60, 90 и 135 градусов. Вне зависимости от срока хранения картофеля (изменения его упругих свойств) лучшие результаты были получены при нанесении абразивных полос под углом 60 градусов. Приведенный на рисунке график зависимо-

сти остаточной массы картофеля от времени очистки построен по данным, полученным при обработке молодого картофеля (сентябрь). По вертикальной оси Z отложена остаточная масса, по оси X – время очистки, по оси Y – угол наклона абразивных полос.

### **Список литературы**

1. Мосина Н.А., Алексеев Г.В. Математическая модель перемещения квазиупругих объектов в рабочей камере. Вестник Международной академии холода. 2009. № 4. С. 24-26.
2. Жучков А.П., Бирюков Ю.И. Определение минимального числа оборотов рабочего органа картофелечистки периодического действия // Общественное питание: Респ. межвед. научно-технический сб. 1970. Вып. 6. С. 137-140.
3. Чиков В.М. К вопросу о конструкции и режимах работы картофелечисток периодического действия // Оптимизация работы торгово-технологического оборудования: Сб. ст. Л.: ЛИСТ. 1980. С. 56-64.

# **Topology investigation of abrasive coating in batch-type potato peelers**

Mosina N.A., Alekseyev G.V. gva2003@rambler.ru

Saint-Petersburg State University of Refrigeration  
and Food Engineering

*Up-to-date peeling of vegetable roots and tubers, potatoes in particular, is accomplished in batch-type machines the interior of which is coated with abrasive. Such coating often becomes greasy, cannot guarantee proper quality of peeling and increase groundless raw materials consumption. One of the ways to solve the problem is to apply intermittent abradant coating produced by galvanostegy. Nowadays there exist no scientifically grounded recommendations on topology of such coatings.*

Key words: peeling of vegetable roots and tubers, abrasive coatings, rational topology of coatings produced by galvanostegy.