

теории термического контакта при локальном трении // Новое в теории трения. – М.: Наука, 1966. – С. 98-145. **3.** Бабей Ю.И., Максимишин М.Д., Любичкий Т.Т. Температурные поля, возникающие в зоне контакта деталь-инструмент при фрикционно-упрочняющей обработке // Свойства конструкционных материалов при воздействии рабочих сред. – К.: Наукова думка, 1980. – С. 247-266. **4.** Температурное поле в цилиндрических деталях, возникающее при фрикционном упрочнении /Пляцко Г.В., Максимович В.Н., Хомляк Л.В., Бабей Ю.И. – Физико-химическая механика материалов. – 1981. - № 6. – С. 82-87. **5.** Сипайлов В.А. Тепловые процессы при шлифовании и управление качеством поверхности. – М.: Машиностроение, 1987. – 167 с. **6.** Основы тепловых явлений при шлифовании деталей машин / А.В.Якимов, Б.О.Ткаченко, С.Г.Зимин и др. – Одесса : ОГПУ, 1997. – 272 с. **7.** Сопrotивление материалов /Г.С. Писаренко, В.А.Агарев, А.Л.Квитка и др. / Под ред. Г.С.Писаренко. – К.: ГИТЛ, 1963. – 791 с. **8.** John J.Burke, Volker Weiss Surface Treatments for Improved Performance and Properties. – Plenum Press. – New York, 1982. – 188 p.

Сдано в редакцию 6.06.06

Рекомендовано д.т.н., проф. Михайлов А.Н.

МОДЕЛИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРОДУКТА С РАБОЧЕЙ КАМЕРОЙ КАРТОФЕЛЕЧИСТОК

Заплетников И.Н., Жидков Ю.В., Громов С.В. (ДонГУЭТ, г. Донецк, Украина)

The results of the telemetric of working process in the camera of potatoes refining machines of periodical action are presented in the article. The mechanism of potato motion in the working camera is studied. The empirical dependence of parameters of process has been led.

Машины очистки картофеля периодического действия применяются широко на предприятиях питания. Машины типа МОК выпускаются заводом Белорусского ПО торгового машиностроения, а также рядом фирм Европы Польши, Германии, Франции, Чехии, Италии и др. Для всех конструкций машин рабочий процесс происходит в цилиндрической камере с абразивной поверхностью и вращающимся дисковым рабочим органом. Последний имеет 2-3 "волны", армированных абразивом. Абразивная поверхность рабочего органа может быть плоской или иметь еще дополнительно и коническую поверхность.

В литературе [1] представлена упрощенная расчетная схема для определения минимальной частоты вращения рабочего органа, зависимости для определения мощности электродвигателя машины, а также визуальная схема движения клубней в рабочей камере. По данной схеме рассчитать траектории движения клубней и определить размеры рабочей камеры машины, их оптимизировать не представляется возможным.

Целью данных исследований является техническое установление механизма движения клубней во время рабочего процесса очистки клубней и получения эмпирических зависимостей его параметров.

Для осуществления поставленных технических задач применен телеметрический метод исследования со статической обработкой результатов в программе "Excel".

Телеметрические исследования проводились с помощью цифровой видеокамеры "Panasonic MD9000". Съемка проводилась на фоне координатной сетки 50x50мм в двух ракурсах: при виде объекта сверху и сбоку. Исследования проводились на картофелечистке МОК-150 со снятой цилиндрической рабочей камерой и цилиндрической обечайкой корпуса машины. На вращающийся рабочий орган попадали два клубня массой по 90гр каждый. Один – на внутреннюю часть рабочего органа, другой – на наружную. Камера фиксировала траектории движения клубней по рабочему органу и в свободном полете при виде сверху, а также вертикальное перемещение клубней при виде сбоку. Изображение записывалось на дискету, по специальной программе на персональном компьютере проводилась раскадровка и на принтере распечатывались телекадры с промежуток 0,04с. Распечатанные телекадры (рис. 1) обрабатывались следующим образом.

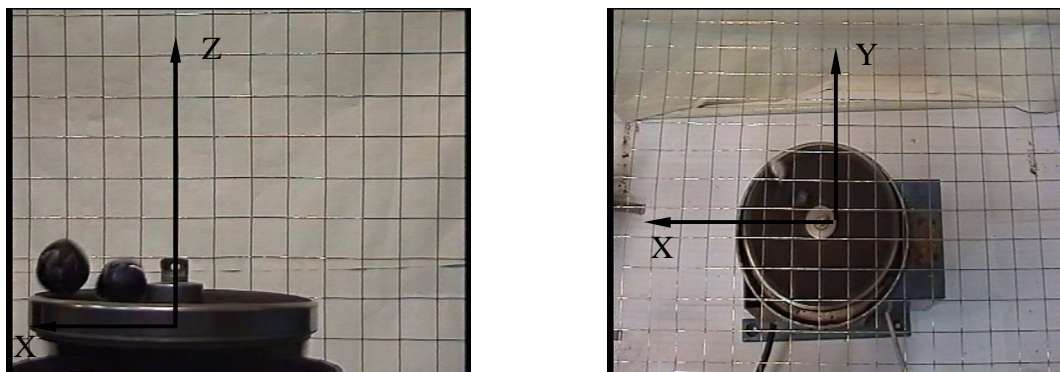


Рис.1. Телекадры движения клубней в машине очистки картофеля

По изображению процесса определялись центры масс клубней (максимальная погрешность 2,2%) и их координаты вдоль осей X, Y, Z, а также в свободном полете. Центр координат совпадал с осью вращения рабочего органа. По относительному изменению координат на телекадрах определялись скорости перемещения центров масс вдоль оси X- V_x^r , Y- V_y^r и Z- V_z^r , далее по известным зависимостям определялись результирующая в горизонтальной плоскости V_A^r и абсолютная скорость движения клубней V_A внутреннего (в.р.) и наружного расположения (н.р.).

Полученные результаты иллюстрированы графиками на рисунках 2-4.

Движение клубней относительно рабочего органа с момента соприкосновения начинается через 0,04с для клубня (в.р.), что соответствует углу поворота рабочего органа 20° , а наружного – через 0,02с (рис.2). Клубень в.р. движется относительно рабочего органа вдоль оси X равноускоренно. Изменение скорости описывается уравнением:

$$V_x^r = 0,1083t^2 - 0,4718t + 0,5297, R^2 = 0,9435, \quad (1)$$

где R – коэффициент множественной корреляции.

Изменение скорости движения этого клубня вдоль оси Y характеризуется зависимостью с максимумом при $t = 0,16с$

$$V_y^r = -0,0754t^2 + 0,6184t - 0,5766, R^2 = 0,8487 \quad (2)$$

Зона максимальной скорости клубня соответствует углу поворота от оси X 85°. Клубень в.р. начинает вращаться вначале вместе с рабочим органом с момента касания на угол 20°, затем начинается движение относительно абразивной поверхности "волны", т.е. начинается процесс очистки клубня. Скорость движения клубня относительно оси Y превышает скорость движения вдоль оси X до момента 0,19с. На графиках 1 и 2 можно определить и скорости клубня в момент пересечения габарита рабочей камеры $t_r = 0,22\text{с}$, $V_x^r = 1,1\text{м/с}$; $V_y^r = 0,42\text{м/с}$.

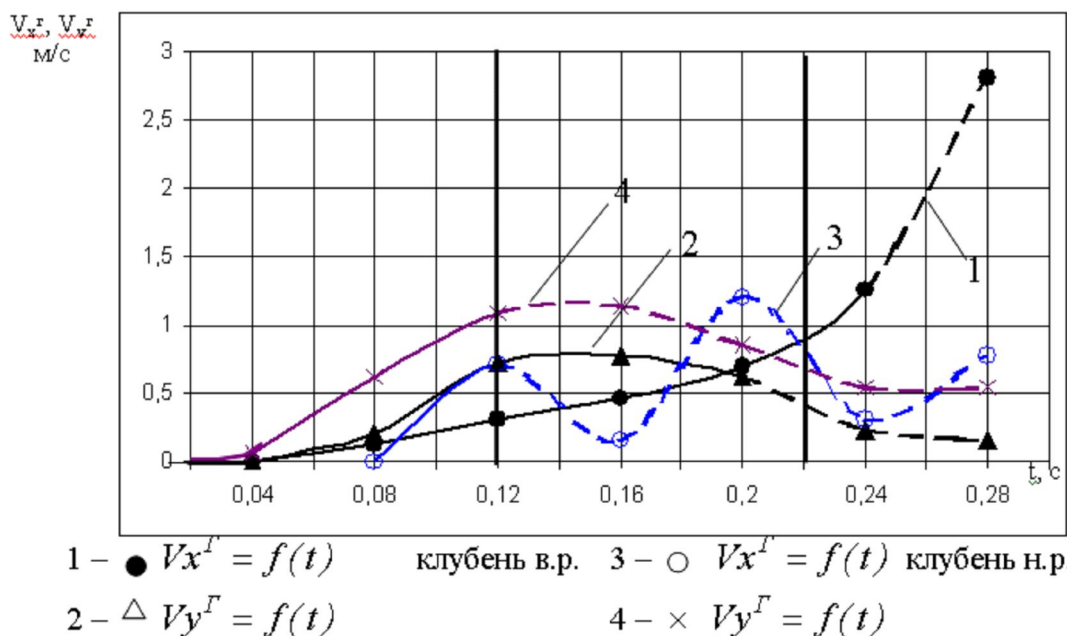


Рис. 2. Изменение скорости движения центров масс клубней в горизонтальной плоскости
 ————— движение в зоне рабочей камеры
 - - - - за пределами рабочей камеры

В момент, когда $V_x^r = V_y^r$ вектор результирующей этих скоростей будет направлен под углом 45°, затем величина V_x^r возрастает, а V_y^r снижается. Это приводит к тому, что клубень подходит к стенкам рабочей камеры по направлению, близкому к направлению касательной к цилиндрической поверхности рабочей камеры. В таком случае уменьшается кинематическая энергия удара клубня о стенку рабочей камеры, в результате снижается шум от удара клубней о стенку рабочей камеры и улучшается процесс очистки клубня от кожуры. Это явление будет более эффективным, если разница между V_x^r и V_y^r будет большей. Поэтому для машины МОК-150 целесообразно было бы (см.рис.2) увеличить диаметр рабочей камеры с 275мм до 410мм.

Анализируя механику движения клубня наружного расположения в момент загрузки рабочей камеры, следует отметить, что измерение скорости V_x^r носит колебательный характер и аппроксимируется полиномом пятой степени вида

$$V_x^r = 0,1108t^5 - 2,4836t^4 + 21,4t^3 - 88,213t^2 + 173,23t - 128,62, R^2 = 0,98 \quad (3)$$

Отличие V_x^r и V_y^r можно объяснить вращением клубня вокруг оси, проходящей через ц.м. клубня. В направлении оси X клубень н.р. начинает движение позже клубня в.р. лишь с угла поворота рабочего органа 40°, что соответствует $t =$

0,08с. Скорость движения вдоль оси У превышает V_x в пределах, практически, всего объема рабочей камеры. На клубень н.р. в большей степени сказывается влияние центробежной силы, которая и прижимает клубень к терочной поверхности рабочей камеры и энергия удара по этой поверхности оказывается большей. Клубень н.р. контактирует с рабочим органом незначительное время – 0,08с, а остальное время – со стенками рабочей камеры. Эмпирическая зависимость изменения скорости V_y^r имеет вид :

$$V_y^r = -0,0874t^2 + 0,7376t - 0,5091, R^2 = 0,8228. \quad (4)$$

Результирующие значения изменения скоростей V_x^r и V_y^r в горизонтальной плоскости для клубней внутреннего и наружного расположения приведены на рисунке 3.

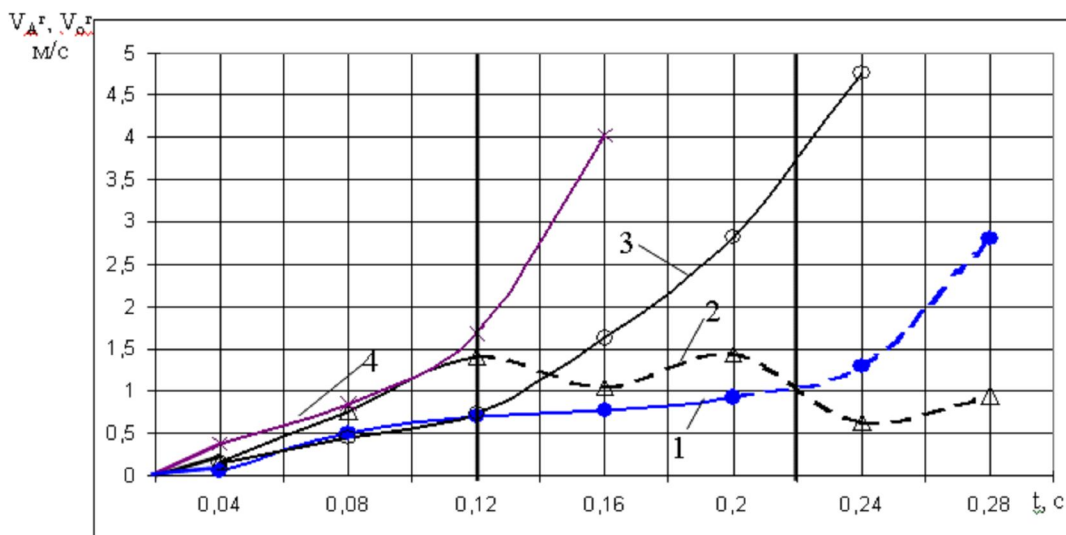


Рис.3. Изменение результирующей и окружной скоростей ц.м. клубней в горизонтальной плоскости
 1 – ● – внутреннее расположение клубня V_{A^r} 3 – ○ – окружная скорость рабочего органа ц.м. внутреннего клубня
 2 – △ – наружное расположение клубня V_{D^r} 4 – × – окружная скорость рабочего органа ц.м. наружного клубня

Здесь же приведены расчетные графики изменения окружных скоростей ц.м. для этих клубней с учетом разгона двигателя. По графикам изменения окружных скоростей 3 и 4, в сочетании с графиками абсолютных скоростей движения клубней в плоскости вращения рабочего органа можно определить момент движения клубней вместе с волной рабочего органа и момент отрыва о волны, а также начало свободного полета клубней. Так для клубня в.р., сравнивая кривые 1 и 3, момент начала движения клубня относительно рабочего органа соответствует $t_n^B = 0,04с$, а конец, когда окружная скорость превысит абсолютную V_a^r . Затем клубень совершает свободный полет. С учетом погрешности эксперимента $t_o^B = 0,12с$. Время скольжения клубня в.р. по абразивной поверхности рабочего органа составит 0,08с, а перемещение клубня составляет $60 \pm 8мм$.

Зависимость изменения V_A^r в функции времени рабочего процесса для клубня в.р. аппроксимируется формулой:

$$V_{A.в.р.}^r = 0,0752t^2 - 0,2426t + 0,4729, R^2 = 0,8856 \quad (5)$$

Для клубня наружного расположения момент отрыва от абразивной поверхности определяется по точке соприкосновения кривых 2 и 4, что соответствует $t_0^H = 0,1с$. Время скольжения по поверхности рабочего органа (кривая 2) составит 0,1с, перемещение клубня – 100 ± 10 мм, средняя скорость – 1 м/с. В свободном полете клубень н.р. находится 0,02с до достижения степени рабочей камеры. При увеличении диаметра рабочей камеры до рекомендуемого 410мм, с точки зрения движения клубня н.р, скорость соударения со стенкой рабочей камеры снизится. Это положительно скажется на виброакустике машины при сохранении эффективности очистки.

Механику движения клубня н.р. в горизонтальной плоскости, характеризующая изменением результирующей скорости в плоскости вращения рабочего органа, можно описать выражением:

$$V^{\Gamma}_{A.n.p.} = 0,0242t^3 - 0,3751t^2 + 1,746t - 1,2863, R^2 = 0,743 \quad (6)$$

Изменение абсолютных скоростей движения клубней, а также их вертикальной составляющей представлено на рисунке 4.

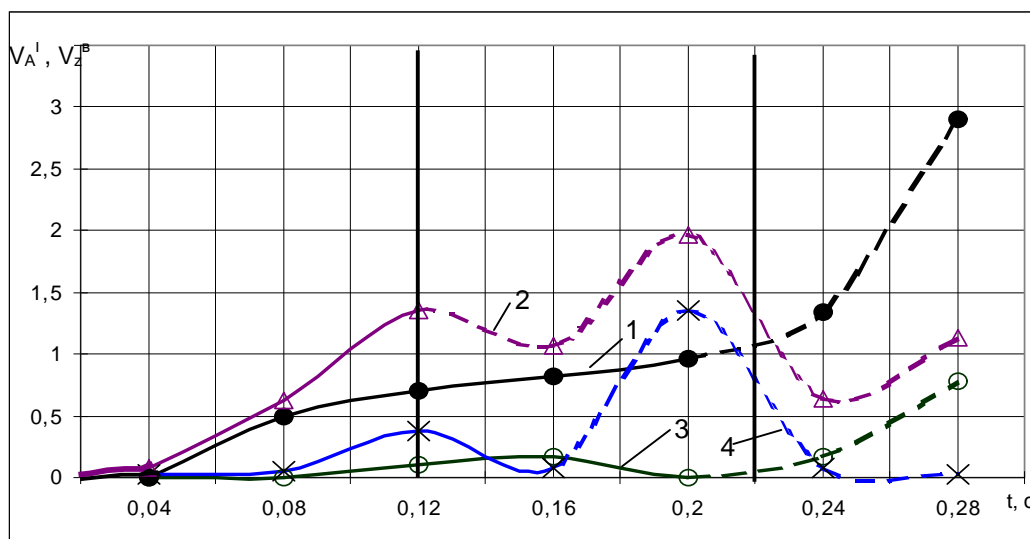


Рис.4. Изменение абсолютной и ее вертикальной составляющей скорости движения ц.м. клубней:

- 1 – ● – изменение абсолютной скорости внутреннего клубня – $V^{\Gamma}_{A.v.p.}$
- 2 – △ – изменение абсолютной скорости наружного клубня – $V^{\Gamma}_{A.n.p.}$
- 3 – ○ – изменение вертикальной составляющей скорости внутреннего клубня
- 4 – × – изменение вертикальной составляющей скорости наружного клубня

Изменение скорости клубня в.р. весьма незначительное. В пределах точности эксперимента можно считать, что клубень движется в плоскости рабочего органа во время рабочего процесса. Вертикальная составляющая скорости оказывает влияние на V_A лишь на клубень н.р. Кривая 2 показывает, что клубень скользит по абразивной поверхности до границы рабочей зоны, а затем совершает свободный полет с вращением относительно центра массы клубня(периодическое изменение центра массы).

Закономерности изменения абсолютной скорости движения для клубней в м/с
Внутреннего расположения:

$$V_{A.v.p.} = 0,0743t^2 - 0,2136t + 0,3986, R^2 = 0,8861 \quad (7)$$

Наружного расположения:

$$V_{A.н.р.} = 0,0173t^4 - 0,2649t^3 + 1,2585t^2 - 1,7179t + 0,8157, R^2 = 0,6702 \quad (8)$$

Выводы: 1. Изучен механизм движения клубней в рабочей камере машин очистки картофеля периодического действия в процессе загрузки.

2. Телеметрический метод исследования рабочего процесса в машинах очистки картофеля позволяет определять кинематические и динамические параметры процесса с погрешностью до 13%.

3. Полученные эмпирические модели процесса позволяют рассчитать скорости движения клубней во времени, которые в свою очередь позволяют рассчитать и другие параметры процесса ускорения клубней, кинематическую энергию от удара клубней по стенкам рабочей камеры, силу инерции и центробежную.

4. Для картофелечистки МОК-150 целесообразно увеличить диаметр рабочей камеры до 400-410мм.

Перспективами дальнейших исследований следует считать установление многофакторных моделей описания рабочего процесса.

Список литературы: 1. Оборудование предприятий общественного питания. В 3-х т. Т.1: Механическое оборудование: Учеб.для студ. вузов / В.Д. Елхина, А.А. Журин, Л.П. Проникина, М.К. Богачев. – 2-е изд., перераб. – М.: Экономика, 1987. – 447с.

Сдано в редакцию 30.03.06

Рекомендовано д.т.н., проф. Бухач А.

ПРОФИЛАКТИКА ВЫСОКОНАДЕЖНЫХ СИСТЕМ

Зеленый О.В. (ГП “ГНТЦ ЯРБ”, г. Киев, Украина)

The specifics of preventive measures for high-reliability systems are considered. The difference of these systems is that the failure flow as observed (basic data for prediction of failure-free operation) is not representative for traditional methods of obtaining statistics. At the same time, prediction of reliability for a period beyond the observation boundary constitutes the basis for optimization of maintenance. This is an overview article.

ВВЕДЕНИЕ

Стратегия технического обслуживания (ТО) представляющего собой [1] совокупность всех технических и организационных действий, включающих технический надзор, и направленных на поддержание или возвращение объекта в состояние, в котором он способен выполнять требуемую функцию, базируется на основном тезисе: недостаточное обслуживание ведет к потерям надежности, а чрезмерное – к неоправданным затратам. Эта предпосылка является основной при построении различного рода целевых функций, позволяющих решать задачу оптимизации процедуры ТО в постановке “надежность – стоимость”.

В общем ряду изделий и систем, подвергаемых рассмотрению с точки зрения оптимизации ТО, особое место занимают высоконадежные системы. С учетом того, что регламент ТО связан с фактическими показателями надежности (ПН), прогнозируемыми