

3. Miller F. A., Silva C. L. M., Brandão T. R. S. A review on ozone-based treatments for fruit and vegetables preservation. *Food Engineering Reviews*. 2013. Т. 5. № 2. С. 77–106.

4. Meng X., Yang Lingyu, Kennedy John F., Tian Shiping. Effects of chitosan and oligochitosan on growth of two fungal pathogens and physiological properties in pear fruit. *Carbohydrat Polymers*. 2010. № 81. P. 70–75.

5. Davarynejad G. H., Zarei M., Nasrabadi M. E., Ardakani E. Effects of salicylic acid and putrescine on storability, quality attributes and antioxidant activity of plum cv. 'Santa Rosa'. *Journal of food science and technology*. 2015. Т. 52. № 4. С. 2053–2062.

УДК 621.6:621.5

**Гавва А.Н., доктор технических наук, профессор,
Кривопляс-Володина Л.А., кандидат технических наук, доцент
Национальный университет пищевых технологий, г. Киев, Украина**

ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УСЛОВИЙ УНИВЕРСАЛИЗАЦИИ УПАКОВОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

В условиях развития упаковочных машин для штучных и мелко-штучных пищевых продуктов, используют различные методы упаковывания, модульную систему построения и мехатронное управление. Одним из самых распространенных эффективных и дешевых методов, для этой группы продуктов, является упаковка типа «flow-pack». Оборудование «флоу-пак» используется для упаковывания предметов различных форм с широким диапазоном габаритных размеров [1,2]. Важным классификационным признаком такого упаковочного оборудования является структура технологического процесса упаковывания. В большинстве упаковочных машин типа «флоу-пак» существует ряд однотипных проблем. Главной проблемой таких машин является их сложность переналадки при переходе с одного вида продукта на другой. Так же отсутствует автоматическая система замены рулона пленки, что приводит к частой замене отдельных узлов. Анализ основных недостатков, дает возможность выделить основные пути усовершенствования упаковочных машин, а именно автоматизацию системы подачи пленки и конструктивное изменение основных узлов упаковочной машины и ее системы управления. Типовая технологическая схема работы такой упаковочной машины приведена на рисунке 1. Поэтапное разделение процесса упаковывания штучных пищевых продуктов, позволяет выделить составляющие критерия универсальности.

Для решения проблем универсализации использована методика обеспечения гибкости, которая состоит из этапов: разделение функционального модуля (ФМ) на несколько элементов; создание спецификации номенклатуры элементов и связей между ними; генерирование возможных структурных решений с различными элементами и связями. Чем больше выделено элементов в структуре объекта, чем больше вариантов и связей между ними – тем выше универсальность технической системы. Рассмотрим технологию получения упаковки с учетом критерия гибкости, универсальности и мобильности упаковочного оборудования. Опытным упаковочным оборудованием выбрано оборудование производителя горизонтальных упаковочных машин флоу-пак с верхней подачей пленки 051.55.250-700BD (<http://www.omela.com.ua>). Модель машины-автомата – 250b имеет технические характеристики: максимальная ширина пленки, 250 мм; макс. диаметр рулона, 320 мм; длина пустого пакета вместе со швами, 65–190 мм; ширина пустого пакета, 30-110 мм; максимальная высота продукта, 40 мм; производительность, 40~230 упак./мин.; электрические параметры 220 в, 50/60 Гц 2,4 кВт; габариты машины, (Д) 3700.(Ш) 670 (В) 1450, мм; вес машины, 6000 Н.

ПЕРЕРАБОТКА И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

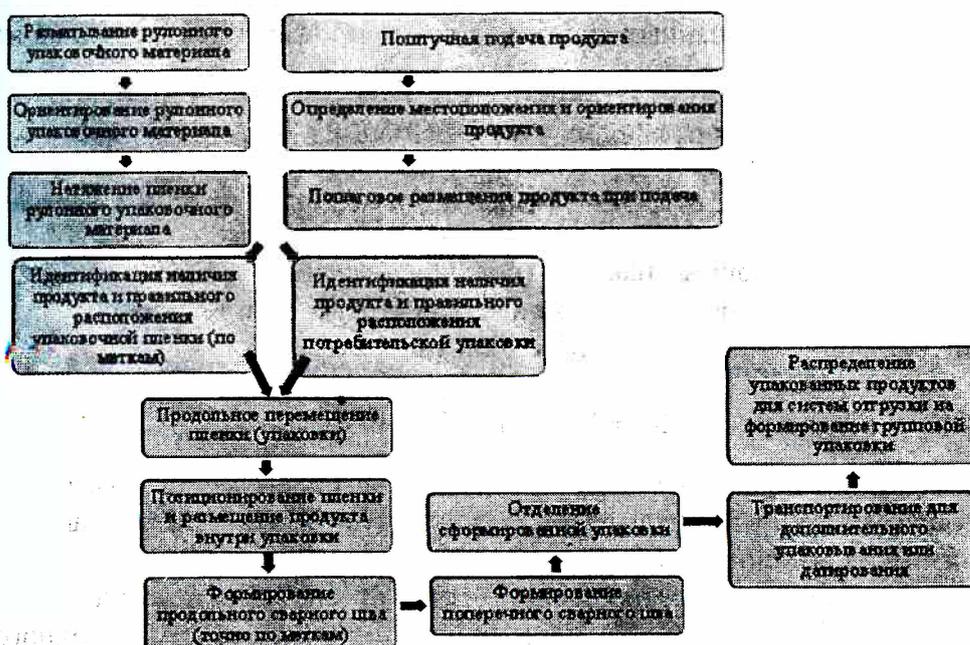


Рисунок 1. Схема типового технологического процесса поштучного упаковывания пищевых продуктов в упаковочной машине флоу-пак с верхней подачей пленки 051.55.250-700BD

Для определения критерия универсальности рассмотрим все составляющие упаковки (рис. 2), которые могут меняться в машине:

- вид продукта (штучный, правильного и произвольного типоразмера)
- структура продукта (однокомпонентная, двухкомпонентная (печенье с начинкой, глазированный зефир и т.д.))
- вариативность веса продукта (поштучная упаковка, две единицы продукта в упаковке, группа изделий в упаковке);
- материал упаковки (ПЭ, ПП, ПС, многослойные ПМ, ламинированная бумага и т.д.);
- форма упаковки – «флоу-пак»;
- типоразмеры упаковки – переменные размеры (ширина пустого пакета, 30–110 мм максимальная высота продукта, 40 мм).

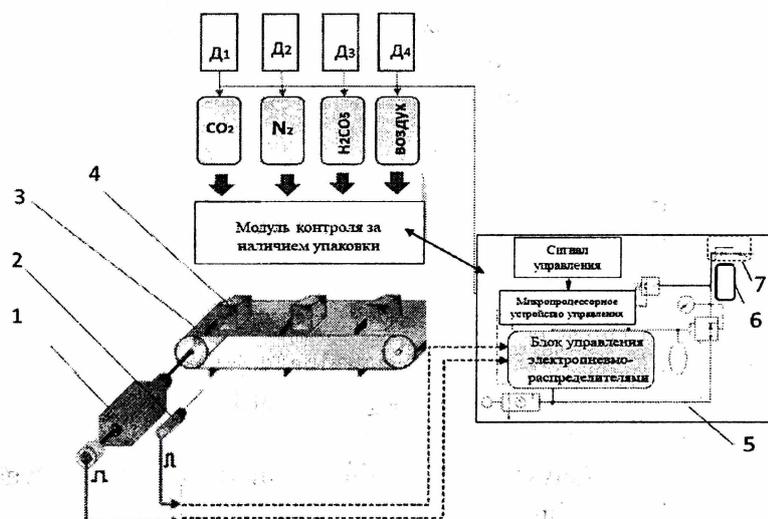


Рисунок 2. Ориентирование и обработка продукта газовой средой (введение ГМС)

- 1 – драйвер скорости подачи продукта (0-10V) и электродвигатель;
- 2 – датчик индуктивный наличия разделяющей заслонки; 3 – конвейер;
- 4 – пищевой продукт; 5 – универсальный контроллер низкого уровня с блоком подготовки ГМС;
- 6 – ресивер ГМС с серворазпределителем (обратная связь по давлению); 7 – сопло ГМС

Количество типов упакованных единиц, которые производятся на данной машине, определим из выражения:

$$n = n_{\text{в}} \cdot n_{\text{м}} \cdot n_{\text{ф}} \cdot n_{\text{стр}} \cdot n_{\text{вес}} = 3 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 2 = 108,$$

где $n_{\text{в}}$ – количество видов продуктов упаковки;

$n_{\text{м}}$ – количество типов материала для упаковки;

$n_{\text{ф}}$ – количество видов формы упаковки (по типоразмерам);

$n_{\text{стр}}$ – количество вариантов многокомпонентной структуры продукта;

$n_{\text{вес}}$ – количество штучных продуктов в одной упаковке.

Критерий универсальности: $K_y = 1 - \frac{1}{n} = 1 - \frac{1}{108} = 0,99$.

Если данную упаковочную машину оснастить устройствами для выполнения других операций, то образуется гибкий производственный модуль – ГПМ (машина-агрегат).

Для упаковывания многокомпонентных штучных пищевых продуктов необходимо введение ФМ на основе микропроцессорной системы для обеспечения целостности продукта при транспортировке, разделении в потоке, переориентации, обработки упаковочного материала или поверхности продукта. Применение структурно-вариативного метода повышения универсальности, рассмотрено на основе введения в структуру упаковочной машины ФМ питателя, (рис.2). Каждая секция ФМ питателя для подвода газовой смеси при работе машины включена или выключена. Согласно схеме (рис.2), при подаче штучных продуктов, их поверхность может быть обработана четырьмя типами ГМС – D_1, D_2, D_3, D_4 . Учитывая, что продукт можно обрабатывать различными компонентами и в разной последовательности, запишем состояния упаковочной машины множеством:

$$m = \{D_1\}, \{D_2\}, \{D_3\}, \{D_4\}, \{D_1, D_4\}, \{D_2, D_4\}, \{D_3, D_4\}.$$

Полученные данные по критерию универсальности – 0,99 - и возможные пути дальнейшей универсализации (m) для обследованной упаковочной машины доказывают возможность получения высокого уровня гибкости с верхней подачей пленки 051.55.250-700BD.

Поиск лучшего варианта структуры объекта проектирования при решении задачи оптимизации по нескольким критериям неизбежно приводит к этапу, когда увеличение значений одних параметров приводит к уменьшению других [3]. Это вызывает необходимость в системном подходе к решению проектных задач такого типа.

Список использованной литературы

1. Ahvenainen, R. (2013). Novel food packaging technology, Published in CRC Press, Boca Raton Boston, New York, Washinton, DC and Published by Wood head Publishing Ltd., Cambridge, London.
2. Caleb, O. J., Opara, U. L., Mahajan, P. V., Manley, M., Mokwena, L., & Tredoux, A. G. J. (2013). Effect of modified atmosphere packaging and storage temperature on volatile composition and postharvest life of minimally-processed pomegranate arils (cvs. 'Acco' and 'Herskawitz'). *Postharvest Biology and Technology*, 79, 54–61.
3. KryvoplyasVolodina, L. Gavva O., Volodin, S. Hnativ T. (2018) Dynamics of mechatronic function modules drives of flow technological lines in food production. – *Ukrainian Journal of Food Science*. – Kyiv, – Ukraine *Ukrainian Food Journal*, Volume 7, Issue 4. p. 660–669.