

Секция 1: Переработка и хранение сельскохозяйственной продукции

Ю.А. Лебедев, Б.А. Хохлов; заявитель Московский ин-т. нар. хоз. им. Г.В. Плеханова; Московский Ордена Труд. Красн. знам. ин-т. пищ. пром-ти. - № 1970728; заявл. 01.11.1973; опубл. 15.11.1975.

3. Матрица для производства макаронных изделий: авторское свидетельство СССР 1773361. МПК5 А21С11/16 / И.В. Куликов, Я.Ф. Мучник; заявитель Харьковский опыт. электромехан. завод "Элеватормельмаш"; Харьковский политех. ин-т им. В.И. Ленина. - № 1970728; заявл. 05.12.1988; опубл. 07.11.1992.

4. Матрица для производства макаронных изделий: пат. 7401 Респ. Беларусь. МПК7 А 21С 11/16 / В.Я. Груданов, Д.А. Смагин; заявитель Могил. гос. ун-т продовольствия. - № а4612585; заявл. 18.07.2002; опубл. 30.03.2003.

5. Медведев Г.М. Технология макаронного производства / Г.М.Медведев – М.: «Колос», 2000. - 272 с.

УДК 66.084.6

МАШИНА МОЙКИ КАРТОФЕЛЯ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ РЕСТОРАННОГО ХОЗЯЙСТВА

*Антропова Л. Н., к.т.н., доц., Гладкая А. Д., к.т.н., доц., Датьков В. П. к.т.н., доц.
(ДонНУЭТ им. Михаила Туган-Барановского, Украина)*

Введение

Вибрационные машины для мойки картофеля находят широкое применение на предприятиях АПК и пищевой промышленности. Они конструктивно просты, надежны в эксплуатации и обеспечивают высокое качество мойки [1].

На предприятиях ресторанного хозяйства отсутствует оборудование для мойки картофеля.

Цель работы – разработка конструкции малогабаритной моечной машины и исследование ее параметров.

Основная часть

На кафедре оборудования пищевых производств ДонНУЭТ спроектирована машина, схема которой представлена на рисунке 1.

Машина имеет рабочую камеру 1, представляющую собой кольцевой винтовой канал, образованный наружным и внутренним цилиндрами, между которыми закреплен неподвижный однозаходный шнек, проходящий по всей длине камеры.

Наружный цилиндр, являющийся корпусом рабочей камеры, крепится к станине на кольцевых упругих элементах 5, воспринимающих вибрационные колебания. По оси внутреннего цилиндра расположен вал дебалансного вибратора 2, смонтированный в сферических двухрядных подшипниках. На концах вала закреплены автоматически регулируемые дебалансы 4. В процессе мойки овощи подаются в загрузочный бункер 6 машины.

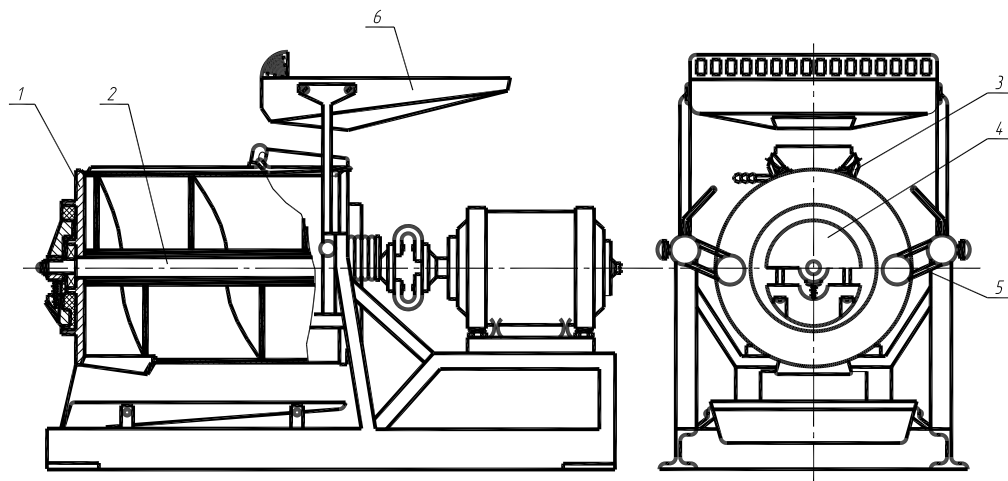


Рисунок 1 – Вибрационная моечная машина

Продвижение картофеля по винтовому каналу вдоль камеры происходит за счет непрерывной вибрации рабочей камеры машины и поступления новых порций продукта.

Удаление загрязнений происходит за счет интенсивного трения клубней друг от друга, о стенки рабочей камеры и винтового канала. Загрязнения смываются водой из оросителя 3. Наличие центральной трубы и неподвижного шнека в рабочей камере позволяет увеличить площадь контакта клубней с вибрирующими поверхностями и обеспечивает высокую интенсивность процесса мойки.

Рассмотрим кинетику рабочей камеры машины.

В процессе работы на рабочую камеру действуют: силы тяжести Mg , возмущающее усилие вибратора $I_b = m\omega^2$ и восстанавливающие силы упругой системы, которые состоят из статических P_n и динамических P_d

составляющих.

Колебательная система машины состоит из двух масс:

M – рабочей камеры, совершающей вибрационное перемещение в плоскости перпендикулярной оси вибровозбудителя и m – вращающихся дебалансов, ось вращения которых неподвижна относительно рабочей камеры.

Поместим начало неподвижной системы координат в центре массы M при положении ее в момент статического равновесия. Начало подвижных координат совпадает с осью вращения вибровозбудителя.

Обозначим координаты центра массы M в отклоненной от статического равновесия системе X и Y , а угол поворота рабочей камеры – θ [2]. При этом движение камеры описывается уравнениями, преобразованными к виду:

$$\begin{aligned} M \ddot{x} &= I_b \cos \omega t - P_1 x + P_2 x \\ M \ddot{y} &= I_b \sin \omega t + P_1 y + P_2 y + P_{1b} + P_{2b} - Mg \\ I \ddot{\theta} &= -I_b h \cos \omega t - (P_{1H} - P_{2H}) L \sin \alpha \end{aligned} \quad (1)$$

где: I – приведенный момент инерции камеры, кг/м²;

r – расстояние от оси вращения до центра массы m , м;

ω – угловая скорость вращения дебалансов, с⁻¹;

P_1, P_2 – силы упругости статических и динамических составляющих упругой системы, которые возникают при колебаниях рабочей камеры.

Усилия, которые определяют динамическую деформацию упругих элементов:

$$P_{\delta} = \sigma_{\delta} F = c(\Delta l_{\delta} + \mu \Delta l_{\delta}) \quad (2)$$

где: F – площадь поперечного сечения упругой системы, м²;

Δl_0 – длина элементов упругой системы при деформации, м;

μ – коэффициент внутренних сопротивлений.

Усилия, которые определяют деформацию, различны для элементов, работающих на растяжение $P_{нст}$ и сжатие $P_{есм}$ и соответственно равны:

$$P_{нст} = \frac{1-\varphi}{2 \sin \alpha} Mg; \quad P_{есм} = \frac{1}{2} \varphi Mg \quad (3)$$

где: φ – коэффициент, учитывающий распределение нагрузки между элементами упругой системы.

α – угол наклона оси упругой системы к горизонту, град.

Силы упругости подвески рабочей камеры равны:

$$\begin{aligned} P_{1H} &= P_{нст} + P_{H\delta} = \frac{1-\varphi}{2 \sin \alpha} Mg + C_H [\Delta l_{H\delta} + \mu (\Delta l_{H\delta})] \\ P_{2H} &= P_{нст} - P_{H\delta} = \frac{1-\varphi}{2 \sin \alpha} Mg - C_H [\Delta l_{H\delta} + \mu (\Delta l_{H\delta})] \\ P_{1\delta} &= P_{2\delta} = P_{есм} + P_{\delta\delta} = \frac{\varphi}{2} Mg + C_{\delta} [\Delta l_{\delta\delta} + \mu (\Delta l_{\delta\delta})] \end{aligned} \quad (4)$$

Подставив значение сил упругости в систему (1) после ряда преобразований, получим уравнения вынужденных колебаний рабочей камеры:

$$\begin{aligned} x &= \frac{\alpha \omega^2}{\sqrt{4n_H^2 \omega^2 + (P_H^2 - \omega^2)^2}} \cos(\omega t - \gamma_H); \\ y &= \frac{\alpha \omega}{\sqrt{4n_{\delta}^2 \omega^2 + (P_{\delta}^2 - \omega^2)^2}} \sin(\omega t - \gamma_{\delta}); \\ \theta &= \frac{-\alpha \omega^2 h}{\rho^2 \sqrt{4n_{\theta}^2 \omega^2 + (P_{\theta}^2 - \omega^2)^2}} \cos(\omega t - \gamma_{\theta}) \end{aligned} \quad (5)$$

Произведя расчет смещений точек рабочей камеры от положения статического равновесия получим уравнение эллипса. Следовательно, рабочая камера в процессе мойки совершает эллиптические колебания.

Для экспериментального определения формы колебаний камеры использовали точечные источники света (светодиоды), которые закреплялись в специальном корпусе на торцевой стенке рабочей камеры. Световой поток от диодов проходил через отверстие в корпусе диаметром 0,1 мм.

При колебании камеры светодиоды описывали траектории расчетных точек. Эксперимент выполнялся при амплитудах 0,001-0,005 м и круговой частоте вибратора 90-150 сек⁻¹.

Исследования показали, что светодиоды описывают круговую траекторию в непосредственной

Секция 1: Переработка и хранение сельскохозяйственной продукции

близости к вибровозбудителю, а при удалении от него – эллиптическую, причем углы наклона эллипсов в разных точках различны. В результате изменения траектории меняется направление перемещения клубней, в результате они многократно соударяются при непрерывном подбрасывании, интенсивно трутся друг о друга и стенки рабочей камеры, совершая циркуляционное движение по неподвижному шнеку в сторону выгрузки.

Скоростная киносъемка подтвердила, что преобладающий характер движения клубней – циркуляционный в плоскости перпендикулярной оси вибровозбудителя.

Экспериментальные исследования показали, что скорость перемещения клубней в процессе мойки имеет тенденцию к монотонному росту, при увеличении частоты колебаний до 150 с^{-1} [3]. Дальнейшее увеличение скорости клубней не целесообразно, т.к. снижается эффективность процесса.

Результаты исследований по определению влияния амплитуды и частоты колебаний рабочей камеры на изменение загрязненности овощей в процессе мойки приведены на рисунках 2 и 3.

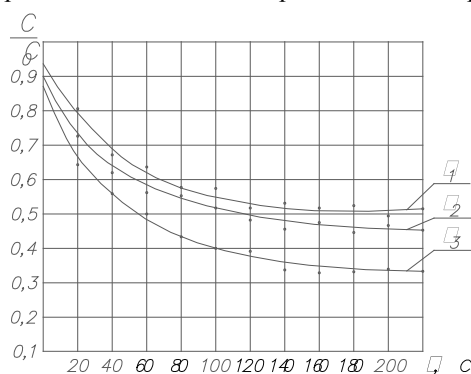


Рисунок 2 – Изменение загрязненности овощей в процессе мойки при амплитуде колебаний рабочей камеры, м: $a_1=0,003$; $a_2=0,005$; $a_3=0,007$.

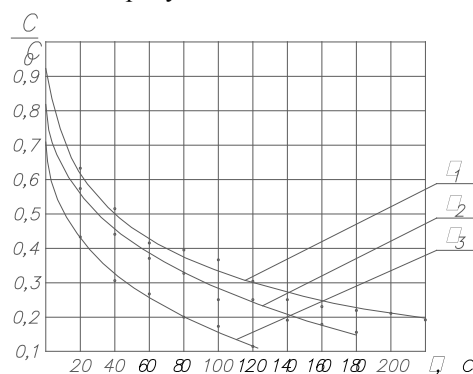


Рисунок 3 – Изменение загрязненности овощей в процессе мойки при частоте колебаний рабочей камеры, с^{-1} : $\omega_1 = 120$; $\omega_2 = 130$; $\omega_3 = 140$.

Качество мойки овощей оценивалось отношением текущей загрязненности C к начальной. Из рисунка 2 следует, что характер зависимостей $\frac{C}{C_0} = f(\tau)$ изменяется незначительно и остается практически одинаковым при изменении амплитуды колебаний рабочей камеры.

Качество мойки с увеличением амплитуды колебаний и времени обработки изменяется незначительно.

При увеличении круговой частоты колебаний рабочей камеры достигается высокое качество мойки при меньшем времени обработки – рисунок 3.

В результате математической обработки кривые (рис. 2, 3) описываются зависимостями $\frac{C}{C_0} = Ze^{a\tau}$;

$$\begin{aligned} \frac{C}{C_0} &= 0,7878e^{-0,0050\tau}; \\ \frac{C}{C_0} &= 0,7355e^{-0,0070\tau}; \\ \frac{C}{C_0} &= 0,6690e^{-0,0073\tau}. \end{aligned} \quad (6)$$

Круговым частотам колебаний рабочей камеры $\omega_1=110\text{с}^{-1}$, $\omega_2=120\text{с}^{-1}$, $\omega_3=140\text{с}^{-1}$ соответствуют зависимости:

$$\begin{aligned} \frac{C}{C_0} &= 0,7045e^{-0,0062\tau}, \\ \frac{C}{C_0} &= 0,6895e^{-0,0083\tau}, \\ \frac{C}{C_0} &= 0,6308e^{-0,0141\tau}. \end{aligned} \quad (7)$$

Анализ зависимостей (6) и (7) свидетельствует о том, что кинетика удаления загрязнений с поверхности овощей описывается уравнениями реакции первого порядка и характеризуется определенной для данной зависимости константой скорости.

При изменении амплитуды колебаний константа изменяется в пределах $0,0050 \dots 0,0070$, а частоты колебаний – $0,0062 \dots 0,0141$.

Рациональный режим мойки определен методом планирования многофакторного эксперимента, где параметром оптимизации выбрана остаточная загрязненность клубней.

Определяющими факторами, влияющими на качество мойки, являются: частота, амплитуда колебаний

и расход воды. В соответствии с интервалами варьирования факторов был реализован факторный эксперимент типа ПФФ 2³.

После получения математической модели и поиска локального оптимума определен рациональный режим мойки:

- частота колебаний – 145 с⁻¹
- амплитуда – 0,0046 м
- расход воды – 0,85 л/с

Полученные результаты могут быть использованы при разработке конструкций вибрационных моечных машин.

Заключение

Исследования свидетельствуют о эффективности использования вибрации для мойки овощей.

Полученные сведения о форме колебаний рабочей камеры, рациональных параметрах вибрации и характере взаимодействия овощей в процессе мойки могут быть использованы при разработке новых вибрационных технологических машин.

Литература

1. Гончаревич И.Ф. Вибрационная техника в пищевой промышленности / И.Ф. Гончаревич, Н.Б. Урьев, М.А. Талейник. – М.: Колос, 1977. – 276 с.
2. Гончаревич И. Ф. Теория вибрационной техники и технологии /И.Ф. Гончаренко, К.В. Фролов. – М.:Наука. – 1981. – 320с.
3. Антропова Л. Н. Скорость транспортирования клубней в вибрационных моечных машинах / Л.Н. Антропова, А.Д. Гладкая, В.П. Датьков // ВісникСУНУ ім. В. Даля, 2010. - №1 [143], ч. I. – С. 15-22.

УДК 664.8

РАЗРАБОТКА НОВЫХ ВИДОВ КОНСЕРВИРОВАННЫХ ПРОДУКТОВ ДЛИТЕЛЬНОГО ХРАНЕНИЯ

Зенькова М.Л., к.т.н., доц., Лептюк А.В. (БГАТУ, Минск),

Назарова О.О. (ОАО «Борисовский консервный завод», Беларусь)

Введение

Зерновая группа продуктов традиционно занимает значительное место в ежедневном рационе питания и является важным источником углеводов, витаминов группы В и РР, растительных белков, минеральных веществ, клетчатки, содержание которых в готовом изделии зависит от степени обработки зерна. Современные тенденции максимального использования всех анатомических частей зерновки в питании человека определяет интерес к разработке готового к употреблению продукта на основе целого зерна пшеницы и тритикале. Разработанная консервированная продукция из пророщенного зерна пшеницы и тритикале относится к группе натуральных консервов, которые могут употребляться в пищу как добавка в салаты, в первые обеденные блюда, в каши, как гарнир к блюдам из мяса. Натуральными данные продукты называют потому, что зерно, используемое для их изготовления, подвергается щадящей обработке, в результате чего готовый продукт в максимальной степени сохраняет органолептические свойства и пищевую ценность исходного сырья. В сухом состоянии все биохимические процессы в зерне сведены до минимума. Для пробуждения зерна к жизнедеятельности одним из главных условий является сообщение ему вегетационной влаги, которая обеспечивает переход в растворенное состояние питательных веществ и перемещение их к зародышу.

Основная часть

Подготовка зерна к проращиванию предусматривает удаление примесей, обеззараживание и мойку зерна. Промытую зерновую массу замачивают при температуре 15-20⁰С в течении 18-24 часов. В ходе замачивания воду 3-6 раз меняют на свежую, а зерно перемешивают. Росток при этом достигает длины 1-1,5 мм. Средние данные по химическому составу непророщенного и пророщенного зерна пшеницы и тритикале представлены в таблице 1.

Результаты исследований показали, что практически все показатели химического состава пшеницы бессортной и пшеницы Рассвет близки между собой, а это говорит о принадлежности зерна к одному виду. Данные же химического состава пшеницы и тритикале отличаются между собой, причиной этого является то, что тритикале – это гибрид пшеницы и ржи. Содержание крахмала и клетчатки в зерне тритикале выше, чем у зерна пшеницы, однако содержание белка в среднем на 3% ниже, чем у пшеницы. Зольность зерна при проращивании увеличивается в среднем на 0,6%, синтезируется витамин С, увеличивается и содержание белка на 10-12%. Однако при проращивании происходит уменьшение содержания жира, сахаров и крахмала. При пересчете на сухое вещество содержание клетчатки увеличивается до 17,9% у пшеницы, и до 18,5% у тритикале. Полученные результаты были сопоставлены со справочными значениями показателей химического состава зерна [1, 2]. Так как значения данных показателей являются усредненными, то полученные результаты входят в пределы справочных величин. Под действием ферментов при проращивании часть сложных веществ зерна превращается в мальтозу, глюкозу, мальтодекстрины и высшие декстрины, пептоны, пептиды, аминокислоты и др. [3].