

УДК

Морфологічний аналіз машин для пакування в'язко-пластичних харчових продуктів та дослідження вагових дозувальних пристроїв

Гавва О.М., д.т.н., Токарчук С.В., к.т.н., Михайлик Б.В., Марцинкевич Л.В.
 Національний університет харчових технологій (НУХТ), Київ, Україна

Морфологічний аналіз із застосуванням морфологічного ящика широко застосовується під час дослідження різних технічних систем, у т.ч. і пакувального обладнання. Інші методи морфологічного аналізу використані як допоміжні при побудові морфологічних таблиць. Морфологічні таблиці дають опис принципово можливих варіантів вирішення проблеми. Кожен із таких описів є комбінацією значень розрізнених параметрів, якими характеризується пакувальна машина. А тому метою проведених досліджень є аналіз типових функціональних мехатронних модулів пакувальних машин для визначення усіх їх потенційно можливих конструктивних виконань. З усіх дій, що потенційно може виконувати досліджувана технічна система розглядаються лише ті, які призводять до бажаного результату – якісна реалізація процесу пакування з отриманням пакувань відповідної форми, кількості та якості.

Створені морфологічні множини знаходяться в стані еволюційного розвитку. Зміна потреб у відповідних функціональних групах пакувальних машин зумовлює виникнення нових і виходу з ужитку раніше створених.

Побудову морфологічних таблиць для множин машин пакування в'язко-пластичних харчових продуктів у споживчу тару виконаємо за видом кінцевого виробу (пакувальна одиниця в жорсткій або напівжорсткій, або м'якій споживчій упаковці).

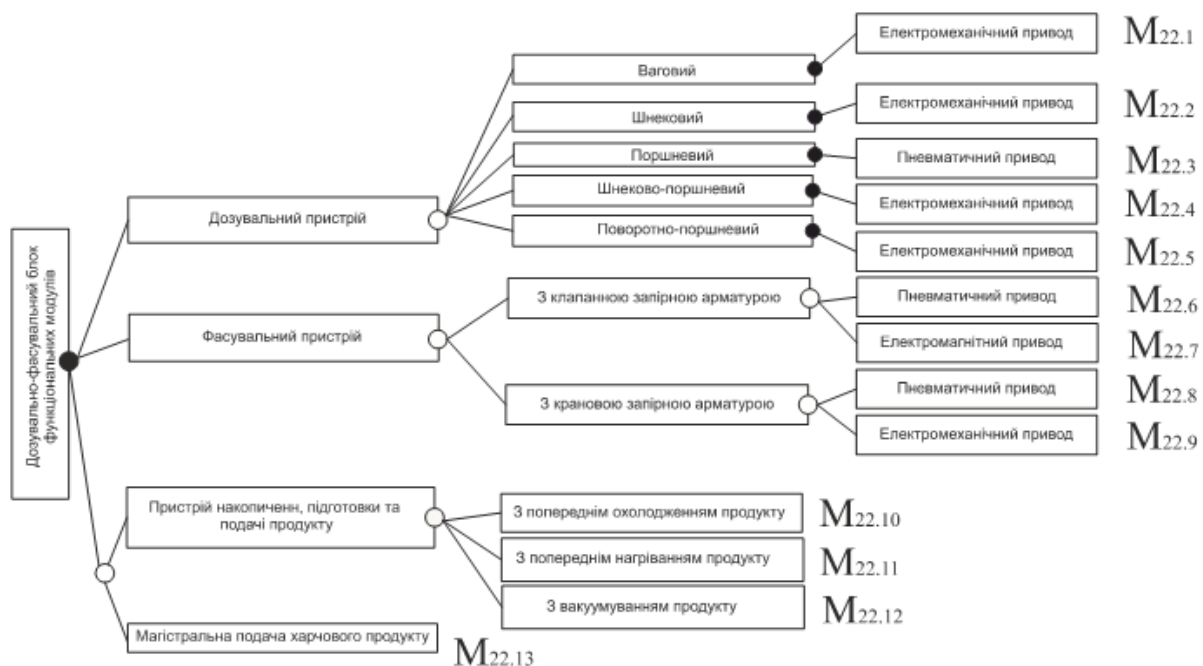


Рисунок 1 – Граф структури мехатронного дозувально-фасувального блоку: ● – вершини зв'язані умовою «так»; ○ – вершини зв'язані умовою «або»

Таблиця 1 – Морфологічний аналіз модуля підготовки та подачі продукту

	Варіанти конструктивного виконання			
	01	02	03	04
M_{22.10}	1	0	0	0
M_{22.11}	0	1	0	0
M_{22.12}	0	0	1	0
M_{22.13}	0	0	0	1

0-механізм відсутній, 1 – механізм присутній

Таблиця 2 – Морфологічний аналіз модуля дозування та фасування продукту

	Варіанти конструктивного виконання										
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11
M_{22.1}	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M_{22.2}	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
M_{22.3}	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0
M_{22.4}	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
M_{22.5}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
M_{22.6}	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
M_{22.7}	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0
M_{22.8}	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
M_{22.9}	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1

0-механізм відсутній, 1 – механізм присутній



Рисунок 2 – Граф структури модуля герметизації поживчої тари : ● – вершини зв’язані умовою «так»; ○ – вершини зв’язані умовою «або».

Таблиця 3 – Морфологічний аналіз модуля герметизації споживчої тари

	Варіанти конструктивного виконання					
	01	02	03	04	05	06
M_{18.1}	1	0	0	0	0	0
M_{18.2}	0	1	0	0	0	0
M_{18.3}	0	0	1	0	0	0
M_{18.4}	0	0	0	1	0	0
M_{18.5}	0	0	0	0	1	0
M_{18.6}	0	0	0	0	0	1

0-механізм відсутній, 1 – механізм присутній

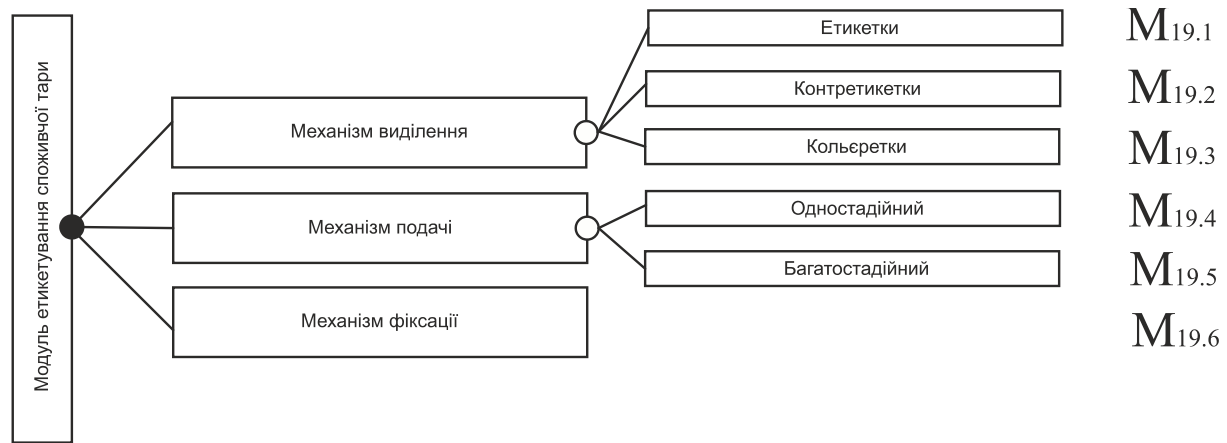


Рисунок 3 – Граф структури модуля етикетування споживчої тари : ● – вершини зв’язані умовою «так»; ○ – вершини зв’язані умовою «або».

Таблиця 4 – Морфологічний аналіз модуля етикетування споживчої тари

	Варіанти конструктивного виконання							
	01	02	03	04	05	06	07	08
$M_{19.1}$	1	1	1	1	1	1	1	1
$M_{19.2}$	0	0	1	1	0	0	1	1
$M_{19.3}$	0	0	0	0	1	1	1	1
$M_{19.4}$	1	0	1	0	1	0	1	0
$M_{19.5}$	0	1	0	1	0	1	0	1
$M_{19.6}$	1	1	1	1	1	1	1	1

0-механізм відсутній, 1 – механізм присутній

Пакування в м’яку тару (обгортання у брикет, чаб)

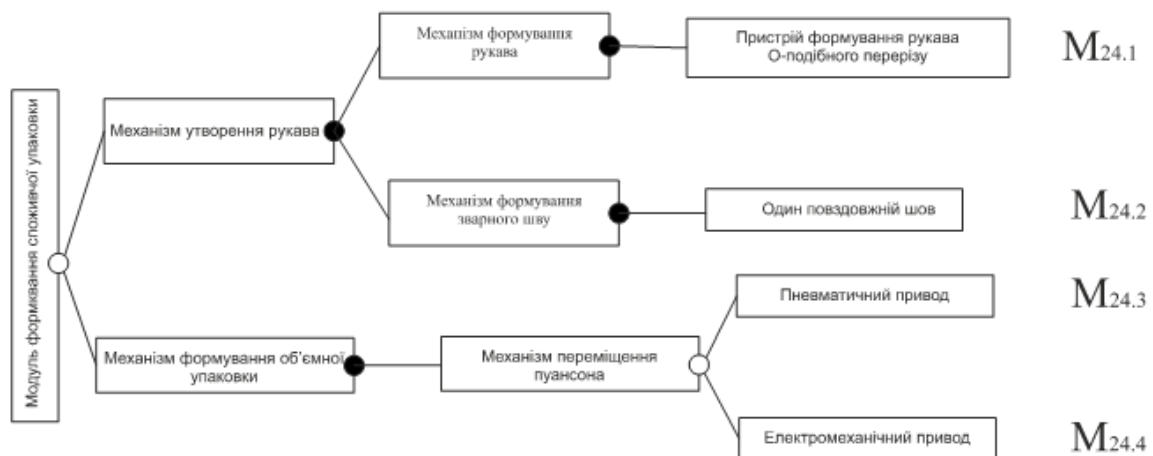


Рисунок 4 – Граф структури модуля формування споживчої тари:
 ● – вершини зв’язані умовою «так»; ○ – вершини зв’язані умовою «або»

Таблиця 5 – Морфологічний аналіз модуля формування споживчої тари

	Варіанти конструктивного виконання		
	01	02	03
M _{24.1}	1	0	0
M _{24.2}	1	0	0
M _{24.3}	0	1	0
M _{24.4}	0	0	1

0-механізм відсутній, 1 – механізм присутній

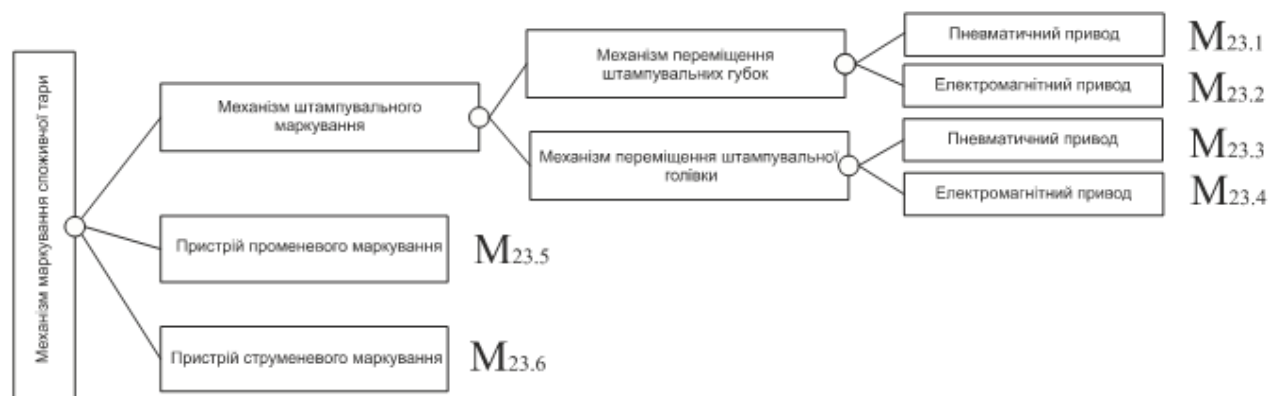


Рисунок 5 – Граф структури модуля маркування споживчої тари: ● – вершини зв'язані умовою «так»; ○ – вершини зв'язані умовою «або»

Таблиця 6 – Морфологічний аналіз модуля маркування споживчої тари

	Варіанти конструктивного виконання					
	01	02	03	04	05	06
M _{23.1}	1	0	0	0	0	0
M _{23.2}	0	1	0	0	0	0
M _{23.3}	0	0	1	0	0	0
M _{23.4}	0	0	0	1	0	0
M _{23.5}	0	0	0	0	1	0
M _{23.6}	0	0	0	0	0	1

0-механізм відсутній, 1 – механізм присутній

На основі проведеного морфологічного аналізу дозувально-фасувального модуля можна зазначити, що для забезпечення його функціонального призначення, за критерієм точності дозування, доречно розробити або вдосконалити його конструкцію і принцип роботи. Тобто замінити об'ємний спосіб дозування на ваговий або об'ємно-ваговий. На рис. 6 наведено основні етапи наповнення споживчої тари в'язко-пластичним продуктом при ваговому способі дозування.

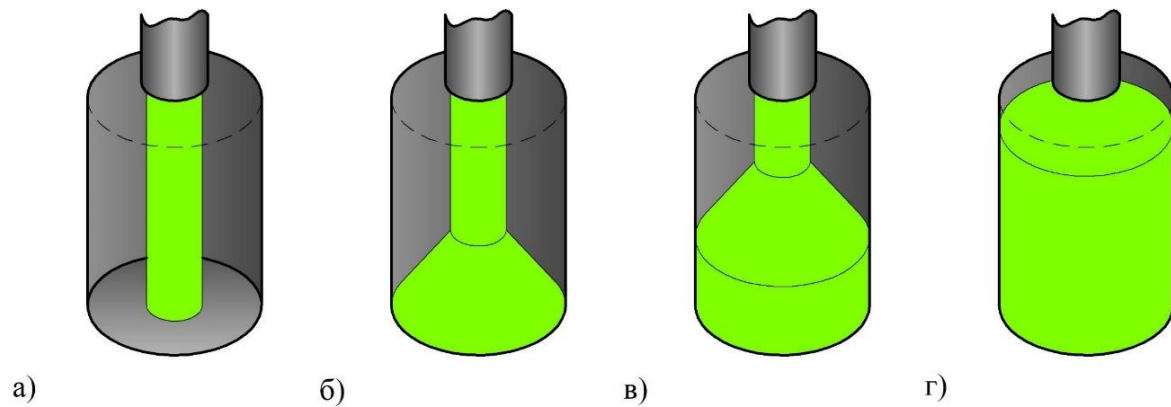


Рисунок 6 – Основні етапи наповнення споживчої тари в'язко-пластичним продуктом при ваговому способі дозування: а) початковий – момент удару продукції по дну тари; б) формування конуса – перехідний процес нестійких навантажень на систему зважування; в) наповнення – основна частина дозування, навантаження приймають відносно стабільний характер; г) завершення – виникають додаткові зусилля для деформації конуса

Реалізувати ваговий та об'ємно-ваговий способи дозування в'язко-пластичних харчових продуктів можна такими схемами функціонально-мехатронного модуля (рис. 7).

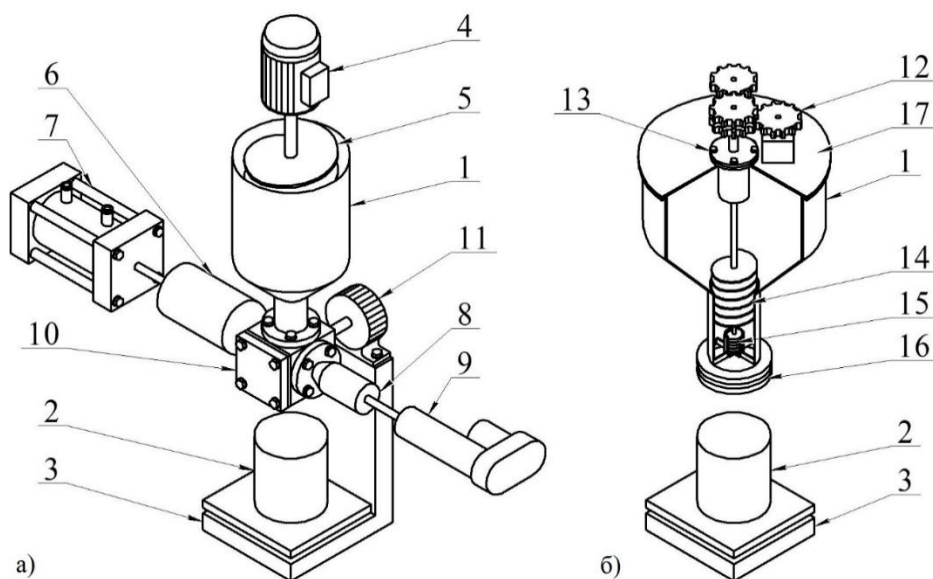


Рисунок 7 – Схема об'ємно-вагових (а) та вагових (б) дозаторів для в'язко-пластичних харчових продуктів: 1 – бункер; 2 – споживча тара; 3 – зважувальна система; 4 – привід живильника; 5 – шнек подачі продукції (живильник); 6 – поршневий дозатор для формування «грубої» частини дози об'ємним способом; 7 – пневмопривід; 8 – поршневий живильник для формування «точної» частини дози; 9 – привід живильника формування «точної» частини дози; 11 – привід запірної арматури; 12 – привід для шнеків формування «грубої» та «точної» частин дози; 13 – з'єднувальна муфта; 14 – шнек формування формування «грубої» частини дози; 15 – шнек формування «точної» частини дози; 16 – телескопічна насадка; 17 – кришка бункера

У вагових дозаторах доза формується в споживчій тарі, що встановлена на зважувальній системі (здебільшого тензометричній). Формування «грубої» і «точної» частин дози забезпечується співвісно встановленими шнеками-живильниками. Для формування «точної» частини дози застосовують шнек меншого діаметра і з меншим кроком.

В об'ємно-вагових дозаторах «груба» частина дози формується поршневим дозатором, а «точна» частина дози – живильником, яким є поршневий живильник 8, робота якого узгоджується з роботою поршневого дозатора 6 і запірної арматури 10 системою керування.

1. Створені морфологічні множини структури машин для пакування в'язко-пластичної продукції у споживчу тару дають можливість виділити типові функціональні модулі, які є базовими і потребують дослідження та модернізації.
2. Основними функціональними модулями, від роботи яких залежить якість сформованої пакувальної одиниці, є дозувально-фасувальний модуль. Об'ємним способом сформувавши дозу продукції із в'язко-пластичних харчових продуктів високої точності досить складно технічно. А тому для забезпечення високих показників точності дози доречним є застосування вагового способу дозування. Ефективність застосування цього способу базується на використанні мехатронних модулів.

3. Проведене імітаційне та фізичне моделювання вагових дозаторів для в'язко-пластичних харчових продуктів підтвердив гіпотезу, що для підвищення продуктивності із заданим значенням точності дозування, доречно застосовувати об'ємно-вагові дозатори із мехатронною системою керування.

Література

1. Функціонально-модульне проектування пакувальних машин /О.М.Гавва, Л.О. Кривопляс-Володіна Л.О., С.В. Токарчук С.В., Якимчук М.В, Деренівська А.В. – Друк. Моногр., К.:Видавництво «Сталь», 2015. 547с.
2. Проектування пакувального обладнання із мехатронних модулів./ М.В. Якимчук, О.М. Гавва, А.П.Беспалько, Л.О.Кривопляс-Володіна, С.В.Токарчук// К: Видавництво «Сталь», 2017. –515 с
3. Веб-сайт компанії «ТАУРАС-ФЕНИКС» – Режим доступа: <https://taurasfenix.com/>
4. Бучинський М.Я., Горик О.В., Чернявський А.М., Яхін С.В. Основи творення машин. – Харків : Вид-во «НТМТ», 2017. – 448 с.