

**Міністерство освіти і науки України  
Клуб пакувальників України  
Національний університет харчових технологій  
АТ «Київський міжнародний контрактний ярмарок»**

**Матеріали доповідей  
XI Науково-практичної конференції  
МОЛОДИХ ВЧЕНИХ  
«Новітні технології пакування»**

**Додаток до журналу «Упаковка<sup>®</sup>»**



**За підтримки:**



**PEPSICO**

**Київ — 2015**

## ЗМІСТ

<i>А.В. Кривенко, С.Д. Петренко, к.т.н., НТУУ «КПІ», м. Київ</i> Вплив привитих сополімерів на наповнені поліетилену .....	6
<i>О.О. Саранулова, В.П. Шерстюк, д.х.н., В.В. Швалагін, О.Д. Задорожна, НТУУ «КПІ», м. Київ</i> Критерії вибору нанорозмірних люмінесцентних компонентів для виготовлення друкованих нанофотонних елементів новітніх пакувань.....	9
<i>О.С. Шульга, А.І. Чорна, к.т.н., Л.Ю. Арсеньєва, д.т.н., НУХТ, м. Київ</i> «Їстівна» плівка як необхідна складова хлібобулочних виробів для подовження свіжості .....	13
<i>І.О. Ляшок, Н.А. Андрішак, к.т.н., О.В. Іщенко, к.т.н., Київський національний університет технологій та дизайну</i> Біодеграбельні пакувальні матеріали .....	16
<i>Н.О. Кащенко, Р.А. Хохлова, к.т.н., НТУУ «КПІ», м. Київ</i> Безпечні флексографічні друкарські фарби для пакування .....	19
<i>І.О. Полєжаєв, НТУУ «КПІ», м. Київ, О.М. Гавва, д.т.н., НУХТ, м. Київ</i> Обґрунтування параметрів бігування плоского картону .....	22
<i>А.В. Деренівська, Л.О. Кривопляс-Володіна, к.т.н., О.М. Гавва, д.т.н., НУХТ, м. Київ</i> Ущільнення сипкої продукції в картонній пачці в пакувальних машинах-автоматах .....	25
<i>М.А. Романченко, І.А. Горбань, О.Л. Сокольський, к.т.н., І.О. Мікульонок, д.т.н., НТУУ, «КПІ», м. Київ</i> Моделювання процесу соекструзійного формування пакувальних матеріалів .....	28
<i>В.М. Криворотько, к.т.н., А.І. Соколенко, д.т.н., НУХТ, м. Київ</i> Аналіз, моделювання і синтез механічних систем .....	31
<i>Д.В. Пригодій, А.І. Соколенко, д.т.н., НУХТ, м. Київ</i> Вплив коефіцієнта тертя пакувальних матеріалів на технологічні процеси формування упаковки .....	34
<i>А.О. Рак, В.М. Кравець, к.т.н., НАУ ім. М.С. Жуковського «ХАІ», м. Харків</i> Дослідження кінематичних та динамічних характеристик руху сипучих матеріалів під дією сил тяжіння .....	36

<b>Л.О. Кривопляс-Володіна, к.т.н., О.М. Гавва, д.т.н., НУХТ, м. Київ</b> Обґрунтування режимів вібротранспортування сипкої продукції у системах із пневмоприводом .....	37
<b>С.А. Бут, к.т.н., В.С. Костюк, к.т.н., НУХТ, м. Київ</b> Енергетичні співвідношення в теорії переміщення вантажів у гравітаційному полі .....	39
<b>І.Ф. Максименко, О.А. Білик, к.т.н., НУХТ, м. Київ</b> Новітні технології забезпечення асептичного стану харчової продукції .....	42
<b>Н.С. Малащук, Б.В. Романчук, О.Є. Колосов, д.т.н., НТУУ «КПІ», м. Київ</b> Нанотехнологія — новий напрямок у виробництві тари .....	45
<b>Н.Ю. Михальчишина, О.Л. Сокольський, к.т.н., НТУУ «КПІ», м. Київ</b> Процес охолодження скла у виробництві скловиробів .....	47
<b>А.В. Ковтун, О.Л. Сокольський, к.т.н., НТУУ «КПІ», м. Київ</b> Процес виготовлення склотари за технологією Narrow Neck Press and Blow (NNPB) .....	49
<b>М.В. Якимчук, к.т.н., О.М. Гавва, д.т.н., НУХТ, м. Київ</b> Мехатроніка в пакувальному обладнанні .....	51
<b>В.В. Зелений, Ю.Й. Хведчин, к.т.н., УАД, м. Львів</b> Дослідження коефіцієнта передачі сили у механізмі преса штанцювального автомата .....	55
<b>Н.І. Магерус, Ю.П. Шоловій, к.т.н., НУ «ЛП», м. Львів</b> Вібраційний об'ємний дозатор для дрібнодисперсних сипких матеріалів .....	58
<b>А.О. Чагайда, к.т.н., К.В. Васильківський, к.т.н., НУХТ, м. Київ</b> Кінематика перехідних процесів в лініях пакування .....	61
<b>С.В. Токарчук, к.т.н., О.М. Гавва, д.т.н., НУХТ, м. Київ</b> Синтез ієрархічної структури машин для пакування в'язких і пластичних харчових продуктів .....	64
<b>Д.В. Токарь, Н.М. Московская, к.т.н., НАУ ім. Н.Е. Жуковського «ХАІ», г. Харьков</b> Разработка двухтактного дозирующего устройства для жидкой продукции .....	67

<b><i>І.С. Карпенко, В.Ф. Морфлюк, д.т.н., НТУУ «КПІ», м. Київ</i></b> Програмно-технічний комплекс контролю орієнтації аркушів у друкарській машині під час друку на матеріалах для пакування .....	69
<b><i>В. Теличкун, к.т.н., Ю.Теличкун, к.т.н., НУХТ, м. Київ, Україна, С. Стефанов, д.т.н., Університет харчових технологій, м. Пловдив, Болгарія</i></b> Дослідження маркування харчових продуктів у країнах Чорноморського регіону .....	71
<b><i>В. Теличкун, к.т.н., Ю. Теличкун, к.т.н., О. Губеня, к.т.н., НУХТ, м. Київ, Україна, Д. Мнеріє, Д. Цуко, Політехнічний університет Тімішоари, Румунія</i></b> Позначення терміну придатності на маркуванні харчових продуктів .....	74
<b><i>А.С. Сас, Т.Б. Шилович, к.т.н., НТУУ «КПІ», м. Київ</i></b> Проблеми стану законодавства України про поводження з відходами .....	77
<b><i>Л.Ю. Крестьянполь, к.т.н., ЛНТУ, м. Луцьк</i></b> Застосування інформаційної системи для захисту пакування .....	82
<b><i>К.І. Золотухіна, О.М. Величко, д.т.н., НТУУ «КПІ», м. Київ</i></b> Особливості формування відбитків зі сталими характеристиками на пакувальній продукції .....	85
<b><i>D. Mnerie, L. Gaceu, Y. Telychkun, M. Shamtsyan, A. Birca, Y. Petrova</i></b> Evolution of european directives on food labeling issue .....	88
<b><i>D. Mnerie, L. Gaceu, Y. Telychkun, M. Shamtsyan, A. Birca, Y. Petrova</i></b> Evolution of package legislative regulations in the Black Sea area countries .....	92
<b><i>D. Mnerie, L. Gaceu, O. Gubenia, M. Shamtsyan, A. Birca, Y. Petrova</i></b> Legislative regulations on food labeling .....	94

## **Вплив привитих сополімерів на наповнені поліетилен**

*А.В. Кривенко, С.Д. Петренко, к.т.н., НТУУ «КПІ», м. Київ*

Одним із чинників зростання виробництва полімерних композиційних матеріалів (ПКМ) і виробів з них є їхня успішна конкуренція з традиційними матеріалами і технологіями. Створення нових економічно привабливих ПКМ, особливо високонаповнених вітчизняними наповнювачами при модифікації, які забезпечують необхідні якість виробів і продуктивність процесу перероблення — виняткова перспектива подальшого розвитку. Постійно зростає потреба в транспортній тарі (контейнерах, піддонах-палетах) та інших товстостінних пакувальних виробах, які можна виготовляти з високонаповнених ПКМ.

Уже багато десятиріч проводять дослідження, спрямовані на зміну властивостей ПКМ. Серед нових підходів найбільш перспективним є підхід, що ґрунтується на модифікованих ефектах, які виникають завдяки утворенню більш міцних зв'язків на межі розподілу фаз «полімер – наповнювач». При цьому важливо відзначити, що необхідною умовою утворення міцних фізико-хімічних зв'язків є забезпечення рівномірного розподілу компонентів, які вводяться в полімер-матрицю. Таке введення може здійснюватися безпосередньо під час виготовлення виробів на екструзійному обладнанні. Такими компонентами можуть бути модифіковані модифікатори, які мають щеплену реакційноздатну сполуку з активними функціональними групами. Як активну реакційноздатну сполуку часто використовують акрилову кислоту або малеїновий ангідрид [1].

У роботі досліджували вплив малеїнізованого ПЕ та поліетиленового воску на реологічні та механічні властивості наповнених крейдою ПЕВТ — суперконцентратів. Дослідження проводили на зразках плівки з наповненого ПЕВТ (40 % крейди) з різним вмістом малеїнізованих модифікаторів.

Використовувалися такі вихідні матеріали:

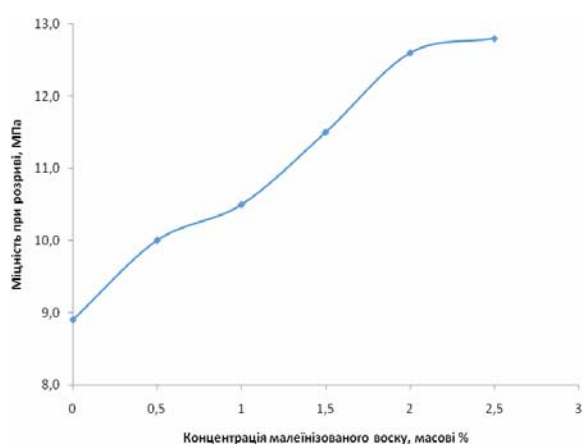
- поліетилен — ЛПЕВТ М200024 (густина 0,93 г/см<sup>3</sup>; ПТР 20), 15803– 020 (густина 0,92 г/см<sup>3</sup>; ПТР 2), ПЕВТ В22/0.7 (густина 0,92 г/см<sup>3</sup>; ПТР 0,7);
- крейда — ANDCARB СТ-1 (вміст CaCO<sub>3</sub> 99,55 %; густина 2,7 г/см<sup>3</sup>; твердість Mohs 3; білизна 98,5 %);
- малеїновий ангідрид — Atofina Lotador МАН 3430 (вміст 3,1 %; густина 0,94 г/см<sup>3</sup>; ПТР 6).

Виготовлення композицій суперконцентратів проводили на лабораторній установці, у складі якої двохчерв'ячний екструдер з матеріальним циліндром (біноклем) діаметром 20 мм, двома циліндричними черв'яками з зустрічним обертанням. Циліндр мав п'ять прохідних секцій, зокрема дві дегазаційні. Між собою секції кожного черв'яка поєднані шліцевими штангами. Черв'яки склалися з набору гвинтових секцій різного ходу змішувальних кулаків різної конфігурації, які забезпечують операції змішування, пластикацію, дегазацію, гомогенізацію, шприцювання розплаву полімеру через решітку.

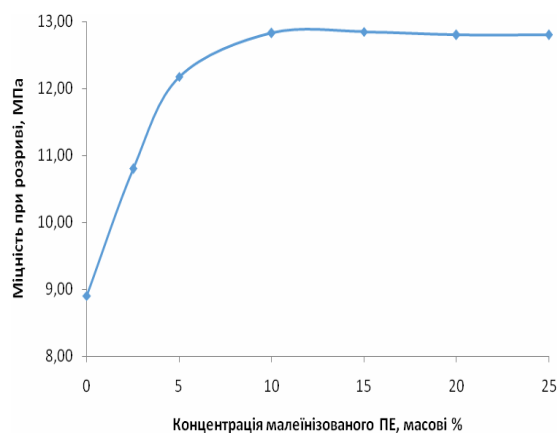
Гранули з композицій на основі ПЕВТ одержували за технологічним режимом: температура по зонах, °С: 1 — 123; 2 — 191; 3 — 185; 4 — 180; 5 — 180; в головці — 181; розплаву — 191. Оберти черв'яків — 38 об/хв; тиск на межі черв'яка і головки — 2,6 МПа.

Зразки для досліджень виготовляли на екструзійній лабораторній установці для рукавних плівок (діаметр черв'яка — 25 мм; відношення довжини черв'яка до діаметра — 25; діаметр дорна головки — 78,4 мм; діаметр матриці — 80 мм). Плівку (ширина рукава — до 280 мм; середня товщина — 20–150 мкм) для зразків отримували за режимом: температура по зонах, °С: 1 — 170; 2 — 175; 3 — 170; в головці — 170; розплаву — 191. Оберти черв'яка — 26 об/хв; тиск на межі черв'яка і головки — 2,6 МПа.

Далі наведено результати експериментальних досліджень.

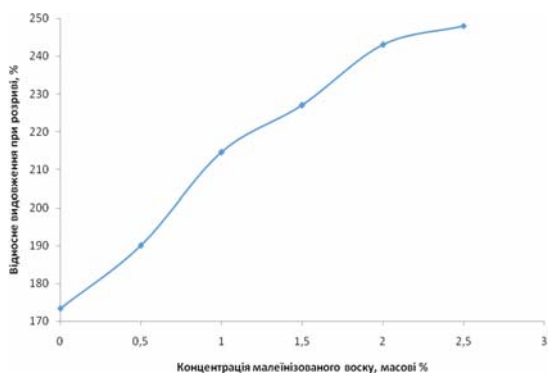


а)

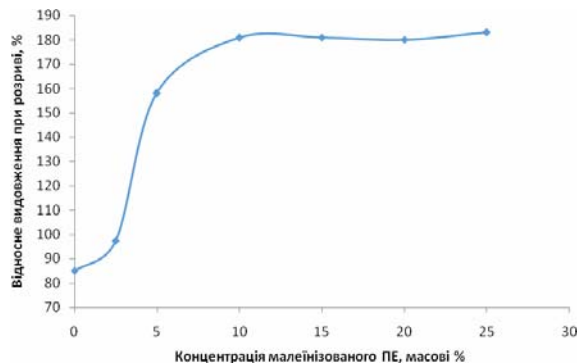


б)

**Рис. 1.** Залежність міцності при розриві ПЕ плівки, наповненої крейдою, від концентрації малеїнізованого воску (а) та малеїнізованого ПЕ (б)



а)



б)

**Рис. 2.** Залежність відносного видовження при розриві ПЕ плівки, наповненої крейдою, від концентрації малеїнізованого воску (а) та малеїнізованого ПЕ (б)

Залежності відносного видовження та міцності при розриві наповнених крейдою ПЕВТ від концентрації малеїнізованих сополімерів показують, що для малеїнізованого ПЕ оптимальним є введення 5–10 %, при цьому відносно

видовження при розриві зростає на 90 %, а міцність при розриві на 4 МПа. Для малеїнізованого воску оптимальним є введення 2 %, при цьому відносне видовження при розриві зростає на 70 %, а міцність при розриві — на 4 МПа. Залежності кута змочування та поверхневого натягу наповненої крейдою ПЕ плівки від концентрації малеїнізованих сополімерів не показує значних змін.

## **Література**

1. *Калинчев Э.Л. Эффективный подход к созданию современных полимерных композиционных материалов / Э.Л. Калинин, М.Б. Саковцева, И.В. Павлова / Полимерные материалы. — 2008. — № 3 — С. 4–14.*

## **Критерії вибору нанорозмірних люмінесцентних компонентів для виготовлення друкованих нанофотонних елементів новітніх пакувань**

*О.О. Саранулова, В.П. Шерстюк, д.х.н., В.В. Швалагін, О. Д. Задорожна, НТУУ «КПІ», м. Київ*

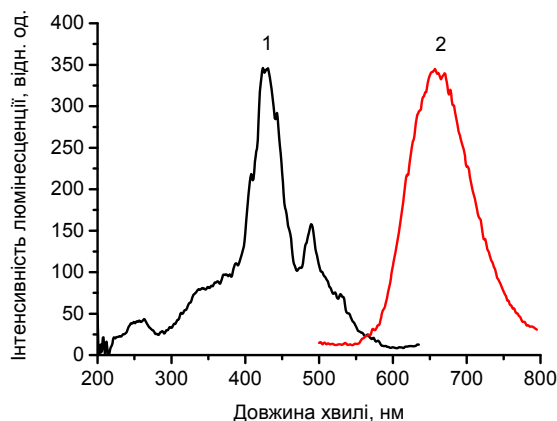
Новітні пакування, до яких відносять активні і розумні пакування, набувають все більшої популярності у зв'язку з їхньою здатністю підвищувати безпечність споживання харчових продуктів. Нанофотонні елементи новітніх пакувань можуть як повідомляти споживача про стан упакованого продукту і, відповідно, його придатність до споживання, так і слугувати елементом захисту ексклюзивної продукції від підробки. Суттєву перспективу мають нанофотонні елементи, які містять нанокристали оксиду цинку (ZnO) як люмінесцентний функціональний компонент [1]. Окрім нанорозмірного ZnO, перспективними для використання в системах новітніх пакувань та іншої поліграфічної продукції можуть бути такі нанофотонні компоненти, як нанокластери срібла (Ag) і наночастинки карбону (C). Поки що не зафіксована наявність здатності названих вище компонентів реагувати на основні речовини, які утворюються у харчових продуктах в результаті тривалого зберігання і псування, шляхом зміни інтенсивності люмінесценції. Загалом це ускладнює використання таких нанофотонних компонентів у системах активних і розумних пакувань для реєстрації стану упакованих продуктів і середовища пакування. Однак є відомості про здатність наночастинок карбону реагувати на зміну pH [2]. Тож названі вище компоненти є напрочуд перспективними для захисту різноманітної поліграфічної продукції, зокрема пакувань, від підробки.

Необхідно відмітити, що нанокластери срібла та наночастинки карбону, на відміну від «традиційних» люмінофорів на основі квантових точок напівпровідників, є менш дослідженими. У зв'язку з цим, необхідним було визначити можливість одержання високолюмінесцентних плівок на їхній основі, а також дослідити фотолюмінесцентні характеристики таких плівок.

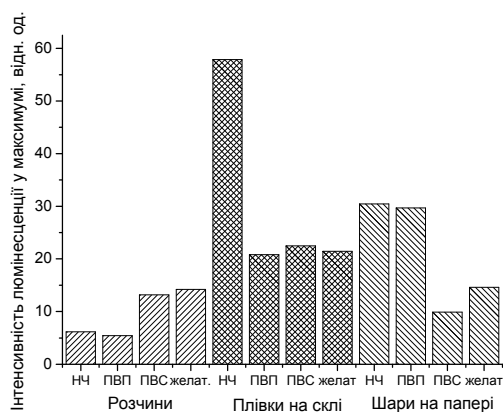
Кластери Ag було отримано за відомою з літератури методикою шляхом відновлення нітрату срібла боргідридодом натрію в присутності дігідроліпоєвої кислоти в якості координаційного ліганду [3]. Описана методика дає змогу отримувати кластери Ag з розміром менше 2 нм. На рис. 1 (криві 1 і 2) зображено спектр збудження люмінесценції та спектр люмінесценції вихідного розчину кластерів Ag. З рис. 1 (крива 1) видно, що найбільш інтенсивну смугу люмінесценції можна отримати при збудженні світлом з довжиною хвилі 425 нм. Спектр люмінесценції кластерів Ag (рис. 1, крива 2) має широку смугу люмінесценції з максимумом при 660 нм.

Синтезовані розчини кластерів Ag було введено в полімерні матриці. Для цього до водного розчину кластерів Ag при кімнатній температурі і перемішуванні було додано 10 % водні розчини полівінілпіролідону (ПВП), полівінілового спирту (ПВС) та желатину. Далі реєстрували спектри люмінесценції та поглинання отриманих композицій, після чого композиції було рівномірно розподілено на скляні підкладки методом поливу та на папір і висушено при

кімнатній температурі. На рис. 2 наведено інтенсивність люмінесценції в максимумі композицій на основі кластерів Ag у полімерних матрицях: у розчинах, у шарах на склі та на папері.



**Рис. 1.** Спектр збудження люмінесценції (1) та спектр люмінесценції вихідного розчину кластерів Ag (2),  $\lambda_{\text{збудж.}} = 425 \text{ нм}$



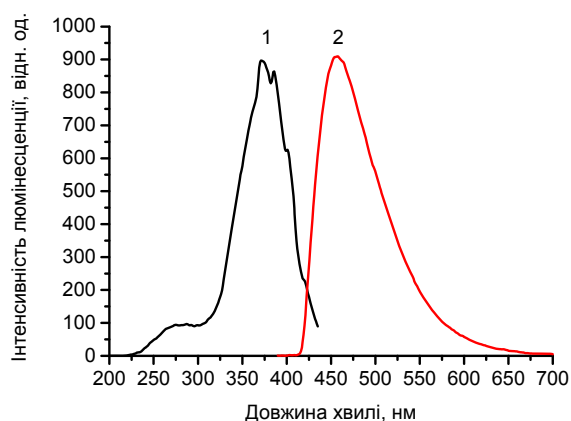
**Рис. 2.** Порівняльна діаграма інтенсивностей люмінесценції в максимумі композицій на основі кластерів Ag у полімерних матрицях: у розчинах, у шарах на склі та на папері,  $\lambda_{\text{збудж.}} = 425 \text{ нм}$

З рис. 2 видно, що після додавання до кластерів Ag полімерів інтенсивність їхньої люмінесценції у розчинах незначно зменшується у випадку використання ПВП і зростає на 50 % у випадку використання ПВС і желатину. Після нанесення композицій на скло (товщина шару після висихання складала близько 25 мкм), плівка, отримана з розчину кластерів Ag без додавання полімерів, мала найвищу інтенсивність люмінесценції (у 9,5 разів вище за вихідний розчин), а шари з полімерами демонстрували значне зростання інтенсивності люмінесценції (у 3,8 рази вище за люмінесценцію в розчині у випадку використання ПВП та в 1,7 і 1,5 рази вище за люмінесценцію в розчині у випадку використання ПВС і желатину відповідно). Після нанесення на папір шари на основі кластерів Ag у полімерних матрицях також демонстрували

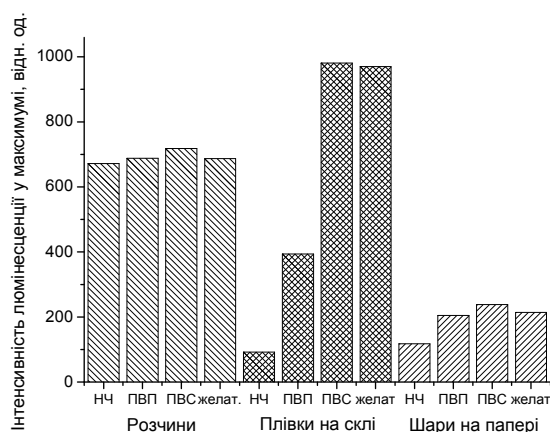
зростання інтенсивності люмінесценції, найбільш виражене у випадку розчину кластерів Ag без додавання полімеру та при додаванні ПВП.

Наночастинки (НЧ) карбону отримували шляхом кип'ятіння з азотною кислотою гуанідинвмісного розгалуженого полімеру, подібно до відомої з літератури методики [2]. Після очистки отримували прозорий колоїд.

На рис. 3 (криві 1 і 2) наведено спектр збудження люмінесценції та спектр люмінесценції вихідного розчину наночастинок карбону. Як бачимо з рис. 3, найбільш інтенсивну смугу люмінесценції можна отримати при опроміненні розчину НЧ світлом з довжиною хвилі 370 нм. Спектр люмінесценції наночастинок (рис. 3, крива 2) характеризується однією інтенсивною та широкою смугою люмінесценції з максимумом при 460 нм.



**Рис. 3.** Спектр збудження люмінесценції (1) та спектри люмінесценції (2) вихідного розчину НЧ карбону.  $\lambda_{\text{збудж.}} = 370 \text{ нм}$



**Рис. 4.** Порівняльна діаграма інтенсивностей люмінесценції у максимумі композицій на основі НЧ карбону у різних полімерних матрицях: у розчинах, після нанесення на скляну підкладку та після нанесення на папір,  $\lambda_{\text{збудж.}} = 370 \text{ нм}$

Для отримання полімерних люмінесцентних композицій синтезовані наночастинки карбону було введено в полімерні матриці. Для цього до розчину наночастинок карбону при кімнатній температурі і перемішуванні було додано 10 % водні розчини ПВП, ПВС та желатину. Після отримання однорідного прозорого розчину, були записані спектри люмінесценції та поглинання отриманих композицій, після чого композиції було рівномірно нанесено на

скляні підкладки та на папір і висушено при кімнатній температурі. На рис. 4 порівняно інтенсивності люмінесценції в максимумі композицій на основі НЧ карбону у різних полімерних матрицях — у розчинах, після нанесення та висушування на скляній підкладці та на папері.

Як видно з рис. 4, після введення НЧ карбону у полімерні матриці інтенсивність їх люмінесценції незначно зростає, причому найбільш виражене зростання відбувається у випадку використання ПВС. Після нанесення композицій на скляну підкладку (товщина шару після висихання складала близько 25 мкм), шар, отриманий шляхом нанесення на скло розчину наночастинок без додавання полімерів, мав відносно невелику інтенсивність люмінесценції, тоді як шари з полімерами демонстрували значно вищу інтенсивність люмінесценції. До того ж, у випадку використання ПВС і желатину, інтенсивність люмінесценції плівки навіть перевищувала інтенсивність люмінесценції розчинів. У випадку використання паперу як підкладки, шари на основі наночастинок карбону у полімерних матрицях також демонстрували зростання інтенсивності люмінесценції порівняно з НЧ карбону, нанесеними на папір без полімеру. Візуально плівки, отримані шляхом нанесення на скло розчину наночастинок, мали нерівномірну структуру, а плівки, отримані з розчинів із вмістом полімерів, були непрозорими. Найбільш рівномірні і прозорі плівки було отримано шляхом нанесення на скло розчину наночастинок із додаванням ПВП.

Отже, було досліджено перспективні нанофотонні компоненти — нанокластери срібла і наночастинок карбону — та виявлено, що вони взаємодіють з полімерними матрицями подібно до наночастинок ZnO. Це робить можливим застосування результатів технологічних досліджень композицій на основі нано-ZnO до використання композицій на основі нанокластерів срібла і наночастинок карбону. Проте у зв'язку з поки що незафіксованою наявністю у цих компонентів здатності змінювати показники фотолюмінесценції в контакті з продуктами псування запакованих харчових продуктів, вони є перспективними для захисту від підробки новітніх пакувань та іншої поліграфічної продукції.

Дослідження проводилися за підтримки Міністерства освіти і науки України (НДР № 2873п).

## Література

1. *Сарапулова О.О.* Нанофотонні та нанофотокаталітичні системи для друкованих пакувань. Проблеми створення / О.О. Сарапулова, В.П. Шерстюк // Упаковка. — 2013. — № 6. — С. 30–34.
2. *Shen L.* The production of pH-sensitive photoluminescent carbon nanoparticles by the carbonization of polyethylenimine and their use for bioimaging / L. Shen, L. Zhang, M. Chen et al. // Carbon. — 2013. — Vol. 55. — P. 343–349.
3. *Chin P.* Enhanced luminescence of Ag nanoclusters via surface modification / P. Chin, M. Linden, E. Harten et al. // Nanotechnology. — 2013. — Vol. 24. — P. 1–7.

## **«Їстівна» плівка як необхідна складова хлібобулочних виробів для подовження свіжості**

*О.С. Шульга, А.І. Чорна, к.т.н., Л.Ю. Арсеньєва, д.т.н., НУХТ, м. Київ*

**Вступ.** Розвиток ринкових відносин вплинув на всі галузі агропромислового комплексу України, зокрема й на хлібопекарну промисловість. Свіжість хліба є пріоритетною споживчою властивістю, що впливає на вибір покупця. Проблемі збереження свіжості хліба присвячено багато робіт вітчизняних та закордонних науковців. У зв'язку з широким асортиментом пакувальних матеріалів великого значення набувають проблеми, пов'язані зі змінами, що відбуваються в хлібобулочних виробках: реологічних та гідрофільних властивостей м'якушки, ретроградації крохмалю, перерозподілу вологи, мікроструктури м'якушки, можливе мікробіологічне псування виробів та зміна їх органолептичних показників. Новим досягненням у галузі функціонального пакувального матеріалу є створення так званих їстівних паковань, що формуються на харчових продуктах як оболонки та покриття, видаляти які перед вживанням продукту не обов'язково. Захисні покриття забезпечують надійніший захист харчового продукту. Перевагами такого способу захисту хлібобулочних виробів є використання екологічно безпечних речовин та порівняна простота технічних рішень. Метою роботи є дослідження впливу «їстівного» покриття на якість хліба.

**Матеріали і методи.** Основним плівкоутворюючим компонентом було обрано крохмаль, що обумовлено його властивостями: нетоксичністю, гідрофільністю, сумісністю з природними та синтетичними речовинами. Допоміжними компонентами було обрано воду, гліцерин та еламін. Так як крохмаль є типовою гідрофільною речовиною і може містити 30–40 % зв'язаної вологи, то найбільш доступним і поширеним пластифікатором крохмалю є вода. Як пластифікатор використовували гліцерин, що ґрунтується на його здатності, завдяки підвищенню спіральної структури, крохмалю уповільнювати процеси ретроградації амілози, які призводять до погіршення якісних показників плівки під час її зберігання. Гліцерин є гідрофільним і розчиняється у воді в різних співвідношеннях. Він запобігає появі крихкості плівки, перешкоджаючи надмірному випаровуванню вологи у процесі сушіння, а низький тиск парів гліцерину дає змогу залишатися йому в речовині протягом тривалого часу зберігання продукції.

«Їстівне» покриття отримували шляхом змішування тапіокового крохмалю, води, гліцерину та подальшим нагріванням суміші при 85–90 °С протягом 10 хв. Потім суміш охолоджували і додавали еламін. Готовий розчин наносили на свіжоспечений хліб намащуванням. Мета подальших досліджень — вивчення впливу плівкоутворюючого розчину «їстівного» покриття на показники якості хліба з пшеничного борошна протягом зберігання та його стійкості до черствіння.

**Результати.** Одним зі шляхів запобігання випаровуванню вологи зі скоринки хлібних виробів є створення бар'єру, що утворюється тонкою плівкою

«їстівного» покриття. Температура приготування розчину крохмалю, температура внесення пластифікатора та тривалість перемішування мають певний вплив на якість отриманої плівки, який буде вивчатися в подальших дослідженнях.

Зміна властивостей м'якушки під час зберігання відбувається в такій послідовності: скоринка втрачає блиск і хрусткість, смак і аромат, притаманні свіжому хлібу, з'являється жорсткість, знижується еластичність і пружність як цілого хліба зі скоринкою, так і його м'якушки, підвищується здатність м'якушки кришитися при різанні ножом, відбувається втрата вологи внаслідок випаровування та зменшується маса. Такі зміни в хлібобулочних виробках є наслідком складних фізико-хімічних і колоїдних процесів, які обумовлюють черствіння, а також втрату вологи, що є причиною усихання виробів та зменшення їхньої маси.

Для зберігання властивостей хліба та збагачення його корисними речовинами, до складу покриття додавали еламін — натуральний концентрат з морської капусти, що збагачує організм йодом та мінеральними речовинами.

Для контролю було обрано неупакований пшеничний хліб. Умови зберігання: температура ( $18 \pm 3$  °C) і відносна вологість 70–75 %. Перевіряли якість хліба через 3, 24 та 48 год порівняно з контрольними виробами за показниками, що свідчать про черствіння хліба відповідно до чинних нормативних документів.

Результати експериментальних досліджень зміни якості хліба з «їстівним» покриттям під час зберігання наведені в табл. 1 та 2.

**Таблиця 1.**  
**Зміна деформаційних характеристик пшеничного хліба під час його зберігання**

<b>Деформація м'якушки на пенетрометрі</b>	<b>Без плівкового покриття (контрольний зразок)</b>	<b>З плівковим покриттям</b>
<i>Через 3 год. після випікання:</i>		
загальна	82	89
пластична	61	62
пружна	21	27
<i>Через 24 год. після випікання:</i>		
загальна	51	54
пластична	43	41
пружна	12	12
<i>Через 48 год. після випікання:</i>		
загальна	27	28
пластична	18	20
пружна	9	10

**Таблиця 2.**  
**Зміна властивостей хліба під час його зберігання**

Тривалість зберігання, год	Кришкуватість, %		К-ть адсорбованої води		W, %	
	контроль	зразок	контроль	зразок	контроль	зразок
3	1,662	1,273	393,2	371	42,4	41,6
24	2,106	1,767	338,4	298,39	41,3	41,8
48	4,732	4,455	322,2	315,92	36,8	35,6

**Висновки.** В результаті експериментальних досліджень встановлено, що хліб з «істивним» покриттям довше зберігає свіжість, а використане покриття позитивно впливає на органолептичні показники хліба та підвищує його поживну цінність.

### Література

1. *Легонькова О., Сдобникова О.* Биоразлагаемые материалы в технологии упаковки // Тара и упаковка. — 2003. — № 6. — С. 78–80.
2. *Takeo K., Tokumura A., Kuge T.* Complexes of starch and its related materials with organic compounds // Starch/Starke — 1973. — № 25. — P. 357–362.

## **Біодеграбельні пакувальні матеріали**

*І.О. Ляшок, Н.А. Андрішак, к.т.н., О.В. Іщенко, к.т.н., Київський національний університет технологій та дизайну*

В середині минулого століття людство пережило революцію синтетичних матеріалів, після якої синтетичні полімери стали домінувати на ринку матеріалів. У світі щорічний приріст виробництва полімерів становить 8–10 %. Так, наприклад, тільки поліетиленових пакетів використовується щорічно більше десятка мільярдів. Це призводить до швидкого зростання кількості відходів та сміттєзвалищ. На звалищах України накопичилися десятки мільйонів тонн твердих побутових відходів (ТПВ), що негативно впливає на навколишнє середовище. Тому останніми роками люди інтенсивно займаються розробленням технологій використання полімерних відходів.

Ідея створення біодеградабельних полімерних матеріалів знаходиться в центрі уваги вчених усього світу понад 30 років. Близько 70 компаній світу виготовляють біодеградабельні полімери для мішків під органічні відходи, одноразовий посуд, підгузки [1].

Передусім пропонується використовувати їх у пакувальній індустрії, де термін служби більшості виробів становить лише кілька місяців або навіть днів. До того ж саме полімерна упаковка — пляшки, контейнери, корекси, коробки, блістери й пакети — становить основну частку ТПВ.

У своїй щорічній доповіді European Bioplastics повідомила, що світовий ринок біополімерів збільшиться в п'ять разів до 2016 р. Очікується, що великий внесок зробить біо-ПЕТФ, об'єм якого збільшиться в 10 разів. ПЕТФ на основі біоматеріалу вже зараз займає близько 40 % від усього світового виробництва біополімерів.

Слід зазначити, що інтерес спостерігається останніми роками саме до біодеградабельних полімерів. Це аліфатичні поліефіри, поліаміди, сегментовані поліефіруретани, полімери молочної та гліколевої кислот (полілактид і полігліколактиди, силікон, поліетилентерефталат і віднедавна полігліколід (ПГА). Такі полімери цікавлять виробників і екологів тим, що розкладаються в стислі терміни з утворенням води, біомаси, CO<sub>2</sub> або CH<sub>4</sub>.

Якщо заходи щодо охорони середовища будуть посилюватися, то перехід до виробництва біодеградабельних полімерів з відновлюваної сировини відбудеться набагато швидше, ніж ми на це очікуємо [2].

Австралійський підрозділ концерну Cadbury Schweppens замовляє біодеградуєчі корекси для коробок під шоколадні цукерки. А Nestle вже два роки постачає в Австралію та Європу цукерки з молочного шоколаду Dairy Box («Молочна коробка»), корекси для яких виготовлені з полімолочної кислоти, вони моментально розкладаються при контакті з водою.

Упаковка з біодеградабельних матеріалів з'явилася і в країнах СНД. Нині полілактидна упаковка дорожча за аналогічні вироби з поліпропілену.

В Україні, на жаль, поки рано говорити про виробництво і широкий попит населення на таку упаковку. Однак вже сьогодні необхідно задуматися про

неминучість переходу на біодеградабельні полімери, нешкідливі для людини і навколишнього середовища.

Найбільше зі сфери біодеградабельних полімерів вивчаються полімери на основі крохмалю. Крохмаль може бути термопластичний, якщо використовувати технологію екструзійного зварювання. Крохмаль є у вигляді гранул близько 15–100 мкм у діаметрі, які можна змішувати з іншими полімерами. Втім, навіть згідно зі спеціальними режимами температури та зсуву під час екструзії крохмаль може бути перетворений на аморфний термопластичний стан за допомогою деструктуризації.

У дослідженні використовується кукурудзяний крохмаль, який пластифікуємо гліцерином, без додавання води. Для покращення властивостей отриманих плівок додавали модифіковані полісахариди (карбоксиметильований крохмаль (Na-КМК), карбоксиметильована целюлоза (Na-КМЦ), біфідокрохмаль), також проводили дослідження з додаванням полівінілового спирту (ПВС) і лимонної кислоти як зшиваючого агента.

Було підібрано технологічне обладнання та режими підготовки та перероблення крохмальних композицій.

Проводилась оцінка руйнівного напруження ( $\sigma_p = 22,8\text{--}28$  МПа) та відносного подовження при розтягуванні ( $\epsilon_p = 89\text{--}95$  %) для зразків, розчинність зразків, що відрізнялися за своїм складом.

Під час фізико-механічних випробувань було встановлено, що термостабілізовані зразки найбільш міцні та еластичні.

Лимонна кислота зшиває гідроксильні групи гліцерину і ПВС та карбоксильні групи лимонної кислоти, внаслідок чого утворюється просторово зшитий полімер. Таким чином, використання лимонної кислоти забезпечує підвищення фізико-механічних властивостей полімерної плівки.

Термостабілізація плівки підвищує ступінь орієнтації макромолекул у процесі термофіксації, коли плівка знаходиться у витягнутому стані.

Використання модифікованих полісахаридів підвищує фізико-механічні властивості плівок та термін біорозкладання.

Мікробіологічні пошкодження залежать від властивостей, стану матеріалу, агресивності мікроорганізма-деструктора, тривалості, умов взаємодії, температури та вологи. До мікроорганізмів-деструкторів полімерів відносять такі види грибів: *Aspergillus wamori*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus oryzae*, *Trichoderma sp.*, *Penicillium sp.*.

Деградація полімеру є складним процесом, на швидкість і завершеність якого впливають не тільки будова і властивості полімеру і полімерного матеріалу, але й навколишні умови. З навколишніх умов першоступеневий вплив виявляють волога, температура, рН, світло, а також такий комплексний чинник, як контакт з ґрунтом і тип ґрунту. Тип ґрунту — це комплекс відповідних чинників і відповідна сукупність мікроорганізмів.

Ґрунт — це основне середовище проживання мікроорганізмів. Найбільш насичений шар ґрунту на глибині 5–15 см, 1 г якого містить до  $10^8$  одиниць

мікроорганізмів. Мікроорганізмами-космополітами усіх типів ґрунтів є гриби родів *Penicillium*, *Aspergillus* і бактерії *Bacillus mycoides*, *Bacillus megaterium* [3]. Зміну властивостей полімеру під дією мікроорганізмів визначають за допомогою порівняння показників властивостей, які визначаються до, під час та після його контакту і взаємодії з ними. Застосовуються спеціально розроблені методи визначення цих показників. Вони поділяються на індикаторні (характеризуються оцінюванням зовнішнього вигляду матеріалу, а метод оцінювання — візуальний огляд) та кількісні (фізико-механічні, механічні, хімічні показники властивостей, які визначаються стандартними інструментальними методами).

Щоб визначити вплив мікроорганізмів на полімерні вироби необхідно спочатку вивчити здатність мікроорганізмів рости на них. З цією метою вирізаються зразки плівок, які відрізняються між собою за складом. Зразки помістили у компост на 40 днів. Після цього виявляли зміни за допомогою мікроскопічного методу.

Під час візуального та мікроскопічного аналізу виявлено наявність росту мікроорганізмів. Результати спектрального аналізу свідчать про наявність у зразках аміно- і карбоксильних груп, що вказують на появу білкових з'єднань, і карбонових кислот, які продукуються мікроорганізмами.

Було виявлено, що бактерії проявляють тим більшу активність, чим менше додається Na-КМЦ, Na-КМК в композиції.

Проаналізовані дані доводять необхідність застосування біодеградувальних полімерних матеріалів для виготовлення упаковки. Запропоновано доступний з економічного і технологічного погляду в реаліях України спосіб виготовлення біодеградувального матеріалу.

## Література

1. Буряк В.П. Биополимеры — настоящее и будущее // Полимерные материалы. — 2005. — № 12(79). — С. 22–27.
2. Bastioli. In Degradable Polymers. Principles and Application. (Eds G. Scott, D. Gilead)., London: Chapman and Hall, 1995.
3. Горение, деструкция и стабилизация полимеров / Под. ред. Заикова Г.Е. — СПб.: Научные основы и технологии, 2008. — 422 с.

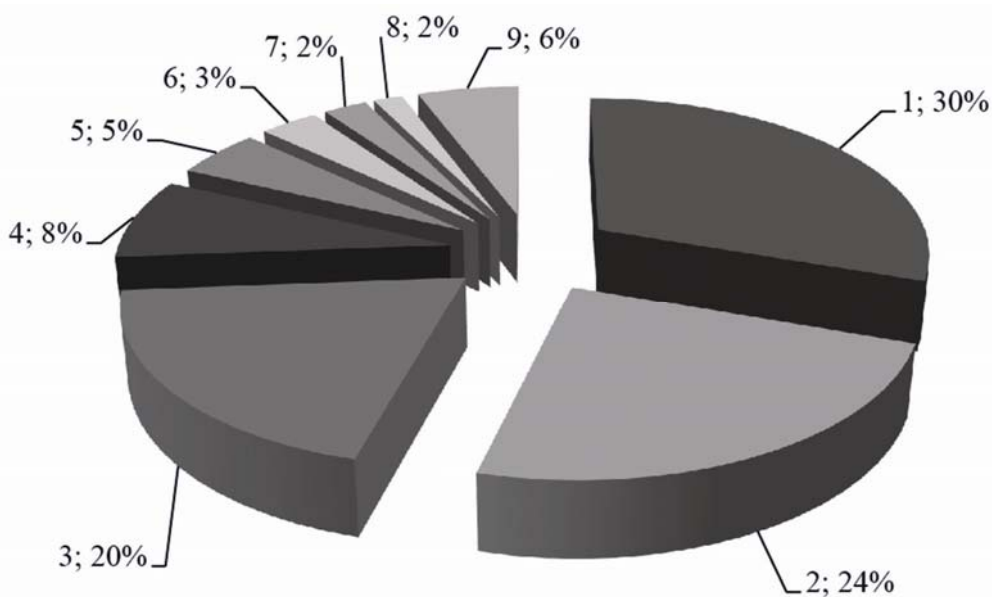
## Безпечні флексографічні друкарські фарби для пакування

Н.О. Кащенко, Р.А. Хохлова, к.т.н., НТУУ «КПІ», м. Київ

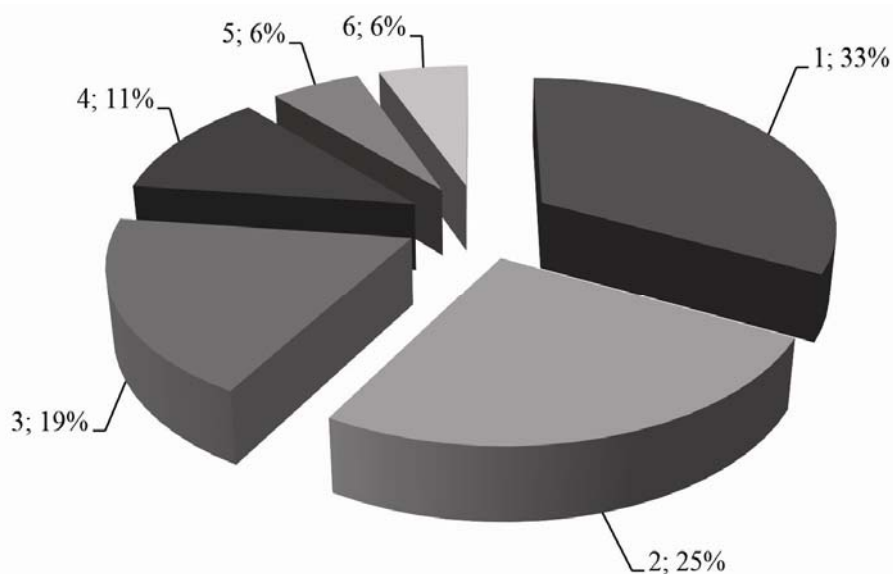
Сьогодні при зростанні інтересу світової спільноти до екологічної ситуації, стан якої погіршується зі зростанням обсягів виготовлення продукції, зокрема поліграфічної, виробники пакувань неабияку увагу приділяють використанню матеріалів, що не забруднюють навколишнє середовище. Не менш важливим завданням є гарантування безпечності використаних у пакуванні матеріалів щодо запакованих продуктів, а отже, і здоров'я споживача.

Флексографія, частка якої при виготовленні пакувань зростає завдяки широкому охопленню друкованих матеріалів, швидкості отримання та високій якості відбитків, універсальності та гнучкості технології, дає змогу використовувати безпечні для навколишнього середовища матеріали.

Водночас із поширенням використання екологічно безпечних основ для друкування, з'являється нагальна потреба у розробленні та виготовленні фарб, здатних до біорозкладання. З метою визначення сучасних тенденцій розвитку флексографічних друкарських фарб, що дасть можливість окреслити актуальний вектор розроблення для створення нових композицій друкарських фарб, було проведено патентний пошук за останні десять років. Розподіл знайдених розробок ілюструє стабільний інтерес до модернізації складу флексографічних друкарських фарб.



**Рис. 1.** Співвідношення кількості патентів флексографічних друкарських фарб за країною-заявником: 1 — Японія; 2 — США; 3 — Китай; 4 — Німеччина; 5 — Бельгія; 6 — Великобританія; 7 — Корея; 8 — Україна; 9 — інші



**Рис. 2.** Співвідношення кількості патентів за типом флексографічної друкарської фарби: 1 — на основі розчинників; 2 — на водній основі; 3 — УФ-фарби; 4 — фарби, що здатні до біодеструкції; 5 — фарби, що закріплюються електронним променем; 6 — інші

Лідерами у розробленні флексографічних друкарських фарб та їх компонентів (рис. 1) є Японія, США та Китай. Знайдені українські патенти (2%), що заявлені Українською академією друкарства, Національним університетом «Львівська політехніка» та Інститутом монокристалів науково-технологічного концерну «Інститут монокристалів». Вони спрямовані на модернізацію складу вододисперсійних фарб та флексографічної фарби для друку на полімерних матеріалах.

Аналіз перспектив розвитку основних типів флексографічних друкарських фарб (рис. 2) вказав на сталу впродовж десятиліття популярність фарб на основі органічних розчинників, переважно спиртів (33%). Постійне вдосконалення складу фарб цього типу пояснюється значним попитом на них через їхню універсальність, дешевизну та зручність використання на широкому спектрі основ для друкування. Також превалюють розробки фарб на водній основі (25%), адже вони доволі часто використовуються для друкування на всотувальних матеріалах та придатні для друкування паковань, які мають безпосередній контакт із харчовою продукцією [1].

В останні роки зростає сектор розроблення флексографічних друкарських фарб, що здатні до біодеструкції. Таке зацікавлення пов'язано з виникненням концепції екологічного пакування, безпечного для споживача і навколишнього середовища.

За мету роботи було взято пошук компонентів для створення безпечної флексографічної друкарської фарби для паковань, що здатна до біорозкладання. Умовою до вибору певного компоненту є його доступність в Україні, тобто наявність вітчизняних виробників, та поновлюваність сировини.

Технологічні вимоги до фарби для флексографічного друку є рівень рН в діапазоні 8,2–8,5 одиниць та в'язкість 18–24 с за віскозиметром ВЗ-4.

Підбір плівкотвірних речовин включав дослідження водних розчинів речовин-природних полімерів: казеїн, картопляний крохмаль, крохмаль кукурудзяний модифікований, сухий пшеничний білок, кукурудзяний крохмаль у вигляді пасти.

Експериментально визначено, що плівкотвірні речовини на основі пасти кукурудзяного крохмалю дають максимально наближені результати до встановлених вимог [2].

Розчинником фарби, що розробляється, є вода, екологічний та безпечний для споживача компонент. Для забезпечення стабільності фарби під час зберігання та запобігання її псуванню, додано триетаноламін.

Однією з основних проблем біорозкладних друкарських фарб є забезпечення стабільності їх властивостей у часі з одночасним дотриманням високого ступеня висихання на відбитку та відповідності їх механічному впливу. Саме тому головним вектором подальшої роботи над розробленням безпечних фарб для пакування є підбір комбінації органічних сполук для вирішення проблеми швидкого закріплення фарбовідбитків та формування їх глянцею й світлостійкості, з переслідуванням вимог зі стабільності, екологічності, доступності та поновлювальності матеріалів.

## Література

1. *Кащенко Н.О., Хохлова Р.А.* Тенденції у розвитку флексографічних друкарських фарб // Поліграфія і видавнича справа : Зб. наук. праць. — 2014. — № 3 (67). — С. 28–31.
2. *Хохлова Р.А., Вальков Є.С.* Властивості природних плівкотвірних речовин для виготовлення лаків та фарб, що біорозкладаються // Технологія і техніка друкарства : зб. наук. праць. — 2014. — Вип. 1 (43). — С. 89–96.

## Обґрунтування параметрів бігування плоского картону

І.О. Полєжаєв, НТУУ «КПІ», м. Київ, О.М. Гавва, д.т.н., НУХТ, м. Київ

Картон — це пружне середовище з пластичним розсіюванням енергії у місці складок, утворених бігуванням (рис. 1). Таким чином, математичну модель можна навести через поведінку секції як одиниці ширини поверхні після впливу бігувального інструменту при заданому значенні номінальної початкової деформації зсуву  $\gamma$ . Деформацію зсуву визначають за формулою

$$\gamma = \frac{2h}{W} \quad (1)$$

де  $h$  — глибина проникнення лінійки і  $W$  — ширина канавки.

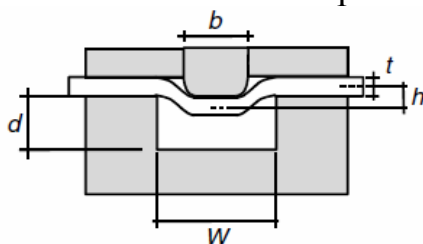


Рис. 1. Схема бігувального процесу

Після бігування по лініях згину спостерігається пом'якшення матеріалу під час його вигину, тоді як для глибокої лінії згину ідеальну пластичність розглядають як домінуючу дисипативного механізму (рис. 2).

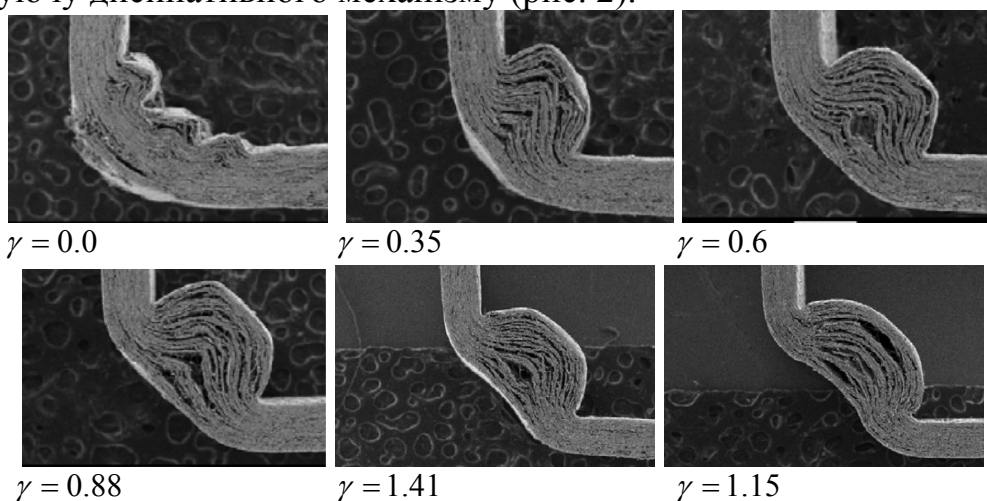


Рис. 2. Тест на згинання заготовки по лінії бігування [1]

Так як малі деформації в напрямках, відмінних від осей поверхонь, необмежені, для деформації зсуву властива непарна лінійна еластичність  $\eta_c$ ,  $\eta_t$  і для крутного моменту обертання  $\mathcal{G}_n$ , а в поєднанні з пружно-пластичними деформаціями, відповідно, обумовлює деформації вигину  $\eta_n$ ,  $\mathcal{G}_c$  навколо осей поверхні.

Результуюча модель сформульована, виходячи з визначення вільної енергії щільності потенціалу  $\Psi$ , встановленого Helmholtz [2], і має вигляд:

$${}^{\gamma}\psi = \frac{1}{2}k_c\eta_c^2 + \frac{1}{2}k_t\eta_t^2 + \frac{1}{2}k_n^+\langle\eta_n - \eta_n^p\rangle_+^2 + \frac{1}{2}{}^{\gamma}k_n^-\langle\eta_n - \eta_n^p\rangle_-^2 + \frac{1}{2}(1-d){}^{\gamma}k_{g_c}(\mathcal{G}_c - \mathcal{G}_c^p)^2 + \frac{1}{2}k_{g_n}\mathcal{G}_n^2 \quad (2)$$

де  $k_i$ ,  $i = c, t$ ,  $\mathcal{G}_n$  позначає узагальнену пружну жорсткість,  ${}^{\gamma}k_{g_c}$  і  ${}^{\gamma}k_n^-$  позначають пружний вигин і поверхневу жорсткість стиснення, які будуть порушені під час бігування. Верхній індекс  $\mathbf{p}$  означає пластичну частину з узагальнених напружень, а символи  $+$  та  $-$  позначають позитивні і негативні частини. Різні еластичні жорсткості  $k_n^+$  і  ${}^{\gamma}k_n^-$  були взяті з поведінки поверхні під час розтягування і стиснення, згідно з експериментальними спостереженнями. Варто ще раз зауважити, що пружні жорсткості  $k_i$  представляють узагальнені жорсткості на бігованому матеріалі, які виникають після його пошкодження в процесі бігування.

Лінійні пружні зв'язки між узагальненими значеннями статичних і кінематичних величин знаходять через головні рівняння  ${}^{\gamma}\Psi$  [3]

$$\begin{aligned} V_c &= \frac{\partial^{\gamma}\psi}{\partial\eta_c} = k_c\eta_c; \quad V_t = \frac{\partial^{\gamma}\psi}{\partial\eta_t} = k_t\eta_t; \\ N &= \frac{\partial^{\gamma}\psi}{\partial\langle\eta_n - \eta_n^p\rangle_+} + \frac{\partial^{\gamma}\psi}{\partial\langle\eta_n - \eta_n^p\rangle_-} = k_n^+\langle\eta_n - \eta_n^p\rangle_+ + {}^{\gamma}k_n^-\langle\eta_n - \eta_n^p\rangle_- \quad (3) \\ M_c &= \frac{\partial^{\gamma}\psi}{\partial(\mathcal{G}_c - \mathcal{G}_c^p)} = (1-d){}^{\gamma}k_{g_c}(\mathcal{G}_c - \mathcal{G}_c^p); \quad M_n = \frac{\partial^{\gamma}\psi}{\partial\mathcal{G}_n} = k_{g_n}\mathcal{G}_n; \end{aligned}$$

Термодинамічна сила, сполучена змінною пошкоджень, визначається як

$$Y = -\frac{\partial^{\gamma}\psi}{\partial d} = \frac{1}{2}{}^{\gamma}k_{g_c}(\mathcal{G}_c - \mathcal{G}_c^p)^2 \quad (4)$$

Щільність дисипації задається

$$D = N\dot{\eta}_n^p + M\dot{\mathcal{G}}_c^p + Y\dot{d} \geq 0 \quad (5)$$

Пружна реакція області бігування відноситься тільки до поведінки поверхневого вигину складок. Ефективні напруги позначаються накладеною відмінністю і визначені як

$$\overline{M}_c = \frac{M_c}{1-d}; \quad \overline{N} = N \quad (6)$$

Так як бігування дає можливість здійснювати велике переміщення зсуву поверхні, вигин поверхні вираховується через визначення критерію прогину. Непружним перерозподілом напружень по товщині елемента можна знехтувати, з різким переходом від суто пружного стану в цілковито пластичний. Позначаючи через  $\sigma_y^+ > 0$ ,  $\sigma_y^- < 0$  межі міцності матеріалу при розтягуванні і при стисненні відповідно, межі поверхневих сил  $N_y^+$  і  ${}^{\gamma}N_y^-$ , їх ставлення  $r > 0$  і границя згинального моменту  $M_y$  визначаються як

$$N_y^+ = \sigma_y^+ h, \quad {}^{\gamma}N_y^- = {}^{\gamma}N_y^-(\sigma_y^- h, \gamma), \quad r = -{}^{\gamma}N_y^- / N_y^+, \quad M_y = -\frac{t}{2} \frac{N_y^+ {}^{\gamma}N_y^-}{N_y^+ - {}^{\gamma}N_y^-} \quad (7)$$

Для позначення зручності корисно ввести безрозмірні змінні

$$n = \frac{\bar{N}}{N_y^+}, \quad m = \frac{\bar{M}_c}{M_y} \quad (8)$$

У цих позначеннях, пружна складова матеріалу поверхні визначається умовами

$$f_1(n, m) = \frac{n^2}{r} - \frac{1-r}{r}n + m - 1 \leq 0 \quad (9)$$

$$f_2(n, m) = \frac{n^2}{r} - \frac{1-r}{r}n - m - 1 \leq 0 \quad (10)$$

Узагальнені показники пластичної деформації  $\dot{\eta}_n^p$  і  $\dot{\varrho}_c^p$  визначаються згідно з правилом пов'язаного потоку,

$$\dot{\eta}_n^p = \frac{\partial f_1}{\partial \bar{N}} \dot{\lambda}_1 + \frac{\partial f_2}{\partial \bar{N}} \dot{\lambda}_2 = \frac{1}{N_y^+} \left( \frac{\partial f_1}{\partial n} \dot{\lambda}_1 + \frac{\partial f_2}{\partial n} \dot{\lambda}_2 \right) \quad (11)$$

$$\dot{\varrho}_c^p = \frac{\partial f_1}{\partial \bar{M}_c} \dot{\lambda}_1 + \frac{\partial f_2}{\partial \bar{M}_c} \dot{\lambda}_2 = \frac{1}{M_y} \left( \frac{\partial f_1}{\partial m} \dot{\lambda}_1 + \frac{\partial f_2}{\partial m} \dot{\lambda}_2 \right) \quad (12)$$

де  $\dot{\lambda}_1$  і  $\dot{\lambda}_2$  — невід'ємні пластичні коефіцієнти, визначені навантажно-розвантажувальними умовами Куна-Таккера

$$f_1 \leq 0, \quad f_2 \leq 0, \quad \dot{\lambda}_1 \geq 0, \quad \dot{\lambda}_2 \geq 0, \quad f_1 \dot{\lambda}_1 = f_2 \dot{\lambda}_2 = 0 \quad (13)$$

За допомогою отриманих параметрів можна побудувати математичну модель процесу бігування, що утворює якісні лінії згину без руйнування поверхні матеріалу.

## Література

1. A constitutive model for the mechanical response of the folding of creased paperboard. — A. Giampieri, U. Perego, R. Borsari. — Department of Structural Engineering, Politecnico di Milano, Piazza L. da Vinci, 32, 2013 Milan, Italy.
2. Stiffness design of paperboard packages using the finite element method. — Juan Crespo Amigo. — Department of solid mechanics, Stockholm, Sweden, 2012.
3. Numerical and Experimental Investigation of Paperboard Creasing and Folding — Hui Huang. — Licentiate Thesis No. 111, 2011, KTH School of Engineering Science, Department of Solid Mechanics, BiMaC Innovation, Royal Institute of Technology, SE-100 44, Stockholm, Sweden.
4. An experimental and computational study of laminated paperboard creasing and folding L.A.A. Beex, R.H.J. Peerlings \* Department of Mechanical Engineering, Eindhoven University of Technology, P.O. Box 513, 5600 MB Eindhoven, The Netherlands, 25 August 2009.
5. Шредер В.Л., Йованович К.С. Картон. Тара и упаковка. — К.: ИАЦ «Упаковка», 2009. — 192 с.

## **Ущільнення сипкої продукції в картонній пачці в пакувальних машинах-автоматах**

*А.В. Деренівська, Л.О. Кривопляс-Володіна, к.т.н., О.М. Гавва, д.т.н., НУХТ, м. Київ*

При фасуванні сипкої продукції в картонну пачку і формування герметичної упаковки негативним явищем є утворення гірки продукції. Залежно від реологічних параметрів продукції, конструкції фасувального пристрою, умов навколишнього середовища (температура та вологість) — кут нахилу гірки продукції в пачці може становити до  $60^{\circ}$ – $70^{\circ}$ . Тому в дозувально-фасувальних пристроях, крім контролю кількості продукції за масою, потрібно проводити контроль за рівнем продукції [1, 2].

Для руйнування гірки проводять утрушування пачки з продукцією, після чого не заповнений об'єм пачки не повинен перевищувати 5–7 %, а рівень продукції — висоту пачки.

Як встановлено, вирішальний вплив на ефективність ущільнення сипкої продукції, при однакових параметрах і режимах роботи пристрою ущільнення та при ущільненні різної за властивостями сипкої продукції, мають її реологічні властивості.

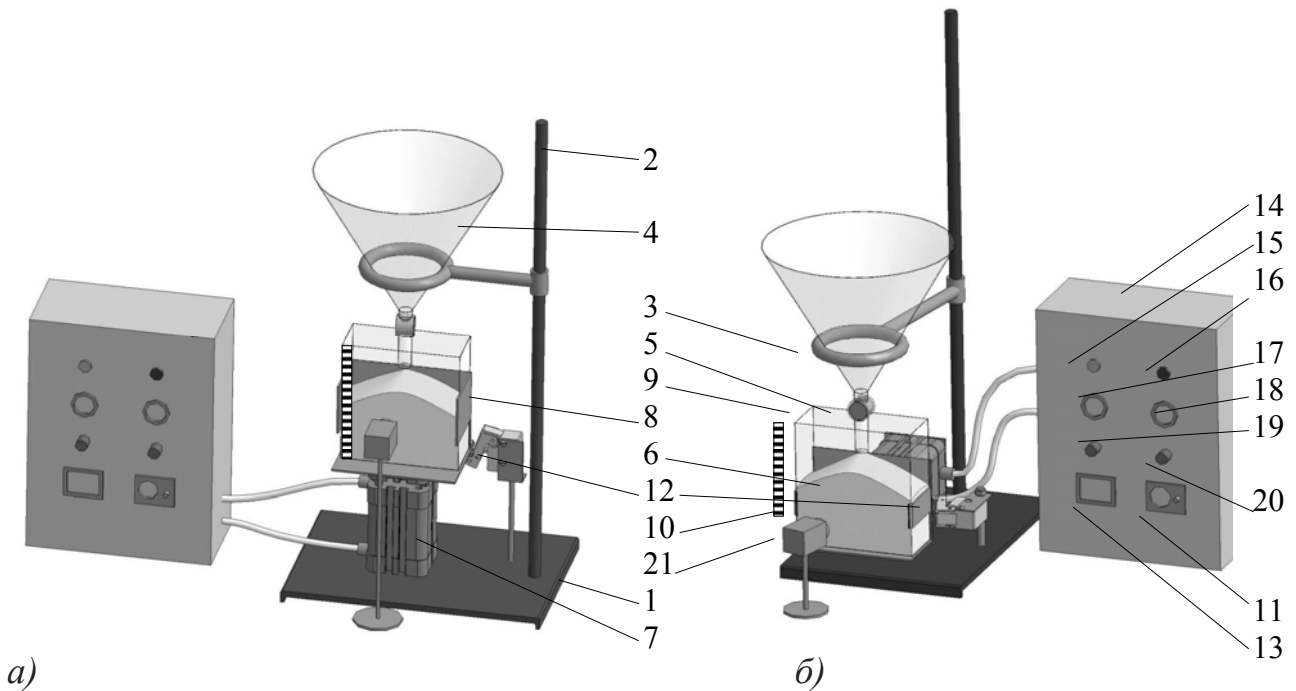
Для досягнення технологічної ефективності ущільнення продукції в пачці потрібно визначити оптимальний режим роботи механізму ущільнення з урахуванням реологічних властивостей сипкої продукції.

Основні кінематичні показники механізму ущільнення, що впливають на тривалість руйнування гірки сипкої продукції в пачці, — це амплітуда, частота робочого органу механізму ущільнення та напрямок дії рушійної сили коливань.

Для визначення раціональних параметрів ущільнення розроблено дві експериментальні установки (рис. 1), що складаються зі станини 1 та стійки 2. До стійки 2 кріпиться кільце 3 з бункером 4, який має поворотний кран 5 і в який засипається зерниста сипка харчова продукція 6. Також на станині 1 розміщено компактний пневмоциліндр 7 відповідно у горизонтальному або вертикальному положеннях. На штоку компактного пневмоциліндра закріплено карман 8, у який ставиться прозора полімерна пачка 9 з градувальною шкалою 10. Частота вібрацій штока пневмоциліндра, за певний проміжок часу встановлений на таймері 11, фіксується за допомогою контактного датчика положення з механічним робочим органом у вигляді ролика 12 за допомогою лічильника циклу 13. У шафі керування 14 розміщені також основні елементи електропневматичної системи керування пневмоциліндром.

Електропневматична система керування пневмоциліндром (рис. 2) включає в себе манометри для визначення тиску в компресорі і на вході в систему керування 17, 18, регулятори тиску відповідно в компресорі і на вході в систему керування 19, 20, кнопки вмикання і вимикання компресора 15, 16, лічильник циклу, таймер, контактний датчик положення з механічним робочим органом у

вигляді ролика, дросельні елементи та системи ресиверів, що дало змогу змінювати частоту вібрацій і амплітуду коливань штока.



**Рис. 1.** Експериментальна установка для проведення дослідження тривалості процесу ущільнення сипкої продукції, яка здійснює: вертикальні коливання (а); горизонтальні коливання (б)

Варіювання обраних чинників: амплітуди коливань штока пневмоциліндра  $A = 0,5 \dots 4$  (мм), частоти коливань штока пневмоциліндра  $n = 1 \dots 10$  (Гц), кута природнього відкосу для легкоплинної сипкої продукції  $\varphi = 29^\circ \dots 35,2^\circ$ , — здійснюється у межах зумовлених можливими технологічними показниками процесу ущільнення та реологічними характеристиками самої сипкої продукції [3].

Програма експериментів передбачає також три режими зміни кінематичних параметрів роботи механізму ущільнення відповідно до напрямку дії вібрацій на сипку продукцію в пачці — вертикального, горизонтального по довжині пачки та горизонтального по ширині пачки.

На основі розробленої матриці та плану проведення досліджень, проведені розрахунки статистичного аналізу рівняння регресії для трьох режимів роботи дослідної установки дали можливість визначити рівняння регресії тривалості ущільнення сипкої продукції в натуральних змінних для трьох режимів ущільнення при:

- вертикальному напрямку вібрації:

$$T = 39,847 + 4,183 \cdot A - 3,039 \cdot n - 0,252 \cdot \varphi - 0,127 \cdot A \cdot \varphi - 1,107 \cdot A \cdot n + \dots \\ \dots + 0,012 \cdot \varphi \cdot n + 0,333 \cdot A \cdot \varphi \cdot n, \quad (1)$$

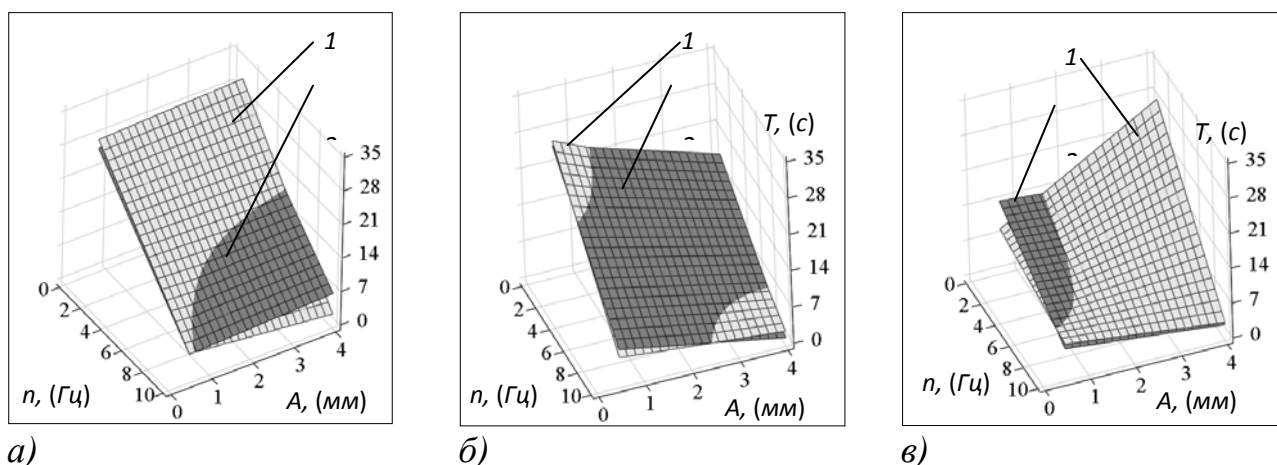
- горизонтальному напрямку вібрації вздовж довжини пачки:

$$T = 41,364 - 10,907 \cdot A - 4,532 \cdot n - 0,31 \cdot \varphi + 0,229 \cdot A \cdot \varphi + 1,385 \cdot A \cdot n + \dots \\ \dots + 0,063 \cdot \varphi \cdot n - 0,036 \cdot A \cdot \varphi \cdot n, \quad (2)$$

- горизонтальному напрямку вібрації по ширині пачки:

$$T = -36,847 + 36,258 \cdot A + 4,866 \cdot n + 1,55 \cdot \varphi - 1,05 \cdot A \cdot \varphi - 3,801 \cdot A \cdot n - \dots \\ \dots - 0,172 \cdot \varphi \cdot n + 107,322 \cdot A \cdot \varphi \cdot n. \quad (3)$$

Залежність тривалості ущільнення сипкої продукції для трьох режимів ущільнення від амплітуди та частоти коливань штока пневмоциліндра для обраних кутів природнього відкосу наведено на рис. 2.



**Рис. 2.** Залежність тривалості ( $T$ ) ущільнення сипкої продукції від амплітуди ( $A$ ) та частоти ( $n$ ) коливань штока ущільнення вертикального (а), горизонтального вздовж пачки (б) та горизонтального по ширині пачки напрямку вібрації (в) при кутах природнього відкосу продукції:  $\varphi = 29^\circ$  (■);  $\varphi = 35,2^\circ$  (■)

**Висновки.** Дослідження зміни тривалості ущільнення легкоплинної сипкої продукції при трьох режимах роботи експериментальної установки дало можливість визначити раціональні параметри ущільнення: амплітуду коливань  $A = 4$  (мм), частоту коливань  $n = 10$  (Гц) та горизонтальний напрямок дії рушійної сили коливань робочого органу механізму ущільнення, направленої вздовж пачки.

## Література

1. Падохин В.А., Кокина Н.Р. Физико-механические свойства сырья и пищевых продуктов : Учеб. пособие / Иван. гос. хим. -технол. ун-т., Институт химии растворов РАН. — Иваново, 2007. — 128 с.
2. Соколовский В.В. Статика сыпучей среды / В.В. Соколовский. — М.: Наука, 1990. — 272 с.
3. Філіпенко А.С. Основи наукових досліджень : конспект лекцій / А.С. Філіпенко. — К.: Академвидав, 2004. — 208 с.

## **Моделювання процесу соекструзійного формування пакувальних матеріалів**

*М.А. Романченко, І.А. Горбань, О.Л. Сокольський, к.т.н., І.О. Мікульонок, д.т.н., НТУУ «КПІ», м. Київ*

Соекструзія набула поширення в технологічних процесах перероблення пластмас як перспективний та економічний метод отримання дво- і багатошарових плівок шляхом поєднання двох і більше розплавів різних полімерів. Багатошарові плівки дедалі ширше застосовуються в пакувальній індустрії завдяки можливості поліпшення бар'єрних та споживчих властивостей з меншою загальною товщиною порівняно з одношаровими. Кількість шарів у плівці може складати 3, 5, 7, 9 і навіть більше.

Успішна реалізація процесу соекструзії суттєво залежить від конструкції головки обладнання, яка має забезпечити поєднання різних потоків розплавів і можливість регулювання товщини складових шарів комбінованої плівки. Під час соекструзії два чи більше потоки розплавів продавлюються крізь головку одночасно.

Основними проблемами проведення подібних процесів є:

- небезпека небажаного перемішування шарів між собою. Для запобігання виникнення цієї проблеми, необхідно, щоб потоки були суто ламінарними, однорідними за швидкістю, а конфігурація формуючих каналів — не мала різких змін напряду та перерізу;
- небезпека видавлювання одних шарів (менш в'язких) іншими (більш в'язкими) на поверхню, в результаті чого може відбуватися небажаний контакт внутрішнього шару з поверхнею або іншим шаром. Щоб цього уникнути слід балансувати витрати різних полімерів з їх в'язкістю та товщиною шарів.

Під час розроблення математичної моделі течії розплаву полімеру у формуючих каналах плоскощілинної головки було зроблено такі припущення: розплав є нестисливою рідиною; течія потоків — ламінарна; гравітаційні сили настільки малі, що ними можна знехтувати; на поверхнях контакту розплавів зі стінками головки та одного з одним проковзування відсутнє.

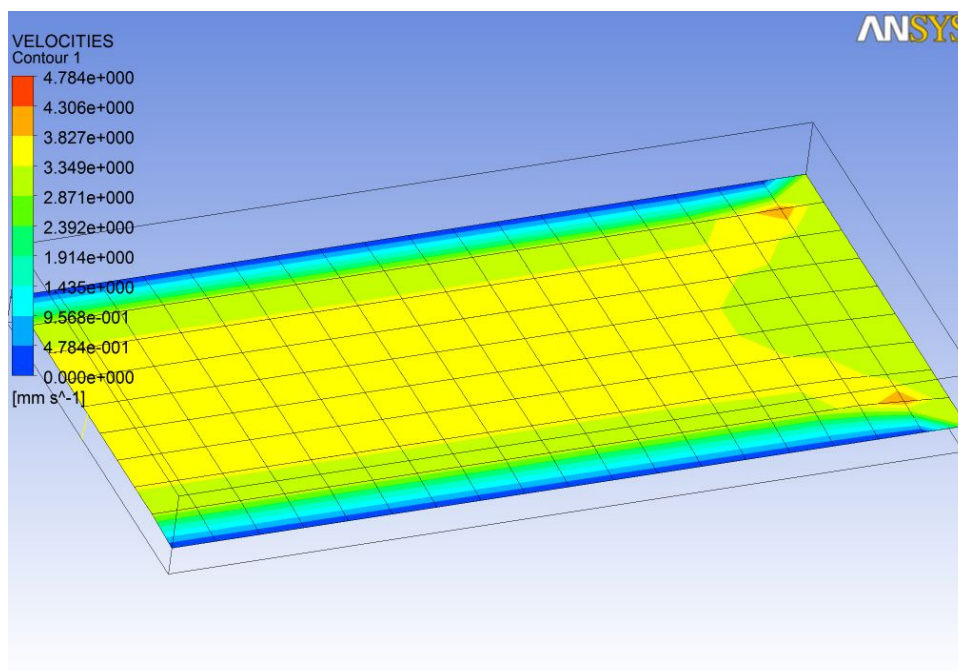
Головною проблемою під час моделювання процесу соекструзійного формування є попередня невизначеність розташування та конфігурації поверхонь контакту шарів розплавів різних полімерів, яка залежить від співвідношення їх в'язкостей та витрат і є додатковою невідомою в ході розрахунків. Граничною умовою на поверхні розподілу є однаковість швидкостей і дотичних напружень. Моделювання подібних об'єктів також ускладнюється необхідністю перебудови сіткової області на кожному ітераційному кроці розв'язку внаслідок значної деформації початкової конфігурації поверхонь контакту.

Реалізацію числового моделювання процесу соекструзійного формування на прикладі тестової задачі течії двох шарів полімерів у прямокутній щілині здійснено в програмі Polyflow середовища Ansys.

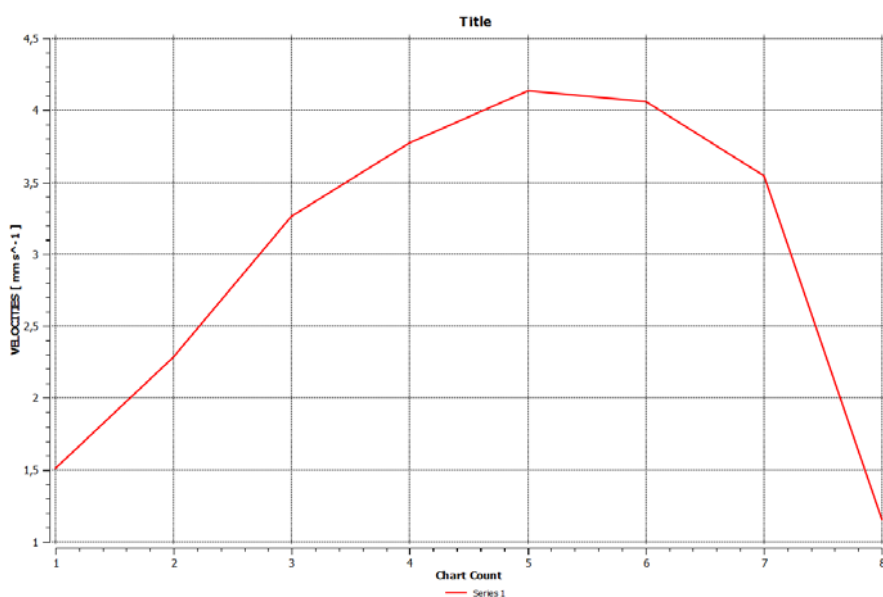
На рис. 1 наведено розрахункове розташування поверхні розподілу та розподіл швидкостей на ній.

Відносно свого початкового розташування поверхня розподілу змістилася в даному прикладі від однієї третини загальної висоти каналу майже до його половини, що демонструє неприпустимість нехтування зазначеним ефектом у розрахунках процесу соекструзійного формування.

Також було визначено розподіл швидкостей потоку по висоті каналу на виході з нього (рис. 2), що дає змогу уточнити параметри постекструзійного оброблення екструдату.



*Рис. 1. Розподіл швидкостей на поверхні розділу потоків*



*Рис. 2. Розподіл швидкостей потоку по висоті каналу на виході з нього*

По горизонтальній осі на рис. 2 відкладено номер вузла розрахункової сітки. Поверхня контакту потоків розташована в області вузла 3, де спостерігається характерний злам кривої.

Отже, на основі результатів тестового числового дослідження можна зробити висновок, що використання запропонованого методу під час моделювання процесу соекструзії полімерів є ефективним і дає можливість уточнити параметри як процесу, так і одержаної продукції.

### **Література**

1. ANSYS POLYFLOW 12.1 User's Guide // ANSYS, Inc. — 2009.

## Аналіз, моделювання і синтез механічних систем

*В.М. Криворотько, к.т.н., А.І. Соколенко, д.т.н., НУХТ, м. Київ*

У динаміці машин традиційно виділяють маси ведучі, проміжні і ведені за участі силових рушійних чинників і чинників опору. В дослідженнях використані традиційні для динаміки припущення, за якими вважається, що маси тіл зібрані в центрах мас, напрямки векторів сил тяжіння незмінні, роботи сил тяжіння і сил інерції в одному циклі дорівнюють нулю, центри мас ланок переміщуються замкнутими траєкторіями, сили тертя не залежать від швидкості відносного ковзання тощо. Однак важливою є роль сил тертя, які можуть бути і рушійними і силами опору.

Якщо розглядають систему або механізм загалом, то реакції зв'язків зазвичай відносять до внутрішніх сил і вважають їх взаємно зрівноваженими. Повні реакції визначаються геометричними сумами нормальних і тангенціальних складових. За відомих законів руху ланок і відомих положеннях центрів їх мас сили інерції розраховуються. Під зміною швидкості розуміється не лише її величина, а й напрямок.

Присутність перехідних процесів у системі означає не лише наявність динамічних складових навантажень, а й енергетичні трансформації. Ці характеристики між собою взаємопов'язані [1].

Розглядаємо переміщення маси  $m$  з досягненням кінцевої швидкості  $\dot{s}_{(к)}$  за рівноприскореного, косинусоїдального і синусоїдального законів (рис. 1).

При цьому їх математичні відображення мають вигляд для рівноприскореного руху:

$$\ddot{s} = b = \text{const}; \quad \dot{s} = bt; \quad s = b(t^2/2); \quad (1)$$

Для косинусоїдального закону

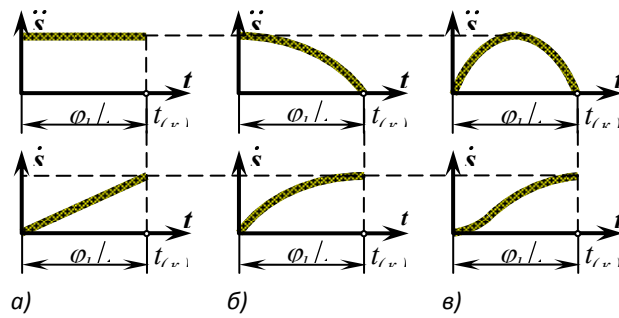
$$\ddot{s} = \omega_k^2 \frac{d^2 s}{d\varphi^2} = \omega_k^2 \left( \frac{s_{\max}}{2} \cdot \frac{\pi^2}{\varphi_1^2} \cos \frac{\pi}{\varphi_1} \varphi \right); \quad \dot{s} = \omega_k \frac{ds}{d\varphi} = \omega_k \frac{s_{\max} \pi}{2\varphi_1} \sin \frac{\pi}{\varphi_1} \varphi; \quad s = \frac{s_{\max}}{2} \left( 1 - \cos \frac{\pi}{\varphi_1} \varphi \right)$$

і відповідно до синусоїдального:

$$\ddot{s} = \omega_k^2 \frac{d^2 x}{d\varphi^2} = \omega_k^2 \frac{2\pi s_{\max}}{\varphi_1^2} \sin \frac{2\pi}{\varphi_1} \varphi; \quad \dot{s} = \omega_k \frac{ds}{d\varphi} = \omega_k \frac{s_{\max}}{\varphi_1} \left( 1 - \cos \frac{2\pi}{\varphi_1} \varphi \right);$$
$$s = s_{\max} \left( \frac{\varphi}{\varphi_1} - \frac{1}{2\pi} \sin \frac{2\pi}{\varphi_1} \varphi \right), \quad (2)$$

де  $ds/d\varphi$  і  $d^2s/d\varphi^2$  — відповідно аналоги швидкостей і прискорень в переміщеннях штовхача;  $\varphi_1$  — кут робочого ходу кулачка;  $\varphi$  — плинний кут повороту кулачка;  $\omega_k$  — кутова швидкість кулачка.

В наведених прикладах досягаються однакові кінцеві переміщення  $s_{(к)} = s_{\max}$ , однак швидкості і переміщення є різними з динамічними відмінностями щодо м'яких ударів у перших двох випадках.



**Рис. 1.** Графіки кінематичних параметрів при переміщенні вантажів: рівноприскорено (а); за косинусоїдальним законом руху (б); за синусоїдальним законом руху (в)

Для косинусоїдального закону ударна силова дія:

$$P_i = \frac{h\pi^2}{2\varphi_1^2} \omega_1^2 m.$$

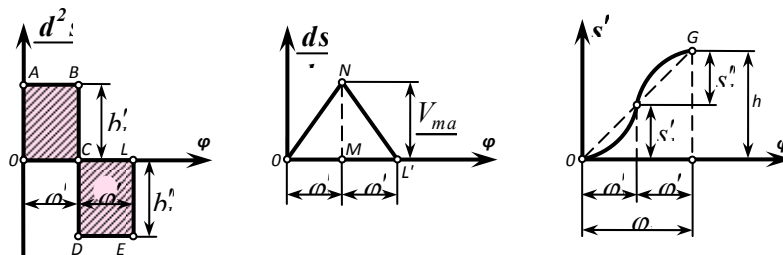
Зіставлення законів руху рівноприскореного, косинусоїдального та синусоїдального дає співвідношення ударних силових дій:

$$1 : \frac{\pi^2}{8} : \frac{\pi}{2} \quad \text{або} \quad 1 : 1,23 : 1,57.$$

Порівняльну оцінку енергетичних витрат, пов'язаних з подоланням сил інерції на фазі розгону системи, доцільно здійснювати за величиною кінетичної енергії переміщуваних мас, яким відповідають найбільші швидкості. При цьому енергетичну рекуперацію слід оцінювати на шляху використання накопиченої кінетичної енергії в режимах вибігу.

*Кінематика і динаміка перехідних процесів та оцінка енергетичних витрат.*

Відомі співвідношення  $\ddot{s} = \ddot{s}(t)$ ;  $\dot{s} = \int \ddot{s} dt + C_1$ ;  $s = \int \dot{s} dt + C_1 t + C_2$ .



**Рис. 2.** Графіки кінематичних параметрів параболічного закону руху вихідної ланки

Взаємозв'язок між кінематичними параметрами системи має графічну форму відображення відповідними площами в заданих межах інтегрування. Умовою дослідження є прийняття однакових параметрів циклічних переміщень  $h$  у проміжках однакових значень часу  $t$  або узагальненої координати  $\varphi_1$ .

*Рівноприскорений рух.* Маємо  $s_{\max} = h$ ,  $\varphi_1$  і  $\omega_1$ . При віддаленні веденої ланки на відстань  $h$  аналог прискорення  $d^2s/d\varphi^2$  залишається незмінним за час повороту на кут  $\varphi$ , тому

$$\frac{a}{\omega_1^2} = \frac{d^2s}{d\varphi^2} = b = \text{const}; \quad \varphi_1' / \varphi_1'' = k_1. \quad (3)$$

Оскільки маємо  $\varphi_1' + \varphi_1'' = \varphi_1$ , то

$$\begin{aligned} \varphi_1' &= \varphi_1 \frac{k_1}{1+k_1}; & \varphi_1'' &= \varphi_1 \frac{1}{1+k_1}; & \frac{ds}{d\varphi} &= \frac{v_1}{\omega_1} = b_1' \varphi + C_1; \\ s &= \frac{b_1'}{2} \varphi^2 + C_1 \varphi + C_2; & \varphi=0; & v=0; & \frac{ds}{d\varphi} &= 0; & s=0. & \frac{ds}{d\varphi} &= b_1' \varphi. \end{aligned} \quad (4)$$

З останньої умови випливає, що аналог швидкості  $ds/d\varphi$  є лінійною функцією, найбільшому значенню якої відповідає зміна знаку аналога прискорення  $d^2s/d\varphi^2$ .

Так як  $\varphi_1 = \varphi_1' + \varphi_1''$  та  $\frac{ds}{d\varphi} = 0$ ,

то площі заштрихованих прямокутників над віссю  $0\varphi$  і під нею мають бути однаковими. Звідси:  $\frac{v_{1\max}}{\omega_1} = b_1' \varphi_1' = b_1'' \varphi_1''$ ;  $\frac{b_1'}{b_1''} = \frac{\varphi_1''}{\varphi_1'} = \frac{1}{k_1}$ ;  $\frac{s_1'}{s_1''} = \frac{\varphi_1'}{\varphi_1''}$ . (5)

Звідси випливає, що точка F спряження парабол на діаграмі переміщень  $s = s(\varphi)$  лежить на прямій  $OG$  (рис. 2). Якщо  $s_1' + s_1'' = h$ , то

$$s_1' = k_1 h / (1 + k_1); \quad s_1'' = h / (1 + k_1).$$

Це означає, що при  $k_1 = 1$  маємо симетричний закон переміщення. При значеннях  $k_1 \neq 1$  розшуковуються значення аналогів прискорень:

$$b_1' = \frac{2s_1'}{(\varphi_1')^2} = \frac{2h(1+k_1)}{k_1 \varphi_1^2}; \quad b_1'' = \frac{2s_1''}{(\varphi_1'')^2} = \frac{2h(1+k_1)}{\varphi_1^2}; \quad \frac{v_{1\max}}{\omega_1} = b_1' \varphi_1' = \frac{2h}{\varphi_1}. \quad (6)$$

### Висновки:

- 1) максимальне значення швидкості вихідної ланки не залежить від розподілу кута  $\varphi_1$  на ділянки  $\varphi_1'$  і  $\varphi_1''$ ;
- 2) так як за обраних умов максимальна швидкість вихідної ланки не залежить від розподілу кутів  $\varphi_1'$  і  $\varphi_1''$ , то і робота рушійних сил з подолання сил інерції від вказаного розподілу не залежить;
- 3) кінематичний і динамічний синтез механізмів з циклічними переміщеннями робочих органів доцільно доповнювати розрахунками для оцінювання енергетичних балансів.

### Література

1. Кожевников С.Н. Основания структурного синтеза механизмов / С.Н. Кожевников. — К.: Наукова думка, 1979. — 231 с.

## Вплив коефіцієнта тертя пакувальних матеріалів на технологічні процеси формування упаковки

*Д.В. Пригодій, А.І. Соколенко, д.т.н., НУХТ, м. Київ*

Одним із пріоритетних напрямків дослідження пакувальних матеріалів на сьогодні є визначення впливу їхніх фізико-механічних параметрів на технологічні процеси роботи пакувального обладнання. За останні десятиліття на дослідження фізичних властивостей поверхонь витрачено коштів більше ніж на дослідження ядерної енергії [1], і це не дивно, адже від фізико-механічних властивостей пакувального матеріалу залежить якість кінцевої упаковки та якість роботи пакувального обладнання.

Одним із основних параметрів пакувального матеріалу, який впливає на процес роботи пакувального обладнання, є його коефіцієнт тертя. Коефіцієнт тертя є мірою відносних зусиль, які необхідно прикласти для того, щоб поверхня одного тіла ковзала по поверхні іншого. Чим більше значення коефіцієнта тертя, тим більший опір під час переміщення.

Від величини коефіцієнта тертя залежить, як проходитимуть технологічні процеси пакування, намотування, наприклад, при високому значенні коефіцієнта тертя матеріал може залипати на формувальному уступі рукава або на подаючих трубах пакувальної лінії типу FFS. Також при високому значенні коефіцієнта тертя можуть утворюватись складки під час намотування пакувального матеріалу. Відомо, що телескопічна намотка рулону характеризується низьким значенням коефіцієнта тертя.

Високий або низький коефіцієнт тертя є якісними термінами, які описують характеристики ковзання поверхонь. Методи для регулювання коефіцієнта тертя переважно відомі, застосовуються як під час виготовлення пакувальних матеріалів, так і в процесі пакування за допомогою спеціальних пристроїв. Але контроль коефіцієнта тертя все одно необхідний, адже навіть при тривалому часі зберігання він може змінюватися.

Також очевидно, що є певні чинники, які впливають на значення коефіцієнта тертя. Один з цих чинників — температура. Коефіцієнт тертя при зміні температури може падати або зростати. Першою роботою, яка стосується зміни коефіцієнта тертя від температури, можна вважати дослідження Крагельського І.В. та Трояновской Г.І. [2], які отримали таку залежність:

$$k_{Tp} = C_1 T^{m-n} \frac{dT}{dx} + A_1 T^{m-r}$$

Надалі на основі отриманих результатів проводились більш детальні дослідження.

Також на коефіцієнт тертя може впливати зусилля натягу пакувального матеріалу в рулоні. Зазвичай, відразу після розмотування матеріалу, в який було додано добавку ковзання, він характеризується більш високим значенням коефіцієнта тертя при підвищених значеннях натягу намотки. Це пов'язано з тим, що при високому натягу в рулоні подавляється міграція добавок ковзання

до поверхні. Інакше можна пояснити тим, що молекули добавки ковзання досягають поверхні, однак невелика кількість доступного місця може перешкоджати правильності їхньої орієнтації.

### Література

1. *Assender H.* How Surface Topography Relates to Materials' Properties / H. Assender, V. Bliznyuk, K. Porfyraakis // *Science*. — 2002. — Vol. 297. — P. 973–976.
2. *Крагельский И.В., Трояновская Г.И.* Влияние температурного режима на фрикционные характеристики // *Исследования по физике твердого тела*. — М.: Изд-во АН СССР, 1957.

## Дослідження кінематичних та динамічних характеристик руху сипучих матеріалів під дією сил тяжіння

А.О. Рак, В.М. Кравець, к.т.н., НАУ ім. М.Є. Жуковського «ХАІ», м. Харків

Сьогодні вельми актуальним вважається пакування сипучих матеріалів (сіль, цукор, какао тощо) в упаковку малих об'ємів (5, 10, 15 г). Для таких цілей необхідно спроектувати дозувальні пристрої з потрібною точністю. Для вибору геометричних, кінетичних та динамічних характеристик таких пристроїв слід провести теоретичні та експериментальні дослідження залежності витрат сипучих матеріалів від величини діаметрів нижніх отворів та визначення середньої швидкості витоку.

Відомі результати теоретичних досліджень із визначення кінематичних та динамічних характеристик руху сипучих матеріалів [1]. У цій роботі визначено залежності середньої швидкості руху сипучих матеріалів від розміру діаметрів нижніх отворів та витрат від діаметрів. Зазначені залежності можна описати формулами:

$$U = \sqrt{U_0^2 + \frac{v d_0^2 (\sigma_{hk}^+ - \sigma_{hk}^-)}{8\rho} \left(3 + \frac{1}{f}\right) \left(\frac{1}{h^2} - \frac{1}{h_k^2}\right)},$$

де  $v$ ,  $f$  — коефіцієнти розподільної здатності та внутрішнього тертя;  $v$ ,  $u$  — горизонтальна та вертикальна складові швидкості;  $u_0$  — середня швидкість опускання шару до рівня звуження потоку;

та

$$Q = 0,85 F_{от} \sqrt{\frac{3 d_0^2 (\sigma_{hk}^+ - \sigma_{hk}^-)}{8\rho} \left(3 + \frac{1}{f}\right) \left(\frac{1}{h_0^2} - \frac{h}{h_k^2}\right)}$$

де:

$$h_0 = \frac{d_0}{2tg\alpha_s}; \quad h_k = \frac{D}{2tg\alpha_s}; \quad \sigma_{hk}^+ = \frac{\rho g d_0}{2tg\alpha_s(\alpha_s - 1)}$$

Для оцінювання придатності цих результатів для солі і цукру були проведені експериментальні дослідження витрат вказаних сипучих матеріалів залежно від величин діаметрів отворів (10, 15, 24, 40 мм) та визначені середні швидкості руху солі та цукру.

Результати досліджень солі і цукру показали критичні діаметри отворів, при яких їхній рух не можливий.

Для солі ця величина залежить від величини кристалу. Для потоку крупної солі  $d_{кр.} = 18$  мм, для солі «екстра»  $d_{кр.} = 10$  мм. Для цукру  $d_{кр.} = 15$  мм.

Результати досліджень задовільно корегують з теоретичними і дають змогу проводити розрахунки геометричних характеристик дозувальних пристроїв малих об'ємів сипучих матеріалів.

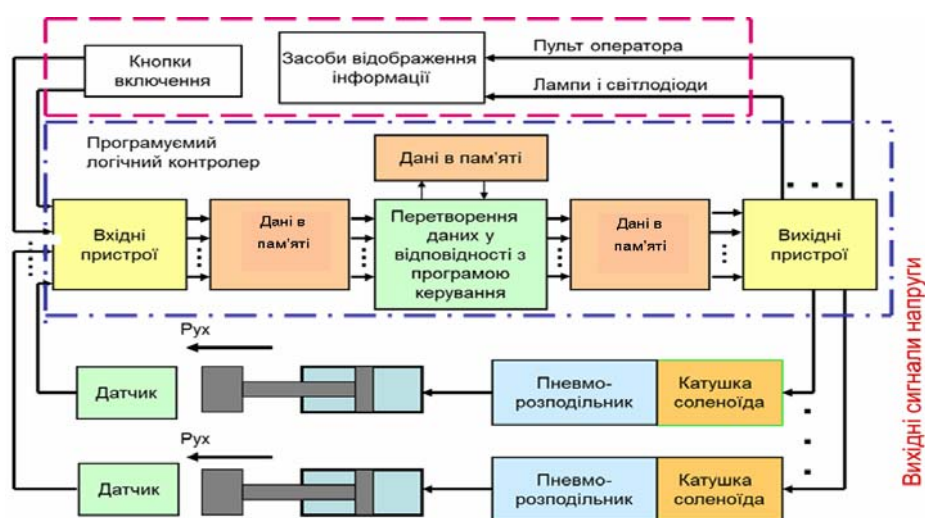
## Література

1. Каталымов А.В., Любартович В.А. Дозирование сыпучих и вязких материалов / В.А. Каталымов, А.В. Любартович. — Л.: Химия, 1990. — 240 с.

## Обґрунтування режимів вібротранспортування сипкої продукції у системах із пневмоприводом

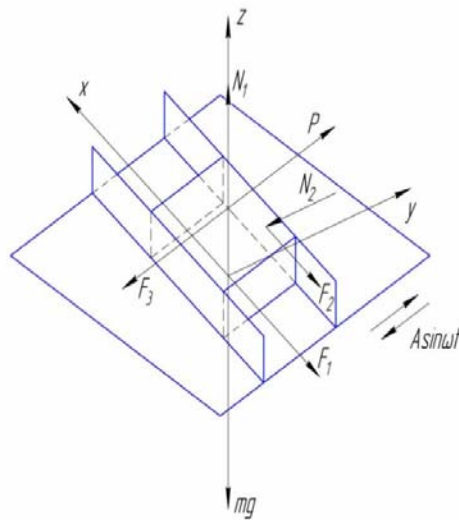
Л.О. Кривопляс-Володіна, к.т.н., О.М. Гавва, д.т.н., НУХТ, м. Київ

Для руху дрібноштучної продукції по вібраційному лотку, за умови гармонійного коливального руху, необхідно забезпечити певний напрям руху лотка до горизонту. Наявні електромагнітні приводи з високою частотою вібрації мають низку недоліків при переміщенні крихкої дрібноштучної продукції. Тому увага в проведених дослідженнях приділена вібраційно-інерційним пристроям на основі пневмопривода, які здатні при невеликій частоті коливань забезпечити плавне переміщення та орієнтування крихкого продукту. Розроблена конструкція віброживильника-підйомника з інерційним і електропневматичним приводом на основі програмованого логічного контролера (ПЛК), що працює з вільною підвіскою. Загальна схема перетворення сигналів у приводах з ПЛК наведена на рис. 1.



**Рис. 1.** Загальна схема перетворення сигналів у приводах з ПЛК для системи гармонійних коливань

Закон руху вихідної ланки (штока пневматичного циліндра) можна корегувати згідно з вихідними даними технологічного процесу. Така віброструктура створює вимушені однонаправлені коливання у горизонтальному або вертикальному напрямі, залежно від збурювальної сили пневмоциліндра. Рух одиниці дрібноштучної продукції досліджувався між суміжними пластинами (рис. 2). Вважатимемо її матеріальною точкою, яка пов'язана силами сухого тертя з основною робочою поверхнею лотка, з бічними поверхнями напрямних пластин та іншими одиницями продукту. З поверхнею вібрототка жорстко пов'язана система координат хуз. За основне припущення вважатимемо — контакт одиниці продукту з бічними поверхнями напрямних пластин відбувається без зазорів, а отже, без ударів. При цьому внаслідок коливань робочого органу продукт при русі між пластинами має змінний силовий контакт, то з однією пластиною, то з іншою.



**Рис. 2.** Система сил, які діють на одиницю дрібноштучної продукції, що перебуває на поверхні лотка

Рух одиниці продукту розглянуто як суму переносного руху (разом з опорною поверхнею) і відносного руху вздовж пластин. Проаналізуємо рух одиниці дрібноштучної продукції між суміжними пластинами при горизонтальних коливаннях [1] горизонтальної опорної поверхні. Диференціальні рівняння відносного руху матеріальної точки масою  $m$  в проекціях на осі координат для випадку силового контакту матеріальної точки з правою пластиною мають вигляд:

$$m\ddot{x} = mA\omega^2 \sin \omega t \cos \gamma - F_1 - F_2 + F_c \cos \gamma; \quad (1)$$

$$m\ddot{y} = mA\omega^2 \sin \omega t \sin \gamma - N_2 + F_3 \sin \gamma; \quad (2)$$

$$m\ddot{z} = N_1 - mg. \quad (3)$$

Розглядаються можливі поєднання напрямку сили інерції переносного руху (силовий контакт з правою або лівою пластиною), знаку функції  $\text{sign} V_n = \text{sign} \cos \omega t$  (напрями сили тертя  $F_3$ ) і напрямів відносного руху частинки уздовж осі  $x$  (напрями сил тертя  $F_1$  і  $F_2$ ). При усіх можливих поєднаннях напрямів вказаних сил рівняння (3) залишається незмінним, а в рівняннях (1) і (2) на окремих інтервалах руху частинки змінюються знаки перед проекціями сил  $F_1, F_2, F_3$  та  $N_2$  на осі  $x$  і  $y$ . Розв'язок поставленого завдання цікавий з погляду подальшого розвитку теорії вібраційного переміщення, крихких дрібноштучних виробів, а також, що не менш важливо, він дає можливість оцінити вплив кута переміщення продукту на напрям коливань опорної поверхні та на можливість інтенсифікації руху одиниці продукту між напрямними пластинами.

## Література

1. Андреева Е.В. Анализ движения зернового материала на вибрационно-качающейся решетной поверхности сепаратора // Инженерно-техническое обеспечение АПК. — 2007. — № 3. — С. 700–703.

## Енергетичні співвідношення в теорії переміщення вантажів у гравітаційному полі

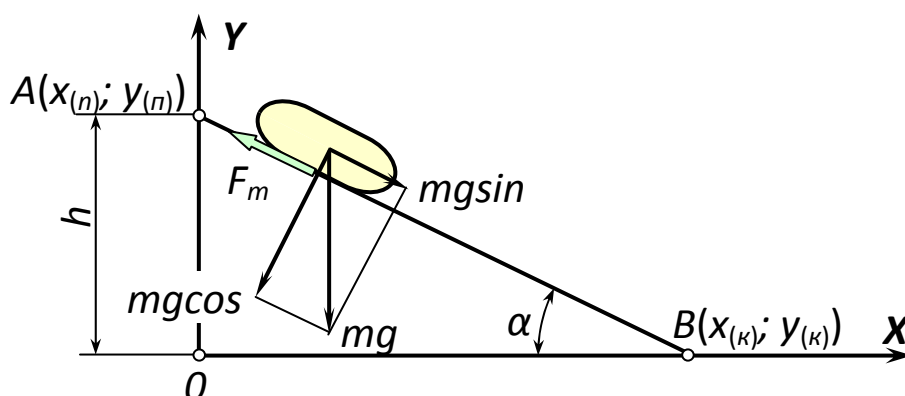
С.А. Бут, к.т.н., В.С. Костюк, к.т.н., НУХТ, м. Київ

Енергетичні співвідношення є невід’ємною і важливою складовою механіки і динаміки машин, в основу яких покладено закон збереження енергії і такі відображення його як принцип можливих переміщень, рівняння Лагранжа II роду, метод енергомас, принцип Д’Аламбера тощо [1–5].

На основі принципу Д’Аламбера ґрунтується складання рівнянь руху. У складних випадках, наприклад при взаємодії робочих органів з вантажами, кількість таких рівнянь може бути меншою за кількість невідомих, що призводить до необхідності використання інших співвідношень. До останніх належать геометричні зв’язки, які можуть суттєво доповнюватись енергетичними співвідношеннями.

Окрім того, вони можуть використовуватися для визначення кінцевих умов окремих етапів чи певних сукупностей етапів або для визначення кінематичних і силових параметрів переміщення мас у взаємодії з іншими масами та робочими органами.

Розглянемо випадок переміщення вантажу масою  $m$  під дією складової сил тяжіння  $mg \sin \alpha$  (рисунок), де  $g$  — прискорення вільного падіння;  $\alpha$  — кут нахилу опорної площини до лінії горизонту.



**Рисунок.** Розрахункова схема до переміщення вантажу по похилій площині

Початку гравітаційного спуску відповідає точка А з координатами  $x_{(n)}$  і  $y_{(n)}$ , а закінченню — точка В ( $x_{(к)}$ ;  $y_{(к)}$ ). Тоді стосовно початкового положення маса  $m$  має потенціальну енергію

$$E_{\text{пот}} = mg(y_{(n)} - y_{(к)}) = mgh, \quad (1)$$

де  $h$  — висота відносного положення.

Якщо  $y_{(к)} = 0$ , то і кінцева потенціальна енергія  $E_{\text{пот.к}} = 0$ , а початковий енергетичний потенціал витрачається на створення кінетичної енергії рухомої маси і роботу сил тертя  $A_{\text{т}}$ :

$$E_{\text{пот}} = W_{\text{кін}} + A_{\text{т}}.$$

При цьому 
$$A_T = F_T l_{AB} = fmg \cos \alpha \frac{h}{\sin \alpha}, \quad (2)$$

де  $F_T$  — сила тертя;  $f$  — коефіцієнт тертя в парі «вантаж – опорна площа».

Звідси 
$$W_{\text{кін}} = mgh - fmg \cos \alpha \frac{h}{\sin \alpha} = mgh \left( 1 - \frac{\text{tg} \rho}{\text{tg} \alpha} \right), \quad (3)$$

де  $\rho = \arctg f$  — кут тертя.

Оскільки при кінцевій швидкості  $V_k$  кінетична енергія  $W_{\text{кін}} = mV_k^2/2$ , то

$$V_k = \sqrt{2gh \left( 1 - \frac{\text{tg} \rho}{\text{tg} \alpha} \right)}. \quad (4)$$

З виразу (4) робимо висновок, що для всякого сполучення координат  $x$  та  $y$ , визначаючи  $h_i = (y_{(п)} - y_i)$ ,

$$V_i = \sqrt{2g(y_{(п)} - y(x)) \left( 1 - \frac{\text{tg} \rho}{\text{tg} \alpha} \right)}. \quad (5)$$

Якщо спуск прямолінійний, то середня швидкість

$$V_c = \frac{V_{(п)} - V_{(к)}}{2} \quad (6)$$

і якщо  $V_{(п)} = 0$  швидкість  $V_c = V_{(к)}/2$ . Шлях, який проходить тіло

$$S = \frac{y_{(п)} - y_{(к)}}{\sin \alpha}. \quad (7)$$

Тоді час переміщення визначається за формулою

$$t_{(к)} = \frac{2S}{V_{(к)}} = \frac{2(y_{(п)} - y_{(к)})}{\sin \sqrt{2gh \left( 1 - \frac{\text{tg} \rho}{\text{tg} \alpha} \right)}}. \quad (8)$$

З формули (4) можна також отримати умову самогальмування тіла на похилій площині, задаючись значенням  $V_i = 0$ . Тоді

$$2hg \left( 1 - \frac{\text{tg} \rho}{\text{tg} \alpha} \right) = 0; \quad 1 - \frac{\text{tg} \rho}{\text{tg} \alpha} = 0; \quad \text{tg} \alpha = f = \text{tg} \rho.$$

Рівняння (8) є універсальним і перехід до  $\alpha = 90^\circ$  призводить до вільного падіння тіла з часом переміщення

$$t_{(к)к} = \sqrt{2h/g}. \quad (9)$$

## Література

1. Гавва О.М. Розробка методики визначення раціональних параметрів пакетоформульних машин / О.М. Гавва, М.В. Якимчук, А.В. Чуприна // Харчова промисловість. — 2003. — № 2. — С. 79–83.
2. Справочник механика пищевой промышленности / А.И. Соколенко, А.И. Украинец, В.А. Поддубный и др. — К.: АртЭк, 2004. — 304 с.
3. Соколенко А.І. Регульовані гравітаційні пристрої / А.І. Соколенко, К.В. Васильківський, В.А. Піддубний // Упаковка. — 2005. — № 1. — С. 33–35.

4. *Соколенко А.І.* Моделювання процесів пакування : Підруч. для студ. ВНЗ / А.І. Соколенко, В.Л. Яровий, В.А. Піддубний та ін. — Вінниця: Нова книга, 2004. — 272 с.
5. *Чуприна А.В.* Наукове обґрунтування розробки функціональних модулів пакетоформувальних машин для продовольчих товарів: автореф. дис. ... канд. техн. наук: спец. 05.18.12 «Процеси та обладнання харчових, мікробіологічних та фармацевтичних виробництв» / Чуприна Анатолій Володимирович; НУХТ. — К., 2004. — 19 с.

## Новітні технології забезпечення асептичного стану харчової продукції

*І.Ф. Максименко, О.А. Білик, к.т.н., НУХТ, м. Київ*

Вибір напрямків досягнення асептичного стану продукції потребує інформації про її термодинамічні та фізико-хімічні характеристики, рівень мікробіологічного забруднення, складу та особливостей мікрофлори. Очевидно, що порушення асептичного стану тісно пов'язано з відповідною підготовкою вхідних сировинних потоків, трансформацією матеріальних потоків, санітарним станом навколишнього середовища і обслуговуючого персоналу, додержанням заданих режимів теплового оброблення тощо. На окремих ділянках технологічних процесів щодо продукції, тари, пакувальних матеріалів досягаються високі показники асептичних станів, проте окремі недоліки процесного оформлення суттєво обмежують попередні позитивні результати. Наприклад, технологія миття скляних банок або пляшок має етап оброблення розчином каустичної соди, після якого досягається їх асептичний стан. Проте процедура ополіскування виробів питною водою знову повертає їх до стану мікробіологічного забруднення.

У значній кількості випадків сировина або готовий продукт втрачають асептичні властивості під час процесів фасування або пакування.

Одна з особливостей асептики продуктів харчування стосується присутності вірусів. Їх потрапляння до продукції частіше пов'язується з людським чинником, адже віруси людини, на відміну від бактерій, не здатні розмножуватися в харчових середовищах. Однак контаміновані вірусами продукти можуть становити значну загрозу, бо можуть бути причиною не тільки поодиноких захворювань, а й епідеміологічних спалахів.

Відомо, що віруси — з'єднання білків і нуклеїнової кислоти (ДНК і РНК) — здатні до розмноження лише у враженій клітині. Розміри вірусів складають 0,02–0,30 мкм, тому в світловому мікроскопі їх побачити неможливо. Віруси не мають власного обміну речовин. Вони впроваджуються в окремі клітини, в які можуть потрапити за допомогою клітинних рецепторів, і змушують її виготовляти копії вірусів. Як на виробництві, відбувається виготовлення нуклеїнової кислоти і копій вірусних білків, з яких збирається нова вірусна частинка. Важливо, що вони знешкоджують клітини людини, тварин, рослин, грибів і бактерій.

До числа поширених збудників вірусних хвороб відносять норовірус (NOV) і вірус гепатиту А (HAV).

Через харчові продукти можуть передаватися ротавіруси, віруси гепатиту Е (HEV), астровіруси, вірус Айчі, саповіруси, ентеровіруси, коронавіруси, парвовіруси, аденовіруси тощо [1–3].

**Способи інактивації вірусів у харчових продуктах.** Віруси можуть кілька місяців зберігатися в харчових продуктах або довкіллі. Більшість вірусів харчового походження стійкіші, ніж бактерії, до охолодження, заморожування, зміни рН, висушування, ультрафіолетового опромінювання, нагрівання, зміни тисків, дезінфекції тощо.

Використовують різні підходи щодо інактивації вірусів в окремих харчових продуктах, але їх результативність суттєво варіює залежно від виду вірусу, харчового продукту і локалізації вірусу в харчовому продукті. Самі по собі ці процедури не забезпечують захист споживача від вірусної контамінації, але при їх поєднанні виникає синергічний ефект, який може підвищити рівень знешкодження вірусів у продуктах харчування [1].

**Промивання** харчових продуктів водою, як обробленою (ультрафіолетовими променями, озоном, хлором тощо), так і необробленою, може виявитися неефективним, якщо харчовий продукт має шорстку, ламану або коміркову поверхню з заглибинами; або якщо вірус знаходиться всередині продукту.

**Зниження рівня рН.** При низьких рівнях рН (< 3) можна домогтися інактивації низки вірусів, проте такий рівень рН не завжди прийнятний з погляду смакових якостей продукту.

**Високий гідростатичний тиск.** Вплив високого гідростатичного тиску на інфекційні властивості вірусів у харчових продуктах суттєво залежить як від самого вірусу, так і виду харчового продукту. Такий спосіб інактивації може вважатись ефективним щодо деяких видів вірусів, що містяться у певних продуктах [2].

**Охолодження і заморожування** не слід розглядати як ефективний засіб боротьби з вірусами харчового походження, адже вони не забезпечують зниження інфекційності вірусів до рівня, що вважається безпечним.

**Теплове оброблення** впливає на інфекційність вірусів, що містяться в харчових продуктах та значною мірою залежить від вірусу, харчового продукту і початкової концентрації вірусу. Процеси приготування, за яких температура всередині харчового продукту досягає 90 °С і підтримується упродовж 90 с, вважаються ефективними видами оброблення, що дають змогу інактивувати віруси в більшості продуктів. Водночас такі способи приготування, як парове оброблення або обсмажування, можуть виявитися недостатніми для інактивації вірусів і забезпечення безпеки їжі. Звичайна пастеризація (наприклад, нагрівання до 63 °С на 30 хв або до 70 °С на 2 хв) є більш ефективною ніж короткочасна високотемпературна (до 72 °С на 15–20 с).

**Ультрафіолетове опромінювання (УФО)** дає можливість знизити інфекційність вірусів, однак його вплив значною мірою залежить від наявності вірусу на поверхні харчового продукту, від виду/підвиду вірусу та від харчового продукту. Його не можна вважати ефективним засобом, що забезпечує зниження інфекційності вірусів всередині їжі. УФО може бути ефективним для інактивації вірусів у воді та на поверхні харчових продуктів [2].

**Висновки.** В сучасних умовах можлива контамінація продуктів харчування вірусами на усіх етапах: від їх виробництва до споживання, що може спровокувати різного роду захворювання. Саме тому актуальним є розроблення та вдосконалення методів виявлення та ідентифікації вірусів у продуктах харчування, а також способів їх інактивації без зниження харчової та біологічної цінностей, органолептичних властивостей харчових продуктів та їх товарного вигляду.

## Література

1. *Скроцька О.І.* Віруси у продуктах харчування / О.І. Скроцька, І.М. Волошина, Т.С. Костенюк // Харчова промисловість. — 2014. — № 16. — С. 57–61.
2. Харчові продукти як фактор передачі збудників вірусних інфекцій / В.І. Задорожна, А.Ф. Фролов, С.І. Доан, А.В. Кракович // Проблеми харчування. — 2006. — № 1 (10). — С. 5–7.
3. A 549 and PLC/PRF/5 cells can support the efficient propagation of swine and wild boar hepatitis E virus (HEV) strains: demonstration of HEV infectivity of porcine liver sold as food / Hideyuki T., Toshinori T., Suljid J., Shigeo N., Masaharu T., Tsutomu N., Hitoshi M., Yasuyuki Y., Hiroaki O. // Archives of Virology. — 2012. — Vol. 157. — № 2. — P. 235–246.

## **Нанотехнологія — новий напрямок у виробництві тари**

*Н.С. Малащук, Б.В. Романчук, О.Є. Колосов, д.т.н., НТУУ «КПІ», м. Київ*

Науково-технічну революцію нашого часу пов'язують з виникненням та розвитком нанотехнологій. Термін «нанотехнологія» введений в обіг американцями в 80-90-х рр. минулого століття. Нанотехнології виникли на основі знань про наночастки. Наночастки — це не винахід людини, адже у природі завжди існували субстанції такого розміру (частинки розміром менше 0,0001 мм).

На думку дослідників, головним полем для наукової й освітньої діяльності в XXI столітті, стане наносфера [1]. Нині йдеться про появу нових галузей — нанонауку, наноінженерію, нанотехнологію, наноелектроніку, нанохімію. Практичні розробки на сьогодні вже застосовуються в електроніці, медицині, фармакології, сільському господарстві, медичних технологіях, авіації, космонавтиці, молекулярній біології, інформаційних технологіях тощо.

Наночастинки дають можливість створювати екологічно чисті матеріали, такі, як біорозкладальна упаковка на основі природних полімерних сполук або найдрібніших нанокрахмальних з'єднань. Вони забезпечують кращий захист товарного знака, дають змогу стежити за шляхами міграції товару за допомогою штрих-коду розміром з нанометр. А також не пропускають газ. Наноглиновий шар покращує герметичність полімерних пляшок.

Сьогодні сформовано основні напрямки застосування нанотехнологій у пакувальній індустрії:

- застосування наномодифікованих матеріалів для додання упаковці нових унікальних властивостей;
- застосування нанотехнологій для нанесення на упаковку елементів, що забезпечують захист упаковки, а отже і продукту, від фальсифікації.

Упаковка з високим рівнем захисту і з поліпшеними бар'єрними властивостями — завтрашній день пакувальної індустрії. Зростають вимоги до безпеки і якості упаковки для продуктів харчування, які відповідно до світових стандартів ведуть до збільшення ринку наноупаковки.

Упаковка, створена із застосуванням нанотехнологій, має поліпшені механічні, бар'єрні й антимікробні властивості, а також може мати датчики стеження і моніторингу за продуктами під час перевезення і зберігання [2].

Одним із матеріалів для наноупаковки є полімер з нанотрубками в композиції. Це звичайний найлон і вуглецеві нанотрубки. Композит отримують методом міжфазної полімеризації, за допомогою якого нанотрубки рівномірно розподіляються по довжині макромолекули. Крім того, дослідники навчилися модифікувати властивості полімеру шляхом введення алкільних сегментів або вуглецевих спейсерів. Спейсери відіграють роль сполучних сегментів, що забезпечують ковалентний зв'язок між нанотрубками і макромолекулами. Цей зв'язок визначає міцнісні і пружні властивості композиційного матеріалу [3].

Застосування нанотехнологій при виготовленні упаковки для харчових продуктів поліпшують механічні, бар'єрні та антимікробні властивості

пакувальних матеріалів, а також, завдяки датчикам стеження і моніторингу за продуктами під час перевезення і зберігання, запобігають фальсифікації.

Згідно з дослідженням, активні технології в упаковці для продуктів харчування займуть найбільшу частку ринку, а найбільше їх зростання відзначиться в сегменті розумної упаковки. Нині в секторі активних упаковок домінують упаковки з шаром, що поглинає кисень (oxygen scavengers), упаковки з вологопоглиначами та бар'єрні упаковки.

З використанням нанотехнологій кількість пошкоджених продуктів харчування може бути зменшена в рази. У всьому світі викидається щорічно близько 1,3 млрд т продуктів харчування. Приблизно третину куплених продуктів викидають лише через те, що споживачам здається, що вони вже несвіжі або закінчився термін придатності.

Нанотехнології можна назвати «поліпшеними технологіями». Разом з ними в пакувальну індустрію придуть певні функції, які вже мають попит серед споживачів. Насамперед, завдяки новим технологіям буде збільшуватися термін придатності харчових продуктів. А також у майбутньому буде зроблено потужний внесок у захист навколишнього середовища, адже упаковка майбутнього не буде токсичною під час утилізації.

## Література

1. Наноструктури — матеріали XXI століття / М. Куліш, Ю. Прилуцький // Вища школа. — 2009. — № 9. — С. 73–75.
2. *Упаковка и нанотехнологии* [Электронный ресурс] // Brand System™ : [сайт]. — Режим доступа: <http://brandsystem.biz/ru/upakovka/upakovka-i-nanotehnologii.html>.
3. *Нанотехнологии в упаковочной отрасли (часть 1-я)* [Электронный ресурс] // Unipack.ru : [сайт]. — Режим доступа: <http://article.unipack.ru/20762/>.

## Процес охолодження скла у виробництві скловиробів

Н.Ю. Михальчишина, О.Л. Сокольський, к.т.н., НТУУ «КПІ», м. Київ

Стадія охолодження у виробництві скла характеризується тим, що температура скломаси знижується для створення в'язкості, що дає змогу формувати з неї вироби.

Температура варіння звичайного скла 1520–1580 °С, а температура, що забезпечує робочу в'язкість скломаси, — 1100–1250 °С. Температуру скломаси знижують плавно і поступово. При різкому охолодженні скломаси може порушитися рівновага між рідкою і газовою фазами, що може призвести до нового утворення газоподібних включень (найдрібніших бульбашок). На стадії охолодження при зниженій температурі і підвищеній в'язкості скломаси звільняти її від газових включень важко. Щоб уникнути появи вад скла на стадії охолодження, слід суворо дотримуватися встановленого технологічного режиму, який полягає в безперервному і поступовому зниженні температури і дотриманні заданого характеру і тиску газової атмосфери печі [1].

Швидке охолодження відформованого скловиробу може призвести до створення в ньому внутрішніх напружень. Для того, щоб у виробі не було небезпечних для експлуатації напружень, його піддають тепловому обробленню — відпалу. Для кожного виду скла, залежно від його конфігурації і хімічного складу, встановлюють свій режим відпалу. Для цього визначають насамперед температурний інтервал, у якому можуть виникнути або зникнути залишкові напруження. Цей інтервал, названий зоною відпалу скла, обмежується вищою і нижчою температурою відпалу.

Під вищою температурою відпалу мається на увазі та температура, яка відповідає в'язкості скляної маси 1013 П. При цій температурі напруження в склі зменшуються в 10 разів за час, що дорівнює 5 хв. Ця температура відповідає межі крихкого стану скла. Під нижчою температурою відпалу розуміють температуру, за якої в'язкість скляної маси відповідає 1015 П. При цій температурі напруження зменшуються в 10 разів за час, у 100 разів більше ніж за верхньої температури відпалу, тобто 500 хв. Різниця між вищою і нижчою температурами відпалу для звичайного скла становить 100 °С, а для оптичного — 150 °С. Процес відпалу скла складається з чотирьох стадій.

*I стадія* — попередній нагрів або охолодження. Вироби доводяться до заданої вищої температури відпалу зі швидкістю, що не спричиняє їх руйнування.

*II стадія* — витримка за постійної температури. Вироби витримують при вищій температурі відпалу протягом часу, достатнього для заданого зменшення напружень.

*III стадія* — повільне охолодження. Вироби охолоджуються з доволі малою швидкістю, що не допускає виникнення нових залишкових напружень, що перевищують задані.

*IV стадія* — швидке охолодження. Вироби охолоджуються зі швидкістю, яка забезпечує допустимі тимчасові напруження.

Температура, швидкість охолодження і тривалість кожної стадії залежать від виду виробу, його конфігурації, хімічного складу. Тому для кожного виробничого процесу встановлюють свій особливий режим відпалу.

Скло набуває крихкості за температури 550–570 °С. Якщо стрічку скла піддати вільному охолодженню до температури 70–100 °С, то вона розтріскається в результаті нерівномірного остигання поверхневих і внутрішніх шарів у склі. Для того, щоб витягнута стрічка скла мала необхідну механічну міцність після виходу з шахти машини, необхідно, щоб напруження в стрічці не перевищували допустиму величину. Для цього стрічку скла піддають повільному рівномірному охолодженню. У процесі формування, відпалу та охолодження температура стрічки скла повинна бути знижена від 940–980 °С до 80–100 °С. У першій зоні стрічка охолоджується від температури цибулини (930–980 °С) до верхньої температури відпалу, тобто до 510–530 °С. У цій зоні стрічка скла ще пластична, тому можна застосовувати інтенсивне її охолодження.

У другій зоні стрічка повільно охолоджується від 520–540 °С до 420–370 °С. Зона повільного охолодження (зона відпалу) найбільш відповідальна, тому швидкість охолодження повинна бути мінімальною. Допустима швидкість охолодження стрічки скла товщиною 2 мм у цій зоні не перевищує 130 °С/хв.

У третій зоні стрічка охолоджується нижче температури відпалу. У цій зоні необхідно інтенсивно охолоджувати стрічку скла. Температура стрічки не повинна перевищувати 100–120 °С. При високих швидкостях витягування (понад 100 м/год) на цій стадії необхідно застосовувати рівномірне обдування, тому що стрічка не встигає охолонути до такої температури.

Великі перепади температур між серединою і бортовими ділянками сприяють утворенню внутрішніх напружень у склі, а також є однією з причин, що викликають горблення стрічки при витягуванні [2].

## Література

1. *Охлаждение* [Электронный ресурс] // Stroitelstvo-New.ru : [сайт]. — Режим доступа: <http://www.stroitelstvo-new.ru/steklo/ohlazhdenie.shtml>
2. *Отжиг стеклоизделий* [Электронный ресурс] // Stroitelstvo-New.ru : [сайт]. — Режим доступа: <http://www.stroitelstvo-new.ru/steklo/otzhig.shtml>

## Процес виготовлення склотари за технологією Narrow Neck Press and Blow (NNPB)

*А.В. Ковтун, О.Л. Сокольський, к.т.н., НТУУ «КПІ»*

Скло — тверда аморфна речовина, прозора в тій чи іншій частині оптичного діапазону (залежно від складу), отримана під час застигання розплаву, що має склотвірні компоненти [1]. У природі скло зустрічається у складі вулканічних порід, які швидко охололи з рідкої магми при взаємодії з холодним повітрям чи водою. Іноді скло зустрічається у складі метеоритів, розплавлених при проходженні атмосфери [2].

На сьогоднішні скляна промисловість є одним з найбільш розвинених секторів. Склотарний ринок набуває все більшої популярності і потреба в склотарі значно зростає.

Сутність процесу виготовлення склотари за технологією NNPB складається з восьми етапів [3]:

- 1) складування сировини та подача її в приймальні бункери.
- 2) подача сировини у витратні бункери вагової лінії, дозування компонентів шихти ваговими дозаторами, змішування компонентів шихти в змішувачах, підготовка склобою, змішування склобою з шихтою, зберігання шихти зі склобомом у бункері запасу.
- 3) подача суміші шихти і склобою в пічне відділення. Шихта — суміш вихідних матеріалів у заданому співвідношенні, наприклад — руди, шлаку, коксу, вугілля тощо, що їх переробляють у металургійних, хімічних та інших технологічних процесах [4]. Склад шихти: кварцовий пісок ГОСТ 22551-77, борошно доломіту ТУ 5716-005-21079129-00, сода кальцинована технічна ГОСТ 5100-85, технічний сульфат натрію ГОСТ 6318-77, технологічна крейда ТУ 95-2317-91, глинозем ГОСТ 30558-98, натрієва селітра ГОСТ 828-77, знебарвлювачі: оксид церію, селен, оксид кобальту.
- 4) завантаження суміші шихти і склобою в скловарну піч.
- 5) варка скломаси в скловарній печі відбувається при температурах від 1200–1550 °С. За допомогою різних домішок скломасу освітлюють, звільняють від газових включень, ретельно перемішують до досягнення однорідності складу і певної в'язкості. Якщо в процесі оброблення сировини, приготування шихти або варіння скломаси були допущені якісь відхилення, то це відбивається на якості скломаси. Починають проявлятися дефекти скломаси у вигляді небажаних відтінків і сторонніх включень: газових, кристалічних, склоподібних. Температура в полум'яному просторі скловарної печі підтримується: в зоні завантаження 1460–1500 °С, у зоні максимальних температур 1480–1530 °С, у зоні вироблення 1230–1275 °С.
- 6) формування виробу. Перед прийомом краплі скломаси форма змащується. Далі готова скломага подається до формувальних автоматів,

де здійснюється формування виробів із застосуванням відповідного оснащення та певної технології виготовлення склотари, наприклад NNPВ.

- 7) термічне оброблення виробів у печах відпалу. Режим відпалу повинен забезпечити зняття внутрішніх напружень до значень, які гарантують збереження виробів під час подальшого оброблення та експлуатації. Температура виробів на вході в піч відпалу має бути в межах 400–500 °С, а температура виробів на виході — 50–80 °С.

- 8) візуальний контроль якості виробів на місці сортування.

Розглянемо більш детально технологію NNPВ. Вузькогорле пресовидування (NNPВ) — це технологічна схема виробництва полегшеної скляної тари, тобто технологія для виробництва тари, яка забезпечує зменшення ваги склотари при збереженні всіх її споживчих властивостей. Використання цього методу призводить до того, що вага стандартної пляшки 0,5 л зменшується до 280 г, тоді як її звичайний показник — 360 г. Технологічно це досягається завдяки більш рівномірному розподілу скла збільшеним плунжером у момент формування краплі на чорновій формі. Для механічного зміцнення склотари проводиться напилення на гарячих і холодних ділянках, що запобігає дефекту поверхні виробів при транспортуванні. Також за допомогою зменшення ваги склотари збільшується продуктивність, а отже зменшується і собівартість [5].

Переваги методу NNPВ:

- значна економія сировини;
- при виготовленні склотари міцність виробів зберігається;
- менша вага склотари знижує витрати для виробників і клієнтів;
- полегшене скло перероблюється на 100 %.

Недоліки методу наразі досліджуються.

В Україні технологія NNPВ впроваджена на АТ «Ветропак Гостомельський склозавод» [6] для виготовлення пивних пляшок.

### Література

1. *Аппен А.А.* Химия стекла. — Изд. 2-е испр. — Ленинград: Химия, 1974 г.
2. *Скло* [Електронний ресурс] // Вікіпедія. Вільна енциклопедія : [сайт]. — Режим доступу: [http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BA%D0%BB%D0%BE#cite\\_note-DSTU3290-1](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BA%D0%BB%D0%BE#cite_note-DSTU3290-1).
3. *Схема технологического процесса на ЗАО «Балахнинское стекло»* [Электронный ресурс] // Балахинский завод стеклотары : [сайт]. — Режим доступа: <http://www.zavodstekla.ru/zatehpod.htm>.
4. *Шихта* [Електронний ресурс] // Вікіпедія. Вільна енциклопедія : [сайт]. — Режим доступу: <http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A8%D0%B8%D1%85%D1%82%D0%B0>.
5. *Преимущество метода NNPВ для потребителей стеклотары* [Электронный ресурс] // Алексинский стекольный завод: [сайт]. — Режим доступа: <http://alex-glass.ru/ru/novosti/188-preimushchestvo-metoda-nnpb-dlya-potrebitelej-steklotalary>.
6. *Рішення на користь скла стало легшим* [Електронний ресурс]. — Режим доступу: [http://vetropack.inettools.ch/upload/dokumente/leichtglas\\_ua\\_rz.pdf](http://vetropack.inettools.ch/upload/dokumente/leichtglas_ua_rz.pdf).

## **Мехатроніка в пакувальному обладнанні**

*М.В. Якимчук, к.т.н., О.М. Гавва, д.т.н., НУХТ, м. Київ*

В економічній теорії, яка визначає розвиток підприємств в умовах економічної кризи пропонується перелаштувати їхню роботу на виготовлення продукції, яка задовольняє потреби споживачів за принципом «витягування». Таке переналаштування потребує кардинальної зміни в роботі систем планування виробництвом, логістики та складів.

Якщо цю теорію застосувати до підприємств пакувальної індустрії, то вона передбачає впровадження автоматизованих пакувальних комплексів для виконання операцій пакування як основних засобів для виробництва пакованих харчових продуктів, орієнтованих на споживачів. Такий підхід дає змогу скоротити виробництво великих партій однотипних пакованих товарів шляхом швидкого переналаштування на інші види продукції, типи упаковок та пакувальних матеріалів, реалізувати нові дизайнерські рішення в їх конструкціях [1].

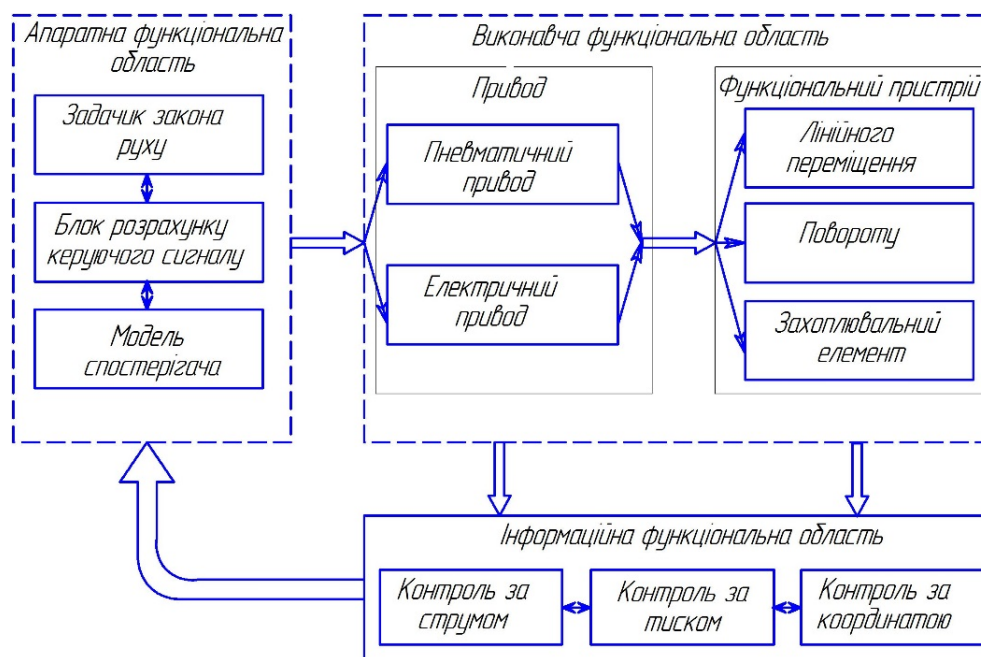
Створення нового пакувального обладнання, яке має гнучку структуру та є універсальним для різних типів харчових продуктів, пакувальних матеріалів та тари є нині основним завданням. Її вирішення потребує системного підходу, починаючи з розробки концепції проектування автоматизованих потокових ліній пакування і закінчуючи конструкціями виконавчих механізмів [2]. Такою концепцією є використання мехатронного принципу проектування, який дає можливість утворювати бібліотеки функціональних мехатронних модулів та поєднувати їх між собою, створюючи широку лінійку однотипних моделей пакувального обладнання з гнучкою структурою зміни технологічних процесів та різними технічними характеристиками. Слід зазначити, що концепція створення наукових основ формування пакувального обладнання з мехатронних модулів передбачає новий погляд на технічний об'єкт як на доволі складну систему [3].

Головним етапом у цьому ланцюжку є створення мехатронних модулів для пакувального обладнання на основі постійного удосконалення наявних та розвиток нових видів приводів. Відповідно до прийнятого визначення, щодо будови мехатронного модуля, взаємозв'язок елементів його функціональних областей показаний на рис. 1 [4].

Структура мехатронних модулів лінійного переміщення з різних модуль-елементів за способом розташування їх у просторі, видом привода, способом керування та видом зворотного зв'язку наведена на рис. 2, а експериментальні зразки таких модулів з пневматичним та електричним приводом на рис. 3.

Для проведення структурного синтезу пакувального обладнання, створеного з мехатронних модулів, був розроблений відповідний математичний апарат. Передбачається, що структура пакувального обладнання складатиметься з обмеженої множини різнотипних мехатронних модулів, що розбиті на підмножини за функціональним призначенням: виконавчу, апаратну та інформаційну [5]. Формування нових зразків пакувального обладнання

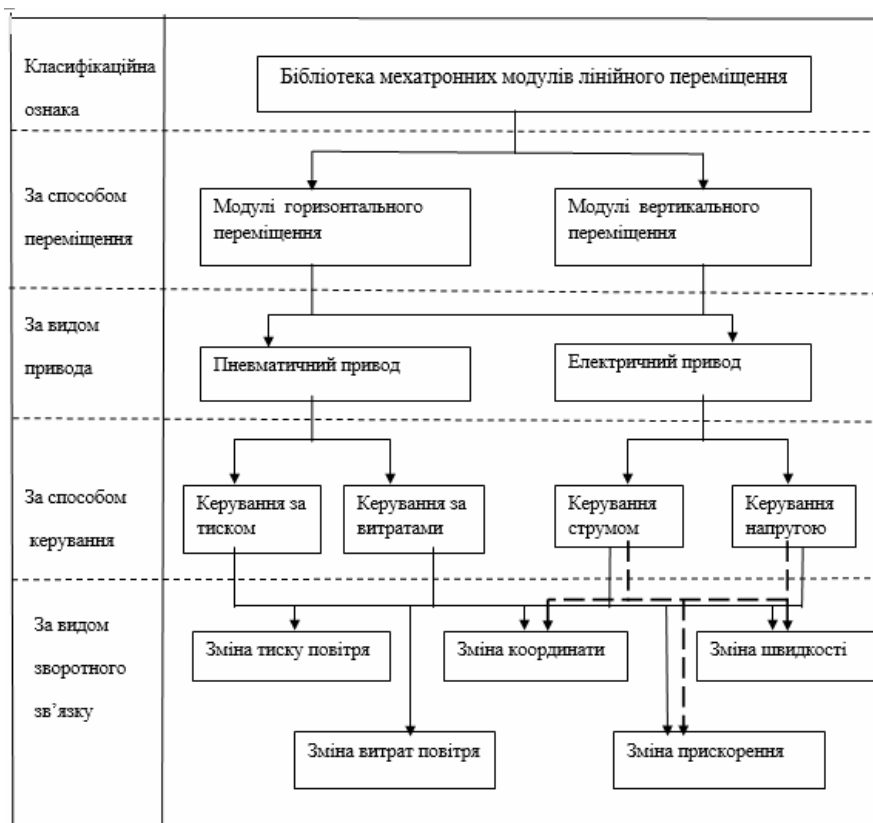
характеризується методами перебору та компоювання різних мехатронних модулів, які утворюють множину варіантів  $N$  з однаковою функціональною схемою виконання технологічних процесів та різними структурами компоювання.



**Рис. 1.** Схема взаємозв'язку елементів функціональних областей: виконавчої, апаратної та інформаційної

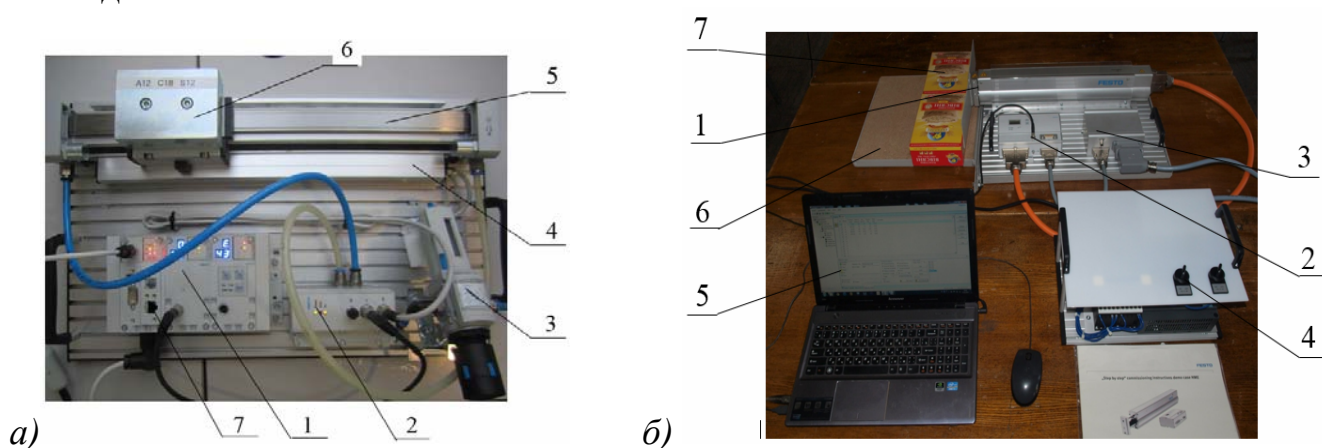
Пошук оптимального розв'язку, тобто такого варіанту компоювання пакувальної машини, який найбільшою мірою задовольняє початкові умови проектування, передбачає покроковий підхід. На першому кроці відсіюються неперспективні варіанти компоювань. Наступним кроком є поступове виключення пріоритетних та домінуючих варіантів компоювань аж до отримання остаточних. Кінцевий пошук оптимізаційного синтезу структури пакувальної машини здійснюється за методиками одно- та багаторічного оптимізаційного синтезу.

Прикладом комплексного конструктивного підходу до використання мехатронних модулів лінійного переміщення в пакувальному обладнанні може бути лінія роторного типу для кріплення упаковки з пластівцями до кришки термоформованої тари, в яку упаковано в'язкий продукт (рис. 4). Для виконання технологічного процесу використовують вісім мехатронних модулів лінійного переміщення з різним типом приводів, які завдяки електронній системі керування вищого рівня синхронізовано виконують подачу упаковки з пластівцями 1 та заповненої термоформованої тари 2, переміщення механізму зварювання 3 та подачу пакувальної одиниці на відповідний конвеєр 4.



**Рис. 2.** Характеристика структури мехатронних модулів лінійного переміщення

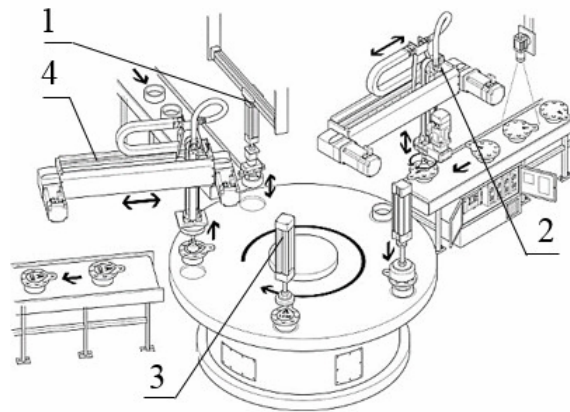
Таким чином, на основі проведених досліджень та аналізу роботи мехатронних модулів можна стверджувати, що найбільш якісний результат використання мехатронних модулів у пакувальному обладнанні можливий за умови комплексного підходу до їх компонування під час проектування нового обладнання.



**Рис. 3.** Експериментальні зразки мехатронних модулів лінійного переміщення: з пневматичним приводом (а): 1 — контролер нижчого рівня; 2 — розподільник з пропорційним керуванням; 3 — система підготовки та очищення повітря; 4 — система контролю координати об'єкту переміщення; 5 — безштоковий

пневмоциліндр; 6 — об'єкт переміщення; 7 — спеціальний роз'єм для приєднання шини зв'язку з контролером вищого рівня; з лінійним електричним приводом (б): 1 — лінійний двигун; 2 — контролер; 3 — система зворотного зв'язку; 4 — блок живлення; 5 — комп'ютер; 6 — змінні поверхні переміщення; 7 — структурний елемент групової упаковки

Беззаперечною перевагою мехатронних модулів є можливість регулювання в широкому діапазоні значень кінематичних та динамічних параметрів робочих органів, синхронізація їхніх параметрів, що суттєво збільшує продуктивність пакувального обладнання. Можливість позиціонування робочих органів мехатронних модулів зі значною пам'яттю змінних координат дає змогу розширити функціональні можливості пакувального обладнання, що є суттєвим поштовхом для утворення нових систем діагностики та швидкого переналаштування.



**Рис. 4.** Схема роторної лінії для кріплення упаковки з пластівцями до кришки термоформованої тари з в'язким продуктом

## Література

1. Гавва О.М., Беспалько А.П., Волчко А.І. Пакувальне обладнання: перспективи розвитку // Харчова і переробна промисловість. — 2009. — № 4–5. — С. 28–30.
2. Гавва О.М., Беспалько А.П., Волчко А.І., Кохан О.О. Пакувальне обладнання : Підручник. — К.: ІАЦ «Упаковка», 2010. — 746 с.
3. Колодин І.М., Волошина Л.В. Модульний принцип создания новой техники в машино- и приборостроении. — К.: Укр.НИИНТИ, 1982. — 51 с.
4. Агрегатно-модульная система средств автоматизации механосборки изделий приборостроения (АСАМС) : Каталог. — С.: НИИтехприбор, 1984. — 53 с.
5. Пашков Е.В. Промышленные мехатронные системы на основе пневмопривода : Учебн. / Е.В. Пашков, Ю.А. Осинський. — Сев.: СевНТУ, 2007. — 401 с.

## Дослідження коефіцієнта передачі сили у механізмі преса штанцювального автомата

В.В. Зелений, Ю.Й. Хведчин, к.т.н., УАД, м. Львів

Для виготовлення картонних розгорток застосовуються штанцювальні автомати, у яких найбільш відповідальним вузлом є механізм преса [1–2]. Його робота супроводжується значними технологічними навантаженнями при заглибленні інструментів штанцювальної форми у картонну заготовку. Тому актуальним завданням є мінімізація цих зусиль завдяки використанню оптимальних схем механізму преса.

Подібні преси використовуються також у поліграфічному та машинобудівному виробництвах. Головним технологічним пристроєм у них є механізм тиску, який створює велике технологічне зусилля  $P$  при прикладанні порівняно невеликого рушійного зусилля  $Q$ . При цьому застосовуються два основні елементарні механізми: розклинювальний (рис. 1а) і кривошипно-повзунний або ексцентриковий (рис. 1б).

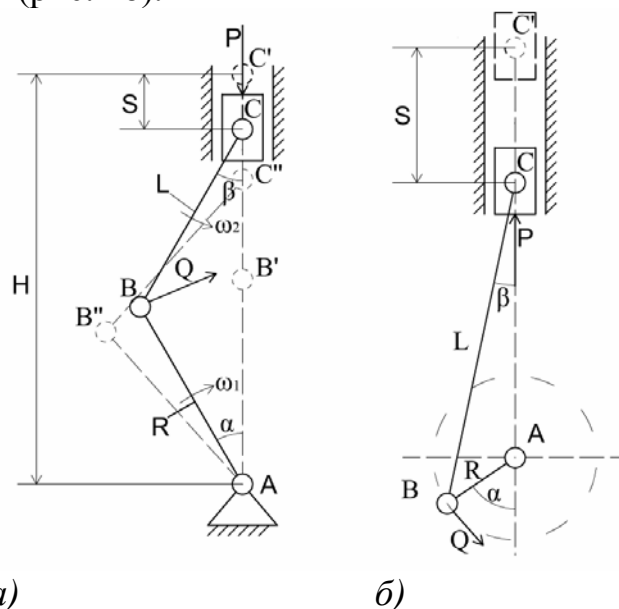


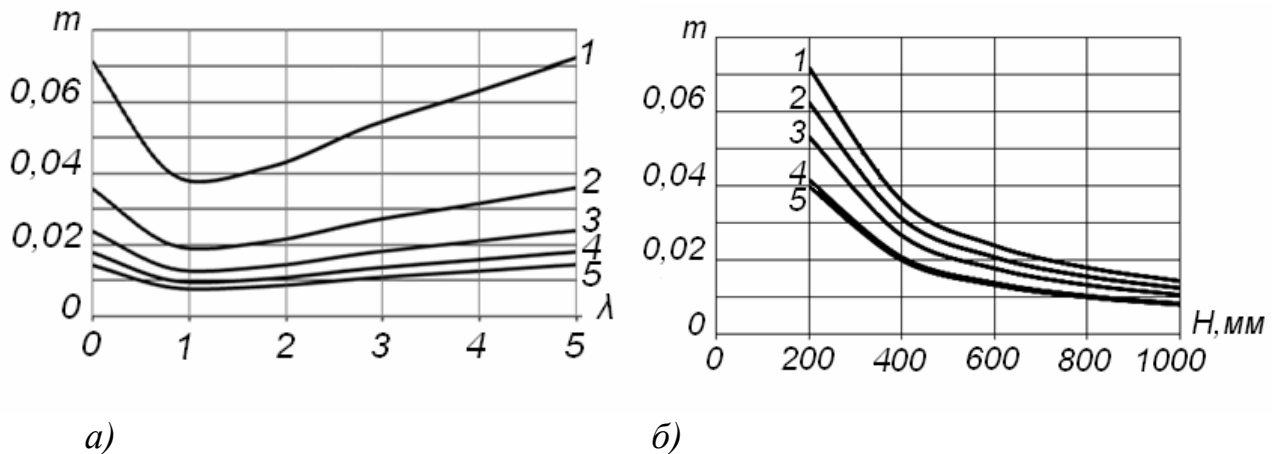
Рис. 1. Елементарні силові механізми: розклинювальний (а), кривошипно-повзунний або ексцентриковий (б)

У механіці машин відомий закон передачі сил, суть якого полягає у тому, що відношення діючих сил обернено пропорційно швидкостям точок їх прикладання:  $Q/P = V_c/V_b$ . Вирази  $P/Q$  і  $V_c/V_b$ , які прийнято називати коефіцієнтом передачі сил, позначимо  $\psi$ . Чим менша величина  $\psi$ , тим меншою буде рушійна сила  $Q$ , отже для оптимізації схем механізмів преса, необхідно створити умови для мінімізації цього параметра. Для визначення його величини використовують різні методи. Розглядаючи розклинювальний механізм на основі рівняння миттєвих потужностей після низки перетворень, одержимо такий вираз для коефіцієнта передачі сил

$$\psi = \frac{Q}{P} = \sqrt{S} \cdot \sqrt{\frac{2H}{RL}} + rf \cdot \frac{2H}{RL} = \sqrt{S \cdot m} + rf \cdot m,$$

де  $L$  — довжина шатуна,  $R$  — радіус кривошипа,  $H = R + L$  — сума довжин ланок механізму,  $S$  — відстань між контактуючими поверхнями преса,  $r$  — радіус шарніра,  $f$  — коефіцієнт тертя,  $m = 2H/RL$  — коефіцієнт, що характеризує геометричні параметри механізму.

Для того, щоб з'ясувати ступінь впливу цих параметрів на  $\psi$ , виконано дослідження з використанням комп'ютерних програм. На величини  $m$  і, відповідно,  $\psi$  суттєвий вплив має співвідношення геометричних розмірів механізму  $\lambda = L/R$ . Як показало дослідження (рис. 2а), мінімальні значення  $m$  одержані при  $\lambda = 1$ , тобто коли розміри важелів АВ і ВС однакові ( $R = L$ ).



**Рис. 2.** Залежність коефіцієнта  $m$ : від  $\lambda$  (а), від  $H = R + L$  (б)

Сумарна довжина цих важелів  $H = R + L$  також впливає на величину  $m$  — при найбільшому значенні  $H$  (у цьому випадку при  $H = 1000$  мм)  $m$  має мінімальне значення, тобто найкращі умови передачі рушійної сили створюються, коли сумарна довжина важелів  $H$  — найбільша. Так як при збільшенні  $H$  збільшуються габарити і зростає матеріаломісткість механізму преса, найкраще використовувати діапазон  $H$  в межах 400–600 мм.

Досліджено вплив на  $\psi$  зміни  $S$ , тобто відстані натискної плити  $C$  від її верхнього «мертвого положення» в діапазоні 1–5 мм для оптимального співвідношення ланок  $\lambda = L/R = 1$ . У міру наближення плити коефіцієнт  $\psi$  покращується для всіх величин  $H$ , найкращі результати у максимальних  $H = 800$ – $1000$  мм.

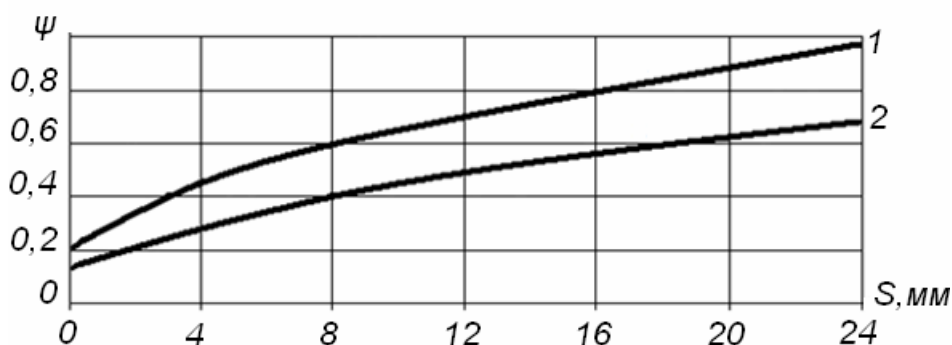
Вираз (1) має недолік, так як він не дає уявлення про зв'язок між коефіцієнтом  $\psi$  і рухом привідної ланки (зазвичай, кутом повороту кривошипа  $\alpha$ ). Тому запропоновані інші залежності (без урахування сил тертя), які дають пряму залежність коефіцієнта  $\psi$  від кута  $\alpha$ :

- для розклинувального механізму
 
$$\psi = \sin \alpha (1 + \cos \alpha) \text{ або } \psi = 2 \sin \alpha;$$
- для кривошипно-повзунного механізму
 
$$\psi = V_C / V_B = \sin \alpha + (\lambda / 2) \sin 2 \alpha, \text{ де } \lambda = R/L \text{ або}$$

$$\psi = \sin \alpha + \cos \alpha \cdot \operatorname{tg} (\alpha / \lambda), \text{ де } \lambda = L/R.$$

Проведено також аналогічне дослідження впливу низки параметрів на коефіцієнт  $\psi$  для кривошипного і ексцентрикового механізмів при зміні відношення  $\lambda = L/R$ , зміні кута повороту кривошипа  $\varphi$ , відстані між натискними плитами  $S$  і встановлено оптимальні умови одержання мінімальних величин коефіцієнта  $\psi$ .

Досліджено вплив конструкції обох елементарних механізмів на можливість одержання мінімальних значень коефіцієнта  $\psi$  (рис. 3). Доведено, що застосування у механізмі преса розклинювального пристрою забезпечує кращі умови передачі сил, тобто для створення необхідного технологічного навантаження при штанцюванні  $P$  необхідне менше рушійне зусилля  $Q$ , ніж при кривошипному або ексцентриковому механізмах.



**Рис. 3.** Коефіцієнти передачі сил  $\psi$  при застосуванні елементарних механізмів: 1 — ексцентрикових і кривошипних; 2 — розклинювальних

Враховуючи отримані дані, а також інші чинники, що є важливими для відбору оптимальної схеми механізму, зроблено аналіз порівняльних характеристик механізмів преса і відібрано схему преса, яка має оптимальні експлуатаційні характеристики.

Одночасно з проведенням досліджень внесено пропозиції з удосконалення кінематичної схеми наявної штанцювальної машини у вигляді поданої заявки на патент, а також виконано параметричне дослідження конструкції нової схеми преса штанцавтомата.

## Література

1. Регей І.І. Споживче картонне пакування (матеріали, проектування, обладнання для виготовлення) : Навч. посіб. — Львів: УАД, 2011. — 144 с.
2. Хведчин Ю.Й., Зелений В.В. Аналіз механізмів преса штанцювальних автоматів // Наукові записки, — 2014. — Вип. № 4(49). — Львів: УАД, С. 21–30.

## **Вібраційний об'ємний дозатор для дрібнодисперсних сипких матеріалів**

*Н.І. Магерус, Ю.П. Шоловій, к.т.н., НУ «ЛП», м. Львів*

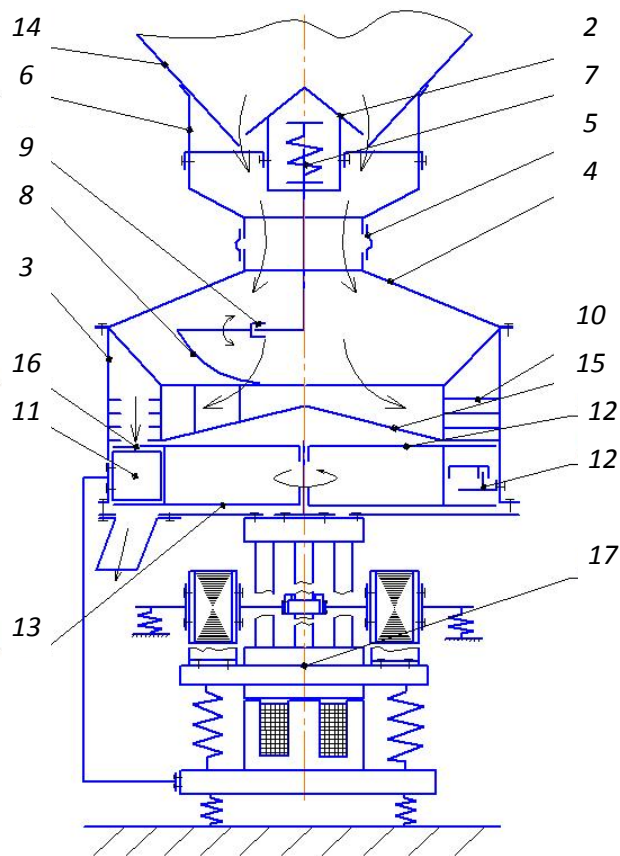
Ринок України багатий на сипкі матеріали (СМ), серед яких значну частину займають дрібнодисперсні продукти (борошно, цукор-пудра тощо). При пакуванні цих продуктів одним з основних етапів є формування дози перед завантаженням в упаковку або тару. Дрібнодисперсні СМ створюють чимало труднощів у процесі дозування через схильність до налипання та утворення грудок, низьку газопроникність, непрогнозованість поведінки під час перероблення, що негативно впливає на ефективність процесу дозування. Залежно від величини дози та властивостей продукту такі матеріали дозують як ваговим, так і об'ємним способами. Покращення умов дозування досягають різними способами. Один з них — це використання вібрації для підвищення ефективності процесу дозування дрібнодисперсних СМ. Уміло використовуючи параметри вібрації та правильно скеровуючи її дію, можна змінювати властивості СМ, які забезпечують ефективне дозування цих продуктів з високими показниками точності та продуктивності процесу.

На точність вібраційного дозування впливає велика кількість чинників: власні і вимушені коливання зважувальної системи; нерівномірність подачі продукції в дозувальний механізм; характер взаємодії зважувальної системи з дозованою продукцією; ступінь заповнення бункера-накопичувача; зміна фізико-механічних і технологічних властивостей продукції під дією зовнішніх силових, температурних та інших чинників тощо [1].

Для формування доз дрібнодисперсної продукції величиною до 1 кг об'ємним способом пропонується конструкція вібраційного бункерного дозатора (рисунок), що складається із завантажувального бункера 1, оснащеного вібруючим конічним днищем 2, який з'єднаний із чашею дозатора 3. Чаша дозатора 3 має вигляд циліндричної ємності з кришкою 4, яка через гнучкий рукав 5 з'єднана з перехідною лункою 6 завантажувального бункера.

Однією з умов забезпечення працездатності дозатора є гарантування рівномірності подачі матеріалу у чашу дозатора 3 за допомогою вібруючого днища 2, оснащеного електромагнітом вертикальних коливань 7 і механізмом регулювання рівня продукту в чаші, який складається з прапорця 8 і шарнірного механізму 9.

Враховуючи фізико-механічні властивості СМ та використавши розроблену методику [2], оптимально підібрано геометрію та режими вібрації конічного днища з метою рівномірної подачі дрібнодисперсного продукту у чашу дозатора.



**Рисунок.** Вібраційний бункерний дозатор для дрібнодисперсних СМ

Для рівномірного витікання сипкої продукції, наприклад борошна, завантажувальна лунка із радіусом випускного отвору  $R_0 = 0,2$  м, висотою  $h_k = 0,6$  м та кутом нахилу лунки до вертикалі  $\Theta = 40^\circ$  повинна реалізовувати коливання з частотою  $\omega = 150$  рад/с та амплітудою  $a > 2 \cdot 10^{-3}$  м [3].

У чаші дозатора 3 під дією коливань сипкий продукт плавно розтікається по поверхні конічного днища 3 та через завантажувальний отвір потрапляє на транспортні доріжки 10, де під дією вібраційного транспортування переміщується на позицію наповнення мірника 11. Мірник розташований між двома відсікаючими дисками, встановленими за допомогою підшипникового вузла на вертикальній осі. Диски здійснюють плавний обертовий рух завдяки фрикційному механізму 12, який перетворює коливання чаші на обертовий рух дисків. Отвори на верхньому 13 та нижньому 11 дисках розташовані у шаховому порядку. Якщо збігаються отвори верхнього диску 13 з мірником 11 відбувається його наповнення, якщо отвори нижнього диску 14 з мірником 11 — випорожнення. З метою запобігання зависанню сипкого матеріалу в мірнику 11 та гарантування його випорожнення, останній здійснює вертикальні коливання, завдяки з'єднанню його з реактивною масою привода дозатора, що реалізує вертикальні коливання.

Приводом дозатора служать незалежні електромагнітні віброзбудники кутових та вертикальних коливань, а також пружні системи, що мають вигляд ґратчастого торсіона для кутових коливань та плоских пружин — для

вертикальних коливань. Це дає можливість забезпечити високі швидкості руху СМ у безвідривних режимах, та, відповідно, високу продуктивність дозатора. Змінюючи параметри вібрації, можна впливати на насипну щільність СМ, з метою забезпечення високої точності дозування.

Використання в конструкції дозатора фрикційного механізму для перетворення вібрації чаші на обертовий рух відсікаючих дисків знижує матеріало- та енергоємність конструкції. Обґрунтовані параметри фрикційного механізму дають змогу забезпечити швидкість обертання дисків, співрозмірну зі швидкістю переміщення сипкого матеріалу на доріжках чаші дозатора.

Шляхом визначення оптимальних параметрів елементів конструкції та режимів роботи, вібраційний бункерний дозатор дає можливість здійснювати об'ємне дозування дрібнодисперсних СМ з високою точністю та продуктивністю.

### **Література**

1. *Гавва О.М.* Дозувальні пристрої пакувальних машин (як правильно вибрати дозатор) / О.М. Гавва, О.О. Кохан // Упаковка. — 2012. — № 3. — С. 46–49.
2. *Шоловій Ю.П.* Моделювання поведінки дрібнодисперсного сипкого матеріалу під дією вібрації у конічній лунці дозатора за допомогою системи Лоренца / Ю.П. Шоловій, Н.М. Тимошенко, Н.І. Магерус // Технологічні комплекси. — 2014. — № 1. — С. 109–117.
3. *Магерус Н.І.* Вплив параметрів вібрації та геометрії лунки на рух дрібнодисперсного сипкого матеріалу у конічній лунці дозатора / Н.І. Магерус // Вібрації в техніці та технологіях. — 2014. — № 2. — С. 71–78.

## **Кінематика перехідних процесів в лініях пакування**

*А.О. Чагайда, к.т.н., К.В. Васильківський, к.т.н., НУХТ, м. Київ*

Ефективність використання транспортно-технологічних систем харчових виробництв визначається логістикою їхньої побудови й організацією взаємодії у проявах механічних, теплових, термодинамічних процесів. Послідовність їх використання має дотримуватися за відповідними програмами, в яких чергуються суто апаратні або машинні процеси з необхідними транспортними переміщеннями або такі переміщення супроводжують технологічні процеси. Прикладом останнього може бути влаштування пастеризатора або стерилізатора фасованої продукції в герметичній тарі, автомати для видування пляшок з ПЕТФ із преформ та їх ополіскування, фасувально-закупорювальні блоки тощо. Проте влаштування названих систем стосується підходів, які відносять до жорстких кінематичних зв'язків. Це визначає абсолютну синхронізацію в роботі сукупності робочих органів машин-автоматів і транспортних зв'язків. Більш довготривалими за терміном використання зі значними практичними досягненнями є системи з жорсткими кінематичними зв'язками на основі передач зі сталим передаточним відношенням. Проте активний розвиток технологій на основі механотроніки у поєднанні з комп'ютерними технологіями має перспективи на паралельне існування з суто механічними системами.

Однак досвід промисловості приводить до висновку про подальший прогрес систем з гнучкими зв'язками [1, 2]. Останні забезпечуються за допомогою використання накопичувальних пристроїв матеріалів або виробів у відповідних потоках.

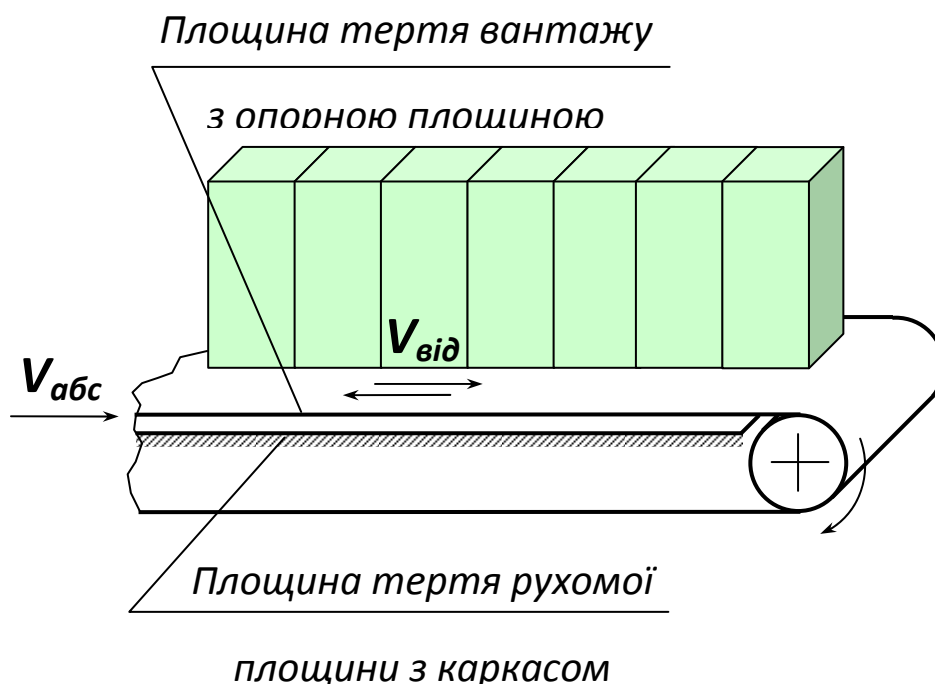
Разом з тим певним ускладненням таких систем є необхідність кількаразової перебудови матеріальних потоків. Особливо це стосується штучної продукції, яка представлена чергуванням багаторядних недетермінованих масивів з детермінованими одно- або кількарядними. Складність таких перебудов пов'язана з тим, що вони здійснюються такими ж недетермінованими прийомами частіше за участі тертя з опорними рухомими площинами. Останнє означає можливість і необхідність відносного переміщення вантажів з ними і присутність тертя в двох площинах. Одна з них стосується пари тертя «рухома опорна площа – каркас», а друга – пари «вироби – рухома опорна площа» (рисунок). Це означає, що в таких системах рух опорної рухомої площини і вантажів на окремих проміжках часу може здійснюватися як одне ціле або в умовах відносного переміщення. Така незапланована послідовність викликає динамічні збурення і відповідні динамічні навантаження на вироби, рухоми опору площину і елементи привода.

***Випадок розгону і переміщення масиву виробів.*** Під час моделювання такого випадку приймемо припущення про те, що масив виробів на попередньому етапі було ущільнено силами тертя і при розгоні він поводить себе як одне ціле. Таке припущення є тим паче доцільним, що воно відповідає найбільшим силовим взаємодіям.

Із урахуванням жорсткої статичної механічної характеристики асинхронного двигуна вважатимемо у першому наближенні, що швидкість руху опорної рухомої площини є сталою. При вказаних умовах у період перехідного процесу переміщення масиву виробів буде мати місце відсутність збігу його кінематичних параметрів з параметрами опорної площини. Визначення цих розходжень виконаємо на основі аналізу математичної моделі, рушійним чинником в якій є сила тертя. Тоді рівняння руху масиву виробів масою  $m_B$  запишемо умовою:

$$m_B \ddot{x}_B = f m_B g, \quad (1)$$

де  $\ddot{x}_B$  — друга похідна від координати переміщення;  $f$  — коефіцієнт тертя і  $g$  — прискорення вільного падіння.



**Рисунок.** Ілюстрація щодо існування двох площин тертя

Режим розгону масиву буде продовжуватися до того моменту, коли виконається умова  $\dot{x}_{B(k)} = V$ . Звідси маємо:

$$\dot{x}_{B(k)} = V = f g t_{(k)}$$

і кінцевий час процесу:

$$t_{(k)} = V / f g. \quad (2)$$

При цьому опорна рухома площина переміститься на відстань:

$$x_{\text{оп.п.}} = V t_{(k)} = V \frac{V}{f g} = \frac{V^2}{f g}. \quad (3)$$

Підстановка  $t_{(k)}$  у вираз (2) приводить до форми:

$$x_{B(k)} = f g \frac{V^2}{2 f^2 g^2} = \frac{V^2}{2 f g}. \quad (4)$$

Порівняння одержаних результатів показує співвідношення  $x_{\text{оп.п.}}/x_{\text{в(к)}} = 2$ .

Очевидно, що останнє повинно враховуватися у випадках визначення кінематичних параметрів систем з такою організацією переміщень.

## Література

1. *Лензюн С.В.* Розвиток методів розрахунку і обладнання транспортно-технологічних систем у виробництві шампанських вин: автореф. дис. ... канд. техн. наук: спец. 05.18.12 «Процеси та обладнання харчових, мікробіологічних та фармацевтичних виробництв» / Лензюн Сергій Валентинович; НУХТ. — К., 2011. — 20 с.
2. *Шредер В.Л.* Упаковывание пищевых продуктов в гибкие материалы / В.Л. Шредер, А.Н. Гавва, В.Н. Кривошей // Упаковка. — 2013. — № 5. — С. 44–49.

## **Синтез ієрархічної структури машин для пакування в'язких і пластичних харчових продуктів**

*С.В. Токарчук, к.т.н., О.М. Гавва, д.т.н., НУХТ, м. Київ*

Машини для пакування в'язких та пластичних харчових продуктів у споживчу тару можна віднести до багатопозиційних технологічних машин послідовної дії. Вони складаються з послідовно з'єднаних функціональних модулів та створюють матеріальні, енергетичні та інформаційні (контроль та управління роботою) зв'язки між ними. Послідовність розміщення та кількість цих модулів визначається структурою виконання операцій пакування та числом елементів (робочих позицій), з яких вони складаються [1].

Постійне зростання асортименту в'язкої та пластичної продукції, використання різних видів і типів споживчої тари, пошук функціональних модулів та зв'язків між ними обумовлюють створення ефективної методології опису та оцінювання структури пакувальних машин за різними характеристиками.

Проектування пакувальних машин є комплексним завданням, у якому в складному взаємозв'язку переплітаються завдання синтезу, моделювання, оптимізації.

Проблема створення ефективної методології опису й оцінювання структури пакувальних машин за різними критеріями стає все більш актуальною і вимагає системного підходу до питань синтезу машин.

Системний підхід до розгляду пакувальної машини як об'єкта проектування передбачає побудову концептуальної моделі, тобто такої абстрактної моделі, яка відображає структуру об'єкта та зв'язки між його елементами.

Під час створення таких моделей враховується два аспекти опису пакувальної машини:

- функціональний опис, елементами якого є множина простих функцій та множина відношень між ними, які визначають принципи функціонування пакувальної машини;
- структурний опис, елементами якого є функціональні моделі та зв'язки між ними, що створюють компонування пакувальної машини.

Функціональний опис є більш загальним, адже кожна технічна функція може бути реалізована багатьма конструктивними варіантами функціональних модулів. Разом з тим кожен функціональний модуль реалізує лише ту функцію, для якої він був створений. Таким чином, функціональний опис передусім структурному [2].

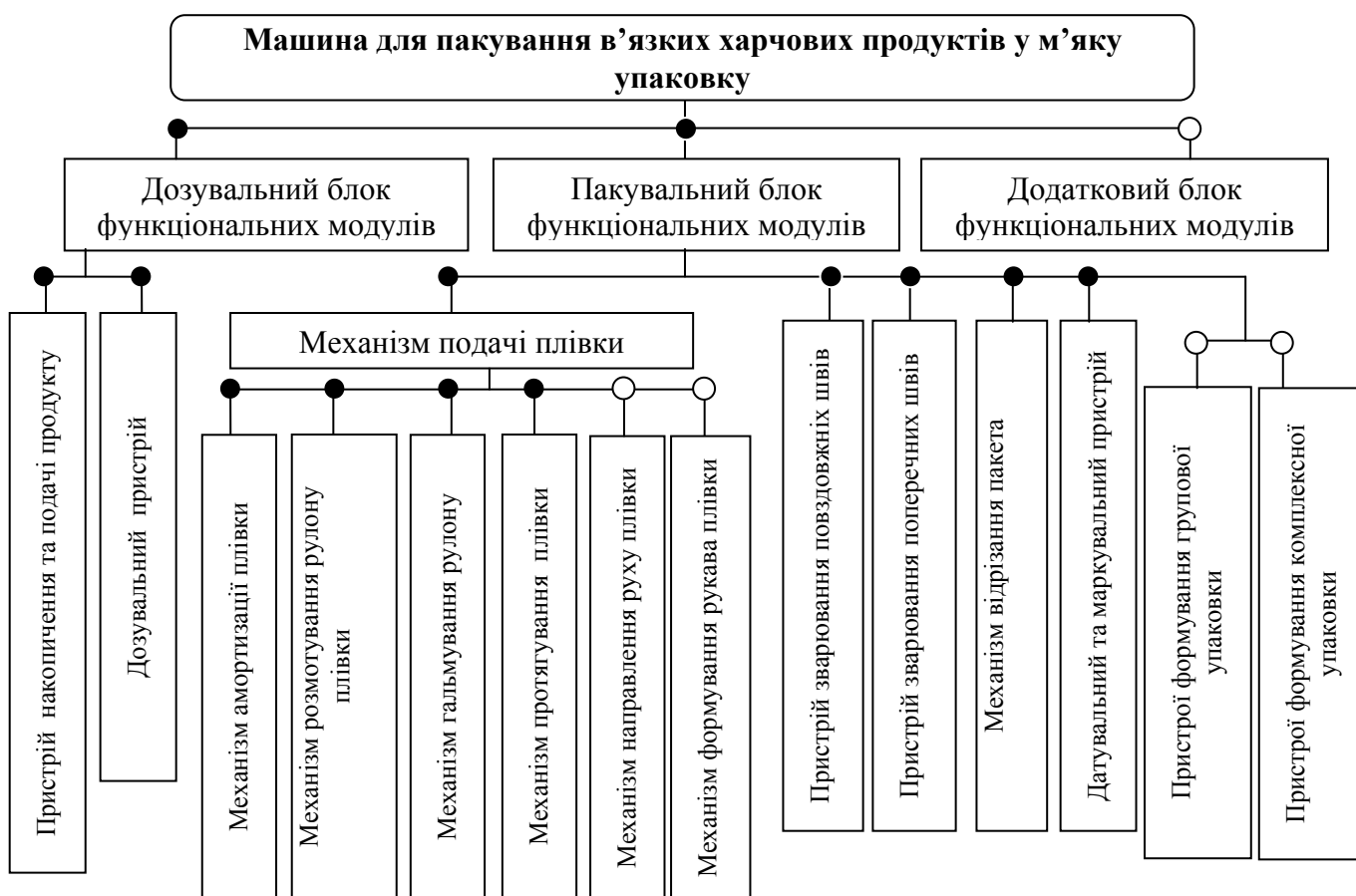
Для виконання аналізу структури пакувальної машин доречно застосовувати методологію структурного аналізу і проектування (SADT), що передбачає побудову трьох рівнів концептуальної моделі: функціональної (f-моделі), функціонально-структурної (fs-моделі) та структурної (s-моделі) [3].

На рівні f-моделі описується структура пакувальної машини як ієрархія функціональних модулів із зазначенням зв'язків між ними.

Побудова SADT моделі пакувальної машини дає змогу більш глибоко проаналізувати характер зміни структури пакувальної машини, а також спростити процедуру пошуку її оптимального компоновання.

Для спрощення опису зв'язків між функціональними модулями пропонується використовувати ієрархічний підхід до опису структури пакувальної машини. Цей підхід передбачає групування модулів за функціональною ознакою в блоки функціональних модулів [4]. Варто зауважити, що при всій різноманітності компоновальних рішень машин для пакування пластичних харчових продуктів, кожна з них має у своєму складі дозувальний блок функціональних модулів (БФМ-1), пакувальний блок (БФМ-2) та додатковий блок функціональних модулів (БФМ-3). Узагальнену ієрархічну структуру машини для пакування в'язких харчових продуктів у м'яку упаковку представлено на рисунку.

Ієрархічний опис структури пакувальної машини дає змогу більш глибоко проаналізувати характер зміни її компоновань як на рівні БФМ, так і на рівні машини, а також спростити процедуру пошуку оптимального компоновання.



**Рисунок.** Ієрархічне представлення структури пакувальної машини для в'язких харчових продуктів: ● — вершини зв'язані між собою функцією «та», ○ — вершини зв'язані між собою функцією «або»

Під час розроблення принципів об'єднання модулів у компоновальну схему машини, що реалізується програмними засобами, необхідно створити передумови для віртуального проектування.

**Висновки.** Для розгляду машин як об'єкта проектування рекомендовано застосовувати системний підхід, яким передбачено побудову концептуальної моделі, що буде відображати структуру об'єкта та зв'язки між його елементами. Доцільно для ефективного виконання аналізу структури пакувальної машини застосовувати методологію SADT, що дає змогу більш глибоко проаналізувати характер зміни структури пакувальної машини та спростити процедуру пошуку її оптимального компонування. Застосування ієрархічного опису структури пакувальних машин дає змогу дослідити варіанти її компонування як на рівні блоків функціональних модулів, так і на рівні машини загалом.

## **Література**

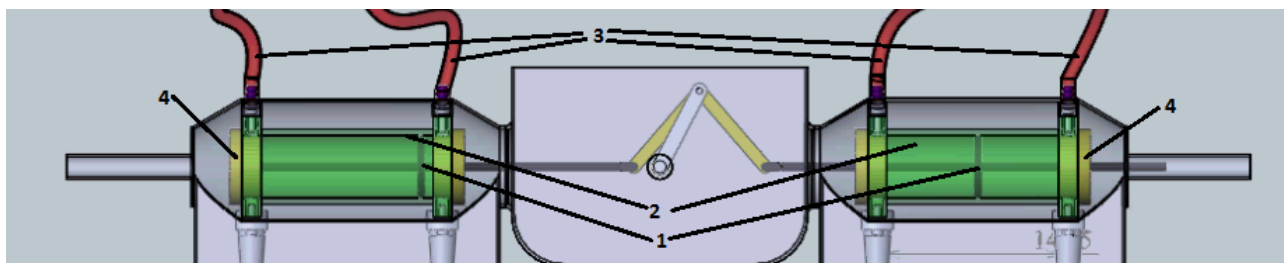
1. *Гавва О.М.* Пакувальне обладнання в 3 кн. — Кн. 1. Обладнання для пакування продукції в споживчу тару / О.М. Гавва, А.П. Беспалько, А.І. Волчко. — К.: «Упаковка», 2008. — 436 с.
2. *Пальчевський Б.О.* Автоматизація технологічних процесів: виготовлення і пакування виробів: Навч. посіб. для студ. вищ. техн. навч. закл. / Б.О. Пальчевський. — Львів: Світ, 2007. — 392 с.
3. *Марка Д.* Методология структурного анализа и проектирования (SADT) / Д.А. Марка, К. МакГоуэн. — М.: МетаТехнология, 1993. — 243с.
4. *Васильев А.Л.* Модульный принцип формирования техники / А.Л. Васильев. — Москва: Изд-во стандартов, 1982. — 312 с.

## Разработка двухтактного дозирующего устройства для жидкой продукции

Д.В. Токарь, Н.М. Московская, к.т.н., НАУ им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», г. Харьков

Дозатор — устройство для автоматического отмеривания заданной массы или объема жидких и сыпучих материалов. Дозаторы применяют в пищевой, химической, фармацевтической промышленности, а также в других отраслях. Дозируемый материал чаще всего отмеряют как в единицах массы (кг) — весовыми дозаторами, так и в единицах объема ( $m^3$ ) — объемными. Используются как в комплекте с упаковочными машинами, так и автономно. В основу данной работы положена разработка объемного поршневого дозатора для жидкой продукции, абсолютно нового и инновационного, способного обслуживать сразу 2 или 4 линии, что ведет к увеличению производительности и уменьшению сроков окупаемости данной машины. Дозатор был спроектирован как часть линии асептической упаковочной машины. При разработке дозатора было принято решение доработать его для установки на вертикальную упаковочную машину для упаковывания жидкой продукции в пакеты типа «флоу-пак».

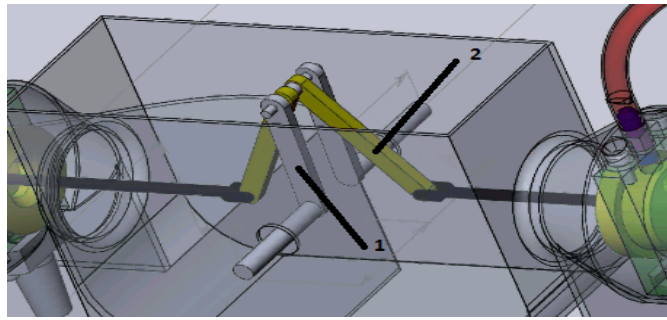
Дозатор (рис. 1) состоит из размещенного на каркасе закрытого резервуара, из которого трубопровод (3) направлен к двум цилиндрам (2) (на 4 линии). Привод поршней осуществляется мотором-редуктором, что обеспечивает возможность задания равномерного цикла движения поршня (1). Оптимальная производительность достигается правильным выбором скорости и рабочего хода поршня, который изготавливается по индивидуальному заказу.



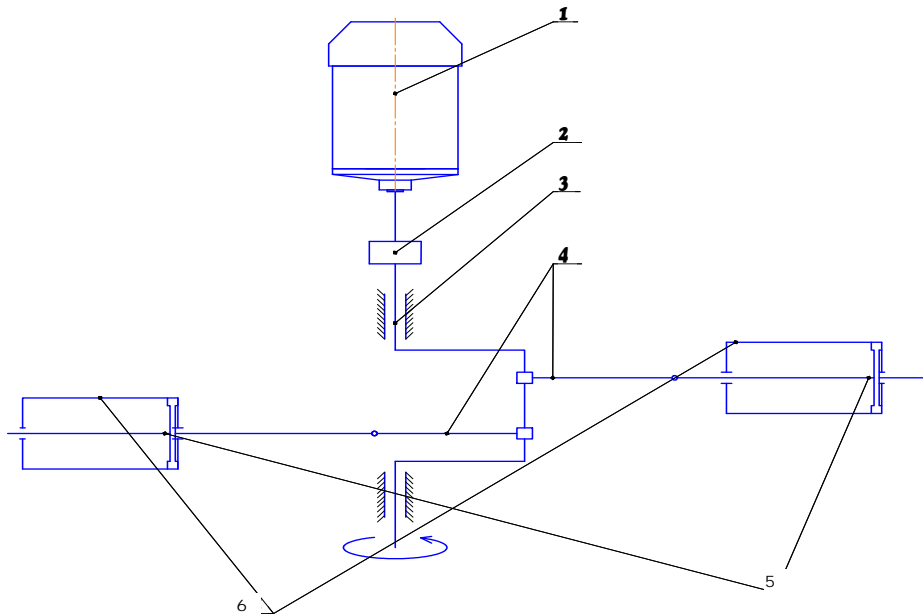
**Рис. 1.** Принципиальная схема дозатора

Регулировка дозы происходит посредством изменения рабочего хода поршня путем изменения длины прикрепленных к цельному пальцу-толкателю (1) разъемных пальцев регулировки дозы (2) (рис. 2). Конструкция наружного корпуса выполнена таким образом, чтобы на месте и без специальных знаний можно было менять дозировку. Управление всеми параметрами дозирования осуществляется программируемым контроллером.

Кинематическая схема дозатора представлена на рисунке 3. От мотор-редуктора (1) через муфту (2) вращение передается на ведомый вращающийся элемент (3), что приводит в движение исполнительные пальцы (4), которые выполняют плоско-параллельное движение и тем самым передают движение на поршни (5), которые возвратно-поступательно двигаются в цилиндрах (6).



**Рис. 2.** Регулирование дозы



**Рис. 3.** Кинематическая схема поршневого дозатора

Дозатор имеет свою систему управления, которая дает возможность просто и очень точно установить параметры дозирования и синхронизировать его работу с упаковочной машиной. Дозатор можно использовать с автономным управлением либо в составе упаковочной машины иного производителя или иной конструкции.

В заключении необходимо отметить, что на конструкцию дозатора подана в заявка на получения патента на полезную модель.

## Література

1. Еременко С.Ю. Методы конечных элементов в механике деформируемых тел / С.Ю. Еременко. — Харьков: Основа, 1981. — 272 с.
2. Несвит В.Ф. Введение в Solid Works / В.Ф. Несвит. — Харьков, 2003. — 152 с.

## **Програмно-технічний комплекс контролю орієнтації аркушів у друкарській машині під час друку на матеріалах для пакування**

*І.С. Карпенко, В.Ф. Морфлюк, д.т.н., НТУУ «КПІ», м. Київ*

Аналіз сучасного стану процесів контролю орієнтації аркушів у друкарських машинах характеризується застосуванням технологій, у яких закладена ідеологія проведення суб'єктивних вимірювань та їх аналізу, а також використанням засобів напівавтоматичного контролю (лупи, ручні мікроскопи з мікрометричними шкалами, автоматизований контроль положення аркуша в аркушепередавальній системі після формування друкарського відбитка) [1, 2], що не забезпечує потрібну точність суміщення фарб на кожній друкарській секції під час друку на матеріалах для пакування і призводить до появи браку.

Структурна організація програмно-технічного комплексу контролю орієнтації аркушів у аркушепередавальних системах друкарських машин ґрунтується на отриманні інформації з оптичних датчиків на основі сканування спеціальних технологічних міток правого і лівого краю аркуша перед його подачею в друкарську секцію. Аналогова інформація за допомогою засобів аналого-цифрового перетворення у складі ЕОМ перетворюється на цифрову форму для об'єктивного контролю положення аркуша в реальному масштабі часу [3].

Програмне забезпечення формування цифрової форми імпульсних сигналів (при зчитуванні технологічних міток аркуша), її аналізу і визначення орієнтації аркуша у друкарській машині реалізується на основі мови програмування C++ [4] і характеризується певним порядком виконання етапів визначення параметрів діагонального, поперечного та поздовжнього зміщення аркуша:

1. Управління формуванням імпульсних сигналів датчиків зчитування технологічних міток, що моделюють орієнтацію аркуша в аркушепередавальній системі.
2. Після перетворення аналогової інформації у цифрову, формування масивів цифрових амплітуд імпульсних сигналів.
3. Аналіз масиву цифрових амплітуд та визначення часових характеристик імпульсних сигналів.
4. Аналіз часових параметрів імпульсних сигналів.
5. Визначення параметрів діагонального, поперечного та поздовжнього зміщення орієнтації аркуша в аркушепередавальній системі ( $\alpha$  — кут діагонального зміщення аркуша;  $l_1$  — відстань поперечного зміщення аркуша;  $l_2$  — відстань поздовжнього зміщення аркуша).

Запропонована організація програмно-технічного комплексу на основі сучасних методів і засобів цифрового контролю для визначення положення аркуша в аркушепередавальній системі друкарської машини дає змогу автоматизувати процес об'єктивного визначення орієнтації аркуша, мінімізувати технологічні втрати процесу друку, що забезпечить необхідну якість суміщення фарб друкарських відбитків на матеріалах для пакування.

## Література

1. *Чехман Я.І.* Друкарське устаткування / Я.І. Чехман, В.Т. Сенкусь, В.П. Дідич., В.О. Босак. — Львів: УАД, 2005. — 466 с.
2. *Штоляков В.И.* Печатные системы фирмы Heidelberg: Офсетные печатные машины / В.И. Штоляков, А.В. Федосеев, Л.И. Зирнзак, И.А. Егоров, С.П. Вартамян, Э.С. Артыков. — М.: Изд-во МГУП, 1999. — 216 с.
3. *Морфлюк В.Ф.* Метод цифрової обробки амплітудних параметрів імпульсних сигналів для контролю суміщення фарб // Технологія та техніка друкарства : Збірн. наук. праць. — ВПІ НТУУ «КПІ», 2004. — № 1. — С. 42–45.
4. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 56583, Україна. Цифровий контроль суміщення фарб в аркушепередавальних системах друкарських машин (комп'ютерна програма) / І.С. Карпенко, В.В. Морфлюк. — Заяв. № 56912 від 23.07.2014; опубл. 22.09.2014.

## **Дослідження маркування харчових продуктів у країнах Чорноморського регіону**

*В. Теличкун, к.т.н., Ю.Теличкун, к.т.н., НУХТ, м. Київ, Україна,*

*С. Стефанов, д.т.н., Університет харчових технологій, м. Пловдив, Болгарія*

В рамках міжнародного співробітництва Національний університет харчових технологій є учасником Проекту Сьомої Рамкової Програми (Дії Марії Кюрі) Дослідження маркування харчових продуктів в країнах Чорноморського регіону ( NUTRILAB). Тривалість проекту — 36 місяців.

Мета проекту полягає в об'єднанні зусиль науковців різних країн для вивчення та аналізу вимог споживача до маркування харчових продуктів, збору інформації про зміну вимог до маркування продукції різними групами населення для розуміння «середнього споживача». Аналіз результатів проведених досліджень дасть змогу виявити доцільність наведення на етикетці додаткової корисної інформації. Проведені дослідження, отримані результати та висновки мають бути опубліковані та доступні для майбутніх досліджень.

Мета проекту досягається мультидисциплінарною командою дванадцяти партнерів з п'яти країн Чорноморського регіону: чотири партнери з країн ІСРС (Україна і Російська Федерація), вісім партнерів від MS (Румунія і Болгарія) і АС (Молдова). Підсилення наукового потенціалу команди, розвиток нових підходів, концепцій та методик відбувається завдяки поєднанню результатів наукових досліджень та обміну знаннями дослідників різних галузей.

У проекті задіяні: Інститут мікробіології та біотехнології академії наук Молдови, Національний університет харчових технологій (Україна), Університет харчових технологій (Болгарія), Русенський університет (Болгарія), Харківський державний університет харчування і торгівлі (Україна), Донецький національний університет економіки та торгівлі (Україна), Санкт-Петербурзький технологічний інститут (Росія), Трансільванський університет Брашова (Румунія), Університет «Ioan Slavici» (Румунія), Політехнічний університет Тімішоари (Румунія), Університет «Lucian Blaga» (Румунія), Технічний університет Молдови.

Проект має виявити та дослідити, як саме маркування на продуктах харчування в європейських краях може впливати на здоров'я та добробут споживачів.

Є тісний взаємозв'язок між продуктами харчування, що споживаються населенням, та здоров'ям споживачів.

Етикетка на продуктах харчування розроблена таким чином, щоб допомогти у виборі продуктів для здорового харчування. Інформація, розміщена на етикетці, може бути використана для порівняння харчової цінності подібних продуктів, оцінки можливості їх використання в раціоні та взаємозв'язку між вмістом продуктів харчування та захворюваннями.

Інформація, яка розміщена на етикетках у всіх країнах Європейського Союзу, має відповідати трьом групам вимог.

Перша — це вимоги до інформації щодо поживної (харчової) та енергетичної цінності (калорійності) продукту.

Друга — фізіологічна цінність, що відображає зв'язок між харчовими продуктами та одним з компонентів, а також здоров'ям. Інформація має ґрунтуватися на загальноприйнятій науковій інформації і бути добре зрозуміла середньому споживачеві.

Третя група вимог — це скорочення чиннику ризику захворювання. Це деякою мірою медичні вимоги, які заявляють, що продукт або один з його компонентів значно зменшують чинник ризику захворювання. Згадка про хворобу буде дозволена на етикетці, але тільки після схвалення Європейським відомством з безпеки харчових продуктів (EFSA).

Медичні вимоги описують відносини між поживним елементом у складі продукту або продуктом загалом, а також ризиком хвороби. Продукти дієтичного спрямування повинні містити певну кількість поживної речовини, яка безпосередньо пов'язана з впливом на здоров'я.

Додатково вимоги повинні прояснити, що інші чинники також можуть впливати на розвиток певних хвороб. Медичні вимоги не можуть забезпечити скорочення рівня ризику і повинні використовувати в поданні інформації слова: «можуть» або «міг би».

У зв'язку з потужним розвитком біоекономіки на сучасному етапі, яка орієнтується на органічне сільське господарство і органічні продукти, в проекті запропоновано розробити четверту частину вимог, дозволених в ЄС, які б стосувалися органічного маркування.

Органічне маркування гарантує, що натуральні продукти, придбані в країні походження (або ЄС), вироблені, оброблені і засвідчені відповідно до національних та європейських органічних стандартів. На етикетках продукти, які використовують термін «органічний», мають відповідати таким вимогам: марковані як «100 відсотків органічні», повинні містити (не враховуючи воду і сіль) тільки органічно вироблені компоненти.

Оброблені продукти, які містять принаймні 70 % органічних компонентів, можуть використовувати фразу — «вироблено з органічних компонентів» — із зазначенням трьох з органічних компонентів або продовольчих груп.

Проект зосереджується на проблемі, що всім людям, і молоді зокрема, необхідно мати інформацію про продукти, які вони обирають. Продовольче маркування необхідно для продуктів, що найчастіше вживаються, таких як хліб, хлібні злаки, консерви і заморожені продукти, закуски, десерти, напої тощо. Маркування для сирих продуктів (фрукти й овочі) і риби добровільне. Назвемо ці продукти «звичайними». Споживачі, педагоги, вчителі, лікарі-дієтологи і медичні працівники запрошені брати участь у багатьох заходах, які організуються в структурі NUTRILAB.

З 1 липня 2007 р. в країнах-членах Європейського Союзу застосовується Регламент 1924/2006 на дієтичні харчові продукти. Це — перша частина законодавства в цьому напрямі. Воно має гарантувати високий рівень захисту споживачів, застосовуючи заходи проти необґрунтованих, перебільшених або

неправдивих вимог про харчові продукти. З новим законодавством споживачі можуть покластися на зрозумілу і точну інформацію про харчові продукти на етикетках, бути належним чином поінформованими про їжу, яку вони обирають.

Згідно з Регламентом ЄС № 1924/2006, медичні вимоги в маркуванні дозволяються, якщо вони добре зрозумілі середньому споживачеві.

Інформація на етикетці в цьому питанні корисна споживачу при виборі між продуктами, для контролю кількості жирів, солі, цукру та визначення, наскільки обрані продукти підходять до раціону (дієти).

В результаті розширення інтеграційних процесів у світовій економіці, лібералізації продовольчої торгівлі, зростання споживчого попиту, наукових досягнень у дослідженні харчових продуктів і технологій, удосконалення транспорту і комунікацій міжнародна торгівля продовжує збільшуватися свіжими й обробленими продуктами.

Доступ країн на продовольчі зовнішні ринки продовжує залежати від їхньої здатності відповідати нормативним вимогам країн-імпортерів. Створення і підтримка попиту на харчові продукти на світових ринках засновані на довірі і впевненості імпортерів і споживачів у цілісності їх продовольчих систем.

## Література

1. Стефанов С., Стефанова Й., Дамянова С., Василева Н., Теличкун Ю., Теличкун В., Губеня А. (2013), Проблеми при реалізоване на інформаційна функція на опаковките, *University of Ruse "Angel Kanchev". Proceedings*, Vol.52, Book 10.2, P. 146–149.
2. Totorean A., Vinatu V., Gubenia O., Nicoara A. (2013), Comparison study between romanian and ukrainian labeling of food products. Social, nutritional and medical considerations, *Abstract book of the International Conference 'Integrated systems for agri-food production — sisteme integrate de productie SIPA 2013'. September 26–29, 2013*, P.16.
3. Міжнародний проект «Nutritional labeling study in Black Sea region countries» (2013), *Ukrainian Food Journal*, Vol. 2, Is. 2, P. 304.
4. Стефанов С., Дамянова С., Теличкун В. (2013), Исследование маркировки пищевых продуктов в странах Черноморского региона, *Инновационное развитие малых городов России: научный, технологический и образовательный потенциал: материалы Международной научно-практической конференции (г. Мелеуз, 31 октября 2013 г.)*, С. 158–160.
5. Telychkun V., Gubenia O., Telychkun Y. (2013), Labelling of foodstuffs in Ukraine, *The Second North and East European Congress on Food (NEEFood-2013): Book of Abstracts. — 26–29 May 2013*, P. 44.

## **Позначення терміну придатності на маркуванні харчових продуктів**

*В. Теличкун, к.т.н., Ю. Теличкун, к.т.н., О. Губеня, к.т.н., НУХТ, м. Київ, Україна, Д. Мнеріе, Д. Цуко, Політехнічний університет Тімішоари, Румунія*

**Вступ.** Мета досліджень — встановити розбіжності в вимогах України, ЄС та Білорусі щодо маркування харчових продуктів стосовно терміну придатності та розуміння маркування споживачем.

**Матеріали та методи.** Аналіз законодавства щодо позначення терміну придатності проведено на основі Регламентів ЄС №1169/2011, України N 183/18921, Митного Союзу ТР ТС 022/2011. Відношення споживача до маркування терміну придатності попередньо оцінено за допомогою опитування.

**Результати та обговорення.** Враховуючи збільшення експорту продукції в країни ЄС, набуття чинності з 1 січня 2016 р. частини угоди про асоціацію України і ЄС, що стосується зони вільної торгівлі, і водночас надання Україні режиму автономних преференцій з відміни мит на експорт продукції, виникла необхідність враховувати при маркуванні норми законів, стандартів, технічних регламентів Європейського союзу, включаючи і маркування харчової продукції. Позитивні зрушення в економічних стосунках з Республікою Білорусі, зокрема, збільшення експорту олії, кондитерських і хлібних виробів, пива, алкогольної продукції, овочів і фруктів, соків і консервованої продукції вимагають від виробника враховувати в маркуванні вимоги Митного Союзу, членом якого є Білорусь.

Законодавство ЄС передбачає обов'язковим лише позначення кінцевої дати споживання продукту. Позначення дати виробництва і терміну придатності не є обов'язковим.

Законодавство Митного союзу є найбільш суворим у частині позначення терміну придатності. Технічний регламент Митного Союзу передбачає обов'язкове позначення дати виробництва продукту і кінцевої дати споживання.

Українське законодавство передбачає два допустимих способи позначення часових характеристик придатності продукту: кінцева дата споживання; дата виробництва і термін придатності.

Вимоги Технічного регламенту України відносно правил маркування харчових продуктів у частині позначення їх терміну придатності відповідають вимогам ЄС за позначення кінцевої дати споживання і не відповідають вимогам МС, згідно з якими позначення дати виготовлення і кінцевої дати споживання є обов'язковим.

Споживачі України переважно підтримують позначення на маркуванні дати виробництва продукції та терміну зберігання, адже, на їх думку, це забезпечує право споживача на повну і достовірну інформацію про продукт. Споживачі країн Європейського Союзу не заперечують проти позначення в часових характеристиках зберігання продукції лише кінцевої дати споживання. Така думка споживача сформувалася на основі довіри як до виробника продукції, так і закладів торгівлі.

**Таблиця.**

**Приклади допустимого позначення терміну придатності в маркуванні у країнах ЄС, Республіці Білорусь (Митний Союз) та Україні**

Дата виробництва продукту — 13.06.2013, час — 15:00.

Продукт та термін його придатності	Обов'язкові вимоги до маркування		
	Європейський Союз	Україна	Республіка Білорусь (Митний Союз)
<b>Хліб, 48 годин</b>	Вжити до 15.06.2013	Вжити до 15.06.2013 <b>або</b> Дата виробництва — 15:00, 13.06.2013 Термін придатності — 48 годин	Дата виготовлення 15:00, 13.06.2013 Годен до 15:00, 15.06.2013 <b>або</b> Дата виготовлення 15:00, 13.06.2013 Годен 48 часів
<b>Майонез, 2 місяці</b>	Найкраще вжити до 13.08.2013	Вжити до 13.08.2013 <b>або</b> Дата виробництва — 13.06.2013 Термін придатності — 2 місяці	Дата виготовлення 13.06.2013 Годен до 13.08.2013 <b>або</b> Дата виготовлення 13.06.2013 Годен 2 місяця
<b>Цукерки, 6 місяців</b>	Найкраще вжити до 12.2013	Вжити до 12.2013 <b>або</b> Дата виробництва — 06.2013 Термін придатності — 6 місяців	Дата виготовлення 06.2013 Годен до 12.2013 <b>або</b> Дата виготовлення 06.2013 Годен 6 місяців

Українські споживачі звертають увагу, що недопустимим є позначення лише кінцевої дати споживання для таких продуктів, як хліб та молочні продукти, особливо в сучасних умовах, коли заклади торгівлі не завжди дотримуються умов зберігання.

Споживач, зазвичай, за датою виробництва оцінює органолептичні показники продукту, включаючи смак. А Технічні регламенти не передбачають опису смакових властивостей.

Зауважимо, що позначення дати виробництва не регламентується законодавством Європейського Союзу і не суперечить йому. Це мають враховувати виробники країн ЄС при експортуванні продукції в Україну.

**Висновок.** Для одночасного задоволення вимог регламентів України, Європейського Союзу і Митного Союзу, а також думки споживачів, доцільно тимчасові характеристики зберігання харчової продукції вказувати у вигляді: Дата виробництва..., Кінцева дата споживання....

Дослідження виконані у рамках Міжнародного наукового проекту 7-ої Рамкової програми досліджень і технологічного розвитку "NUTritional LABELing Study in Black Sea Region Countries (NUTRILAB)" FP7 — PEOPLE — 2012 — IRSES № 318946 — NUTRILAB.

## Література

1. Стефанов С., Стефанова Й., Дамянова С., Василева Н., Теличкун Ю., Теличкун В., Губеня А. (2013), Проблеми при реалізоване на інформаційна функція на упаковките, *University of Ruse "Angel Kanchev". Proceedings*, Vol.52, Book 10.2, P. 146–149.
2. Totorean A., Vinatu V., Gubenia O., Nicoara A. (2013), Comparison study between romanian and ukrainian labeling of food products. Social, nutritional and medical considerations, *Abstract book of the International Conference 'Integrated systems for agri-food production — sisteme integrate de productie SIPA 2013'. September 26–29, 2013*, P.16.
3. Маланчук Т. Державний контроль та нагляд за безпекою харчових продуктів // Правовий вісник Української академії банківської справи. — 2011. — № 2(5). — С. 45–49.
4. Telychkun V., Gubenia O., Telychkun Y. (2013), Labelling of foodstuffs in Ukraine, *The Second North and East European Congress on Food (NEEFood-2013): Book of Abstracts. — 26–29 May 2013*, P. 44.
5. Мнеріє Д., Шамцян М., Тіма О., Теличкун В. Інформація про термін придатності харчових продуктів на етикетці та її розуміння споживачем // Ресурсо- та енергоощадні технології виробництва і пакування харчової продукції — основні засади її конкурентоздатності : Матеріали III Міжнародної спеціалізованої науково-практичної конференції (9 вересня 2014 р.). — К., 2014. — С. 102–107.

## **Проблеми стану законодавства України про поводження з відходами**

*А.С. Сас, Т.Б. Шилович, к.т.н., НТУУ «КПІ», м. Київ*

Проблема накопичення твердих побутових відходів (ТПВ) є однією з найважливіших в Україні. Так, кожний українець щороку створює близько 220–250 кг ТПВ, а жителі великих міст — 330–380 кг, і ці обсяги постійно зростають на 20 % в рік. Основним методом знешкодження ТПВ залишається захоронення на полігонах [1]. Близько 4 % усіх побутових відходів спалюється на сміттєспалювальних заводах.

Для якнайшвидшого зменшення шкідливого впливу на довкілля та здоров'я людини, потрібно розробити низку законів, нормативно-правових актів чи, запозичивши досвід інших країн (країн ЄС), інтегрувати вже наявні директиви у власне законодавство.

На сьогоднішні основною законодавчою базою України при поводженні з відходами є закони: «Про відходи», «Про охорону навколишнього природного середовища», «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення», «Про поводження з радіоактивними відходами», «Про металобрухт», «Про житлово-комунальні послуги», «Про хімічні джерела струму», «Про ветеринарну медицину», «Про вилучення з обігу, переробку, утилізацію, знищення або подальше використання неякісної та небезпечної продукції» [2].

У чинному європейському законодавстві діє низка директив, що регулюють відносини щодо поводження з відходами (табл. 1). Відмінність від українського законодавства очевидна. Загалом політика європейських держав спрямована на:

- оптимізацію виробництва продукції;
- визначення та регламентацію рівня токсичності та небезпечності відходів;
- контроль за транспортним переміщенням відходів;
- встановлення обов'язків виробника відходів та права власності на відходи;
- сепарацію побутових відходів для утилізації чи перероблення окремих видів різноманітними способами;
- захоронення тільки тих відходів, які на нинішньому етапі розвитку науки і технологій неможливо утилізувати чи знешкодити.

Регулювання цих напрямів відбувається за рахунок різноманітних економічних методів та утвердження більш жорстких екологічних обмежень (викиди на сміттєспалювальних заводах, впровадження дренажних систем на полігонах) для заохочення підприємств, що надають послуги з вивозу та утилізації побутових відходів до більш ефективніших та екологічних способів їх перероблення.

**Таблиця 1.**  
**Законодавча база ЄС при поводженні з відходами**

<b>Основне законодавство про відходи</b>	<b>Операції поводження з відходами</b>	<b>Окремі види відходів</b>
<p>Директива про відходи 2008/98/ЄС</p> <p>Директива про небезпечні відходи 91/689/ЄЕС</p>	<p>Директива про спалювання відходів 2000/76/ЄС</p> <p>Директива про захоронення відходів на полігонах 99/31/ЄС</p>	<p>Директива про батареї та акумулятори 2006/66/ЄС</p> <p>Директива про упаковку і відходи упаковки 94/62/ЄС</p> <p>Директива про відходи електричного та електронного обладнання 2002/96/ЄС</p> <p>Директива про осаді стічних вод 86/278/ЄЕС</p> <p>Директива про управління відходами видобувної промисловості 2006/21/ЄС</p>

Директива про відходи 2008/98/ЄС [3] пройшла кілька етапів формування починаючи з 1975 р., основними напрямками її сьогодні є:

- запобігання утворенню відходів;
- надання переваги методам, які передбачають перероблення, а не спалювання; впровадження розширеної відповідальності виробника;
- аналіз життєвого циклу продукції;
- посилення економізації сфери відходів.

Аналогом в Україні вважається Закон України «Про відходи», прийнятий у 1998 р.. Розбіжності зазначених вище директив ЄС та Закону України та спостерігаються навіть у меті та предметі, так як вітчизняний визначає засади діяльності, що пов'язана із запобіганням утворенню відходів, їх збиранням, перевезенням, зберіганням, обробленням, утилізацією та видаленням, знешкодженням і захороненням, а також з відверненням негативного впливу відходів на довкілля та здоров'я людини. Також є розбіжності у класифікації відходів: у директиві ЄС їх поділяють на «побутові відходи», «небезпечні відходи», «інертні відходи» та «відходи, що не є небезпечними», тоді як в Україні тільки на «небезпечні» та «побутові». Невідповідність спостерігається і у визначеннях термінів. Так, у Європі «оброблення» — це об'єднання всіх

операцій з утилізації і видалення, включаючи підготовку до них, а згідно з Законом «Про відходи» «оброблення» (перероблення) відходів — це здійснення будь-яких технологічних операцій, пов'язаних зі зміною фізичних, хімічних чи біологічних властивостей відходів, з метою підготовки їх до екологічно безпечного зберігання, перевезення, утилізації чи видалення. «Небезпечні відходи» в українському законодавстві — це відходи, що мають такі фізичні, хімічні, біологічні чи інші небезпечні властивості, які створюють або можуть створити значну небезпеку для навколишнього природного середовища і здоров'я людини та які потребують спеціальних методів і засобів поводження з ними; в європейському — це відходи, які мають небезпечні властивості (Н1 – Н15) згідно з додатком III Директиви 91/689/ЄС про небезпечні відходи, також враховуються граничні концентрації небезпечних речовин (ст. 7 цієї ж директиви).

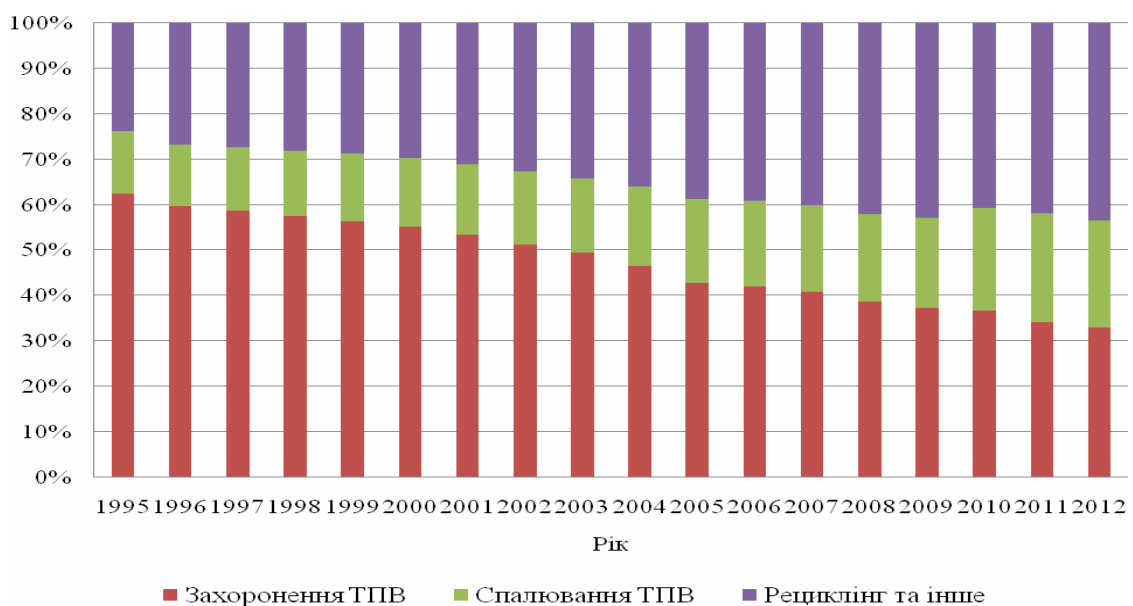
Директива про спалювання відходів 2000/76/ЄС [4] була прийнята в Брюсселі 2000 р. Її мета — попередження або обмеження негативного впливу на навколишнє середовище. Ця мета досягається за допомогою жорстких умов діяльності та технічних вимог шляхом введення низки обмежень викидів у повітря сміттєспалювальних об'єктів та шляхом виконання вимог Директиви про відходи.

Директива про захоронення відходів на полігонах 99/31/ЄС [5] від 26 квітня 1999 р., метою якої є: по-перше, зменшення кількості відходів та їх шкідливого впливу шляхом розвитку екологічно чистих технологій, що менше зашкоджують природним ресурсам; по-друге, надання переваг переробним методам, таким як повторне використання чи будь-яким іншим, у яких відходи переробляються у сировину для нових продуктів, а також використанню відходів як джерела енергії. В Україні відсутні закони, подібні до двох вказаних вище директив, що негативно впливає на розвиток вітчизняних технологій перероблення відходів чи впровадження вже наявних закордонних аналогів. Ще одним негативним наслідком є те, що в Україні немає обмежень щодо захоронення тих чи інших видів відходів, не встановлено чітких норм щодо спалювання сміття (наприклад, не достатньо уваги звернено на такі шкідливі речовини, як діоксини). Такого роду розбіжності у законодавствах яскраво відображаються в тарифах на утилізацію, що наведені в табл. 2 [6].

**Таблиця 2.**  
**Порівняльні показники тарифів на утилізацію ТПВ**

<b>Вид поводження з ТПВ</b>	<b>Європа, \$ за 1т</b>	<b>Україна, \$ за 1т</b>
• <i>захоронення на полігоні</i>	110	12
• <i>сміттєспалювання</i>	170	20

Директива про упаковку та відходи упаковки 94/62/ЄС націлена на зменшення впливу такого роду відходів на навколишнє середовище шляхом попередження їх утворення від упаковки, і на підставі додаткових основних принципів на заходи, спрямовані на повторне використання, перероблення та інші форми відновлення відходів упаковки і, як наслідок, скорочення обсягу кінцевої утилізації таких відходів. Було вироблено таку стратегію. З моменту імплементації цієї директиви в національне законодавство кожна країна повинна забезпечити протягом 5 років відновлення відходів упаковки в обсязі 50–65 % за масою. Розроблено систему ідентифікації; вимоги до виробництва і складу пакувального матеріалу — упаковка повинна відповідати всім своїм функціям за найменшої кількості використаного матеріалу та найменшому вмісті шкідливих речовин (для якнайменшого впливу при спалюванні чи захороненні); вимоги до упаковки, що використовується повторно. В Україні аналогом є ще не прийнятий законопроект «Про упаковку та відходи упаковки», що зареєстрований 28 січня 2013 р. Особливістю закону є те, що вперше на національному рівні вводиться роздільний збір та вводяться норми з утилізації і перероблення відходів упаковки (щорічне нормоване збільшення відсотку перероблення до 36 % за період 5 років з моменту прийняття закону). На рисунку показано співвідношення ТПВ у відсотках «рециклінг – спалювання – захоронення» в різні роки ведення статистики.



**Рисunek.** Відношення методів розміщення та утилізації ТПВ в країнах ЄС

Попри європейські тенденції щодо зниження утворення ТПВ, в Україні цей показник продовжує збільшуватись на фоні щорічного зменшення населення. Так, за останніми даними державної статистики [8] в 2012 р. було утворено на 14 % ТПВ більше ніж у попередньому році. Для України така тенденція негативна, адже основним методом поводження з відходами в Україні залишається захоронення на полігонах, більшість з яких переповнені і не

відповідають нормам, що може спричинити суттєвий вплив на довкілля та життя людини. Тому впровадження чи розроблення більш ефективної законодавчої бази у поводженні з відходами є сьогодні дуже актуальним питанням. На прикладі ЄС видно, що впроваджені директиви суттєво вплинули на розвиток альтернативних видів перероблення, що стало можливим завдяки підвищенню та впровадженню нових норм, вимог до традиційних методів (захоронення, спалювання), що, в свою чергу, спричинило підняття цін на тарифи на утилізацію.

## Література

1. *В Україні розлилося «сміттєве море»* [Електронний ресурс] // Україна комунальна : [сайт]. — Режим доступу: <http://jkg-portal.com.ua/ua/publication/one/v-ukrajin-rozlicosja-smtteve-more-28587>.
2. *Закон України «Про відходи»* [Електронний ресурс] // Офіційний веб-портал Верховної Ради України : [сайт]. — Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/187/98-%D0%B2%D1%80>.
3. *Директива ЄС про відходи 2008/98/ЄС* [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.menr.gov.ua/docs/activityadaptation/Table%20of%20Concordance%20Waste%20Framework.pdf>.
4. *Директива ЄС про спалювання відходів 2000/76/ЄС* [Електронний ресурс] // Офіційний веб-портал Верховної Ради України : [сайт]. — Режим доступу: [http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/994\\_942](http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/994_942).
5. *Директива ЄС про захоронення відходів на полігонах 99/31/ЄС* [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://ena.lp.edu.ua:8080/bitstream/ntb/10368/1/24.pdf>.
6. *Закон Київської міської ради «Про затвердження Програми поводження з побутовими відходами у м. Києві на 2010–2015 рр.»* [Електронний ресурс]. — Режим доступу: [http://kmr.ligazakon.ua/SITE2/1\\_docki2.nsf/alldocWWW/6BE77A603B2045E5C22577AD00686717?OpenDocument](http://kmr.ligazakon.ua/SITE2/1_docki2.nsf/alldocWWW/6BE77A603B2045E5C22577AD00686717?OpenDocument).
7. *Municipal waste generation and treatment, by type of treatment method* [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/tgm/graph.do?tab=graph&plugin=1&pcode=tsdpc240&language=en&toolbox=data>.
8. *Державна служба статистики* : [сайт]. — Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua>.

## **Застосування інформаційної системи для захисту пакування**

*Л.Ю. Крестьянполь, к.т.н., ЛНТУ, м. Луцьк*

Використання виробниками комбінації різних засобів захисту продукції, які були б надійними і одночасно недорогими, створило велику їх кількість, які можна об'єднати в системи захисту. У роботі розглянуто й проаналізовано найпоширеніші системи захисту та зроблено висновок, що вони є не завжди вдалим та достатньо обґрунтованими. Тому є необхідність створення методики оптимізаційного синтезу системи захисту, яка б надійно захищала продукцію від фальсифікації та суттєво не збільшувала її вартість.

З розвитком інформаційних технологій було розроблено наукові засади оптимізаційного синтезу системи захисту алкогольної продукції, які дають змогу мінімізувати випадки її фальсифікації [1]. Одним із таких напрямів є використання інформаційних технологій для керування процесом обігу продукцію на основі впровадження автоматизованої системи обліку, обігу і захисту для зберігання та оброблення інформації про алкогольну продукції [2]. Вдосконалена система дає можливість включити в обіг контролю інформаційні дані з податкових органів [3, 4].

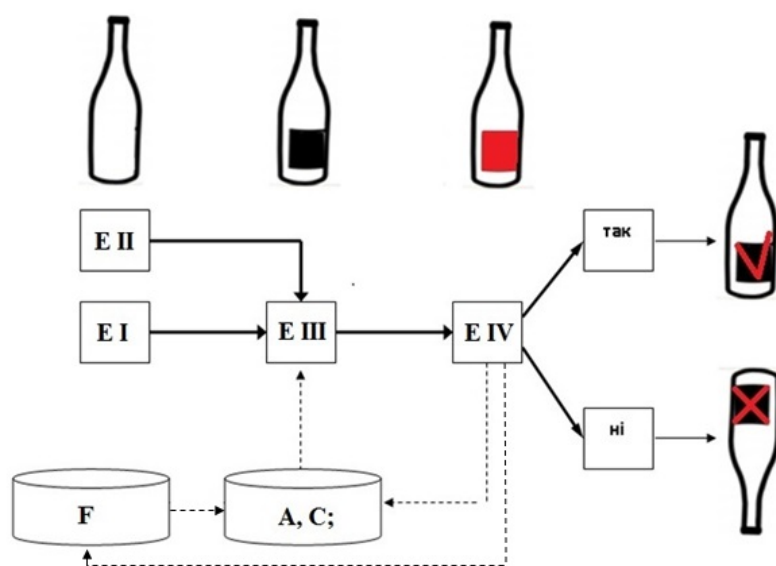
Спосіб ідентифікації і захисту продукції здійснюється шляхом маркування одиниці продукції радіочастотною міткою, в яку вводиться ідентифікаційний інформаційний код. Перевірка легальності продукції відбувається шляхом зчитування цього коду з мітки та порівняння його з кодом, що міститься у базі даних, яка зв'язана з інформаційними даними податкових органів (рис. 1). Тобто бази даних виробника, торговельних закладів й органів митного контролю приєднані до генератора ідентифікаційних інформаційних кодів одиниці продукції податкових органів через систему управління базами даних. Результат перевірки легальності продукції передається на індикатор достовірності, що сприймається під час її реалізації.

Функціональна схема комплексного процесу ідентифікації і захисту одиниці продукції складається з чотирьох етапів (рисунок).

Етап **Е I** — це виробництво продукції, на якому відбувається її виготовлення товарів. Етап **Е II** — це розмитнення продукції, яка надходить з-за кордону. На третьому етапі **Е III** здійснюється маркування одиниці продукції радіочастотною міткою з ідентифікаційним інформаційним кодом, який отримано з бази даних генератора ідентифікаційних інформаційних кодів **Г**, виготовленої на етапі **Е I** та розмитненої на етапі **Е II** продукції, і передано до бази даних виробника **А** та бази даних митного посту **С**. Генератор ідентифікаційних інформаційних кодів **Г** одиниці продукції створюють при базі даних податкових органів.

На етапі **Е IV** здійснюється контроль легальності продукції шляхом зчитування інформаційного коду з радіочастотної мітки та порівняння з базовим кодом, що видається базою даних генератора ідентифікаційних інформаційних кодів **Г**. При позитивному контролі легальності (**ТАК**) виготовлена продукція реалізується. У випадку не підтвердження легальності продукції (**НІ**), тобто не

відповідності інформаційного коду на радіочастотній мітці з базовим кодом, виготовлена продукція не може реалізуватися [5].



**Рисунок.** Функціональна схема комплексного процесу ідентифікації і захисту одиниці продукції

При цьому бази даних виробника, торговельних закладів та органів митного контролю з'єднують між собою інформаційною мережею.

Зазначений вище спосіб дає змогу здійснювати контроль на всіх етапах та ланках просування та розповсюдження продукції, а також безпомилково підтверджувати легальність виготовленої продукції під час її реалізації.

## Література

1. *B. Palchevskyi.* The development of the automated system for accounting and packing of turnover for the protection of alcohol products on the basis of the use of RFID technology / B. Palchevskyi, L. Krestyanpol // Technological complexes. Scientific journal. — № 2(8). — Lutsk: LNTU, 2013. — P. 76–79. — ISSN 2304-4519.
2. *Крестьянполь Л.Ю.* Інформаційні технології в проектуванні системи захисту алкогольної продукції / Л.Ю. Крестьянполь // Наукові нотатки. Міжвузівський збірник. — Вип. № 42. — Луцьк: ЛНТУ, 2013. — С. 134–140.
3. Заявка на видачу патенту за заявленим № у 2014 11601, від 27.10 2014, Україна, МКВ 8 G 06 K 5/00, G 06 F 17/40. Спосіб ідентифікації і захисту одиниці продукції / Крестьянполь Л.Ю., заявл. 27.10.2014. (автору належить формулювання формули винаходу та загальна концепція технічного рішення).

4. *Пальчевський Б.О.* Інформаційні технології проектування технологічного устаткування : Монографія / Б.О. Пальчевський. — Луцьк: Луцький НТУ, 2012. — 572 с.
5. *Пальчевський Б.О.* Застосування інформаційних технологій в оптимізаційному синтезі захисної системи пакування алкогольної продукції / Л.Ю. Крестьянполь // Технологічні комплекси. Науковий журнал. — Вип. № 1(9). — Луцьк: ЛНТУ, 2014. — С. 167–170.
6. *Крестьянполь Л.Ю.* Аналіз засобів захисту товарів від фальсифікації / Л.Ю. Крестьянполь, О.А. Крестьянполь // Наукові нотатки. Міжвузівський збірник. — Вип. 23. — Луцьк: ЛНТУ, 2008. — С.146–151.

## Особливості формування відбитків зі сталими характеристиками на пакувальній продукції

К.І. Золотухіна, О.М. Величко, д.т.н., НТУУ «КПІ», м. Київ

Характеристикою стабільності отримання якісного відбитка, зокрема й на матеріалах для пакувальної продукції, можна вважати рівномірність нанесення фарби на задруковуваний матеріал (ЗМ), тобто стабільність оптичної густини та інтенсивності фарби по всій площині відбитка. Зазвичай, неунормоване значення оптичної густини на відбитку можна отримати на початку (клапан) та у кінці (хвіст) аркуша. Відповідно, показник нормованої оптичної густини на відбитку можна відновлювати шляхом регулювання в'язкості та цільових добавок до композиційного складу фарби та підбору фарби до задрукованого матеріалу.

Для проведення дослідження було розроблено модельні зразки фарб з поелементним складом, що різнився кількістю поверхнево-активних речовин, олігомерних складників та спеціалізованих добавок для забезпечення рівномірності нанесення, однорідності поверхні відбитка, стабільності колірних характеристик відбитків, отриманих офсетним способом друку та для формування відбитків зі сталими характеристиками на пакувальній продукції впродовж всього накладу.

Використовуючи кількісні показники точності і стабільності технологічного процесу, можна записати [1]:

$$S_T = \frac{\sum_1^N t_i}{N_{D_{\text{відб.}}^{\text{неунорм}}}} \quad (1)$$

де,  $S_T$  — характеристика стабільності системи;  $N_{D_{\text{відб.}}^{\text{неунорм}}}$  — кількість відбитків з неунормованим значенням оптичної густини за час  $t_i$ ;  $t_i$  — час друкування одного відбитка.

Регулюючи чинники впливу на технологічне середовище та визначаючи показник точності і стабільності технологічного процесу, можна встановити оптимальне співвідношення чинників для отримання якісних показників відбитків. На основі виробничих випробувань та за формулою (1) було розраховано коефіцієнт стабільності системи технологічного середовища друкарського контакту, значення якого для стандартного процесу репродукування офсетним способом складає  $S_T=0...10$  %. Однак, регулюючи складники технологічного середовища, можна збільшити цей показник до 80 %, тим самим підвищити стабільність процесу і забезпечити головну його мету — унормоване кольоровідтворення.

Показник оптичної густини  $D_{\text{відб.}}(t)$  характеризує якість технологічного процесу друкування і є функцією низки параметрів, зокрема шорсткості задрукованого матеріалу за параметром  $R_a$ , товщини шару фарби на задрукованому матеріалі,  $h_{\text{ЗМ}}$ . Тоді залежність між показниками і параметрами процесу записується в загальному вигляді [1–4]:

$$D_{\text{відб}}(t) = f(R_a, h_{3M})(t) \quad (2)$$

Функціональна залежність визначається фізико-хімічними законами, які діють під час процесу друкування. Для узгодження розмірностей функціональна залежність має містити відповідні узгоджувальні розмірні коефіцієнти:

$$D_{\text{відб}} = K \cdot R_a^\alpha \cdot h_{3M}^\gamma, \quad (3)$$

де  $K$  — відповідний узгоджувальний коефіцієнт.

При логарифмуванні та диференціюванні рівняння отримано вираз:

$$\frac{dD_{\text{відб}}}{D_{\text{відб}}} = \alpha \frac{dR_a}{R_a} + \gamma \frac{dh_{3M}}{h_{3M}}, \quad (4)$$

який зв'язує відносну похибку показника оптичної густини з похибкою кожного з параметрів. Переписавши рівняння в формі виразу для диференціалу та підставивши вираз для похідної і перейшовши від диференціалів до кінцевих приростів, виведено рівняння зв'язку між похибкою показника якості і похибками параметрів, які на нього впливають:

$$\Delta D_{\text{відб}} = \frac{\partial D_{\text{відб}}}{\partial R_a} \Delta R_a + \frac{\partial D_{\text{відб}}}{\partial h_{3M}} \Delta h_{3M} \quad (5)$$

Отримана формула дає можливість підрахувати максимально можливе відхилення показника  $\Delta D_{\text{відб}}$  при максимальних відхиленнях параметрів  $\Delta R_a$ ,  $\Delta h_{3M}$  та спрогнозувати стабільність кольоровідтворення залежно від якості поверхні задрукованого матеріалу та товщини шару фарби на ньому.

Користуючись формулою (5), підраховано відхилення показника  $\Delta D_{\text{відб}}$  для класичного ведення процесу та корегованого технологічного середовища друкарського контакту (таблиця), які показують, що найбільшу точність і технологічну стабільність забезпечує процес з використанням корегованого технологічного середовища.

**Таблиця.**

**Значення відхилення показника  $\Delta D_{\text{відб}}$**

Тип ЗМ	$\frac{\Delta R_a}{R_a}$	$\frac{\Delta h_{3M}}{h_{3M}}$	$\frac{\Delta D_{\text{відб}}}{D_{\text{відб}}}$
<i>Класичне технологічне середовище</i>			
Пористий ЗМ	0,02	0,29	0,29
Невсотувальний ЗМ	0,01	0,46	0,46
<i>Кореговане технологічне середовище</i>			
Пористий ЗМ	0,02	0,22	0,22
Невсотувальний ЗМ	0,01	0,28	0,28

## Література

1. Батюшко А.Л. Точность и надежность технологических процессов в полиграфии / А.Л. Батюшко. — М.: Книга, 1975. — 100 с.
2. Гуревич М.М. Оптические свойства лакокрасочных покрытий / М.М. Гуревич, Э.Ф. Ицко, М.М. Середенко. — Ленинград: Химия, 1984. — 120 с.

3. Якущевич С., Огірко І. Дифузія фарби в папір під тиском друкарського контакту // Комп'ютерні технології друкарства. — Львів: УАД. — 2002. — № 7. — С. 211–215.
4. Могинов Р.Г. Экспериментальная проверка влияния шероховатости запечатываемого материала на равномерность оттиска / Р.Г. Могинов, Р.А. Амосов, О.Ю. Затула // Известия высших учебных заведений. Проблемы полиграфии и издательского дела. — 2011. — № 4. — С. 44–52.

## **Evolution of european directives on food labeling issue**

*D. Mnerie<sup>1</sup>, L. Gaceu<sup>2</sup>, Y. Telychkun<sup>3</sup>, M. Shamtsyan<sup>4</sup>, A. Birca<sup>5</sup>, Y. Petrova<sup>6</sup>*

*<sup>1</sup>Politehnica University of Timisoara, Romania*

*<sup>2</sup>Transilvania University of Brasov, Romania*

*<sup>3</sup>National University of Food Technologies, Kiev, Ukraine*

*<sup>4</sup>Technological Institute, Sankt Petersburg, Federation of Russia,*

*<sup>5</sup>Technical University of Moldova, Chisinau, Republic of Moldova*

*<sup>6</sup>Donetsk National University of Economics and Trade named "Mykhayilo Tugan-Baranovskii", Donetsk, Ukraine*

After 1990 increased concerns of Europe to regulate food labeling to ensure greater guarantees of the foodstuff consumption. Thus, there has been the Council Directive, (1990), 90/496/EEC of 24 September 1990, *on nutrition labelling for foodstuffs*.

Then, while it was noted several aspects uncontrollable on the market. Thus after 2000 were intensified the regulations in this regard. The Directive (2000), 2000/13/EC of the European Parliament and of the Council of 20 March 2000 is on the approximation of the laws of the Member States relating to the labelling, presentation and advertising of foodstuffs.

In 2003, the World Health Organization (WHO) presented the report with the title *Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases, "Report of the WHO/FAO Joint Expert Consultation"*.

After that the Regulation 1924/2006 contains information on nutrition and health claims made on foods and harmonizes the provisions laid down by law, regulation or administrative action in Member States which relate to nutrition and health claims in order to ensure the effective functioning of the internal market whilst providing a high level of consumer protection. This Regulation is referring to nutrition and health claims made in commercial communications, whether in the labeling, presentation or advertising of foods to be delivered as such to the final consumer.

On 19 January 2007 a Regulation EC No.1924/2006 on nutrition and health claims (hereafter "the Regulation"), establishing the first fully harmonized regime on the use of nutrition and health claims made on foods in the European Union became law. Article 4 of the Regulation foresees that the Commission shall establish specific nutrient profiles, including exemptions, which foods or certain categories of foods must respect in order to bear nutrition or health claims. These nutrient profiles shall be established through the Regulatory Committee procedure and following consultation of the European Food Safety Authority (EFSA).

For example, the adoption of nutrient profiles as a criterion for permitting products to make claims is an innovative step that aims to benefit both the consumers and the food manufacturers by ensuring that claims do not mask the overall nutrient content of the products and encouraging manufacturers to improve the nutritional quality of their products. This should favor the development of products whose composition helps consumers to follow current scientific advice, as to the overall nutrient balance to be aimed at day by day. This in turn is expected to help stem the increasing levels

of obesity and of non-communicable diseases that today are of major public health concerns.

Regulation 1333/2008 harmonizes the use of food additives in foods in the Community. This includes the use of food additives in foods covered by Council Directive 89/398/EEC of 3 May 1989 on the approximation of the laws of the Member States relating to foodstuffs intended for particular nutritional uses and the use of certain food colors for the health marking of meat and the decoration and stamping of eggs. It also harmonizes the use of food additives in food additives and food enzymes thus ensuring their safety and quality and facilitating their storage and use.

In accordance with the Regulation EC No.1924/2006, the term “nutrient profile” refers to the nutrient composition of a food or diet. “Nutrient profiling” is the classification of foods for specific purposes based on their nutrient composition. In this opinion, the purpose is solely for the regulation of nutrition and health claims made on foods.

The setting of nutrient profiles is the responsibility of EU risk managers and ultimately, not all foods will be eligible to carry nutrition and health claims. EFSA has set up in co-operation with the Member States and the food industry, a specific food composition database (around 500 foods identified) that will be utilized by risk managers to evaluate various nutrient profiling schemes and to set the profiles which will determine which foods are eligible to bear nutrition and/or health claim.

In addition, the lack of uniform data for food composition and food consumption across the EU, as well as differences in nutrient intake recommendations and food based dietary guidelines between Member States, makes it more difficult to set nutrient profiles at EU level than at national level.

The Panel on *Dietetic Products, Nutrition and Allergies* (NDA) emphasizes in its opinion the scientific limitations inherent in the use of nutrient profiles to classify foods as eligible to bear claims and the need for expert judgment to be applied, but it should be clear that the “recipients” of such claims are not scientists and that it is essential however that the total number of nutrients included would have to be limited to avoid overly complex nutrient profiles. The basis for expert judgments needed to address such limitations should be transparent in order to avoid variable outcomes.

On 26<sup>th</sup> February 2008, the NDA Panel of EFSA delivered a scientific advice to assist to assist the European Commission and Member States in defining nutrient profiles for food bearing nutrition and health claims (EFSA, 2008a). Nutrients such as saturated, unsaturated, trans-fatty acids, sodium, dietary fiber, sugar content, energy density and total fat are all to be considered in the choice of nutrients in the “nutrient profiles” to be established by the Commission by 19<sup>th</sup> January 2009, EFSA’s NDA Panel confirmed last year.

There is evidence that, for a number of nutrients and food groups, a dietary imbalance can increase the risk of obesity and diet-related diseases (e.g. cardiovascular disease, cancer, diabetes mellitus, osteoporosis and dental disease) that are of importance for public health in the EU.

The public health importance of these nutrients and foods for European populations has also been identified in science based nutrient intake recommendations and food based dietary guidelines from national and international agencies. For a number of nutrients and foods (total fat, saturated, unsaturated and trans fatty acids, protein, carbohydrates, sugars, dietary fiber, salt, fruit and vegetables), population intake goals that have been established in a number of Member States are generally consistent (but not uniform), and aimed at the prevention of major diet-related public health problems in Europe.

The Authority adopted a scientific opinion on 9 July 2009 on data requirements for the evaluation of food additive applications. This data should be provided when an application for the use of a new food additive is submitted. In case of an application for a modification of the conditions of use of an already authorized food additive or for a modification of the specifications of an already authorized food additive, the data required for risk assessment may not be required, as long as this is justified by the applicant.

The new EU Regulation 1169/2011 on the provision of food information to consumers changes existing legislation on food labelling including:

- Mandatory nutrition information on processed foods;
- Mandatory origin labelling of unprocessed meat from pigs, sheep, goats and poultry;
- Highlighting allergens e.g. peanuts or milk in the list of ingredients;
- Better legibility i.e. minimum size of text;
- Requirements on information on allergens also cover non pre-packed foods including those sold in restaurants and cafés.

Regulation 1169/2011 contains information on the provision of food information to consumers, like:

Mandatory food information: \*Content and presentation, \*Weights and measures, \*Availability and placement of mandatory food information, \*Presentation of mandatory particulars, \*Language requirements, \*Name of the food, \*List of ingredients, \*Labelling of certain substances or products causing allergies or intolerances, \*Quantitative indication of ingredients, \*Net quantity, \*Minimum durability date, 'use by' date and date of freezing, \*Storage conditions or conditions of use, \*Country of origin or place of provenance, \*Instructions for use, and also: Voluntary food information, like: information on the possible and unintentional presence in food of substances or products causing allergies or intolerances; information related to suitability of a food for vegetarians or vegans; the indication of reference intakes for specific population groups. Also, at the end of this regulation there are specific mentions for different types of products.

Regulation 432/2012 din 16 May 2012 is referring at the establishing a list of permitted health claims made on foods, other than those referring to the reduction of disease risk and to children's development and health.

## References

1. *Gaceu L., Gadei G., Oprea O.B.*, (2014) Methodology for analyzing EU-conform label information content of meat products in Romania, *Journal of Agricultural Informatics*, P. 1–6, 2014, Vol. 1, No. 4, Publisher: Hungarian Association of Agricultural Informatics (HAAI), ISSN: 2061-862X.
2. *Gaceu L., Gadei G., Oprea O.B.*, (2013), Nutrilab Project — short review upon investigation methodology, *Agricultural Informatics 2013 International Conference*, 8–9 November 2013, Debrecen, Hungary, Proceedings, P. 1–6.
3. *Gaceu L.*, (2013), Preliminary research regarding the development of a methodology for investigating the information content of the labels of meat products from Romania, in accordance with European Legislation.

## Acknowledgement

The study was performed in an international mobility supported by FP7-PEOPLE-2012-IRSES, 318946 — NUTRILAB, NUTritional LABELing Study in Black Sea Region Countries project.

## **Evolution of package legislative regulations in the Black Sea area countries**

*D. Mnerie<sup>1</sup>, L. Gaceu<sup>2</sup>, V. Telychkun<sup>3</sup>, M. Shamtsyan<sup>4</sup>, A. Birca<sup>5</sup>, Y. Petrova<sup>6</sup>*

<sup>1</sup> *Politehnica University of Timisoara, Romania*

<sup>2</sup> *Transilvania University of Brasov, Romania*

<sup>3</sup> *National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine*

<sup>4</sup> *Technological Institute, Sankt Petersburg, Federation of Russia,*

<sup>5</sup> *Technical University of Moldova, Chisinau, Republic of Moldova*

<sup>6</sup> *Donetsk National University of Economics and Trade named “Mykhailo Tugan-Baranovskyi”, Donetsk, Ukraine*

With the UE enlargement the countries of the Black Sea region have passed to the establishing own laws largely aligned to the European directives. It were followed the legislative regulations developed in Romania, Bulgaria, Ukraine, Moldova and Russia.

Russian Federation began in 1992 with a law about food labeling completed in 2013. Also the legislation was supplemented by two other laws in 2003 and 2011.

Ukrainian labeling legislation included, in principal 4 laws: no.771/97BP/1997, No. 4004-12/2002, No.3161-IV/2005 and No.487/2010, in majority aligned at the European directives.

Bulgarian labeling legislation content also 4 laws: No.106/2000, 341/2000, 102/2003, and 119/2012.

In according with the Parliament, is in function Law of the Republic of Moldova nr. 78 as of 18.03.2004 “On foodstuffs”, *labeling* (marking) is any words, trademarks, registered trademarks, signs, elements drawn or written, stamped, embossed or printed on, or attached to a container with foodstuffs and positioned on any packaging, accompanying document, notice, label, band or flange, which is accompanying or is referring to such foodstuff. In the Republic of Moldova confectionery product labeling is performed in accordance with the Law nr. 420-XVI as of December 22 2006 “*On technical regulatory activity*” (Monitorul Oficial of the Republic of Moldova, 2007, nr. 36–38, art. 141), with subsequent amendments and additions, the Law nr. 78-XV as of March 18, 2004 “*On foodstuffs*” (Monitorul Oficial of the Republic of Moldova, 2004, nr. 83–87, art. 431) and Law nr. 105-XV as of March 13, 2003 “*On consumer protection*” (Monitorul Oficial of the Republic of Moldova, 2003, nr. 126–131, art. 507), with subsequent amendments and additions, which was approved by the Government decision Nr. 204 as of 11.03.2009 with respect of approving the technical Regulation „*Confectionery products*” (Monitorul Oficial of the Republic of Moldova, 2009, nr. 57–58, art. 254), date of entry into force: 01.06.2010 (Hotărîre de Guvern, 2009), (Hotărîre de Guvern, 2011). Confectionery product labeling is performed in accordance with the Government Decision nr. 996 as of August 20, 2003 “*About approval of Regulations on labeling of foodstuffs and Regulations on labeling of means household chemicals*” (Monitorul Oficial of the Republic of Moldova, 2003, nr. 189–190, art.1046).

Romanian labeling legislation: included 3 principals regulations: no.106/2002 — on the food products labelling, No 150/2004 — on the food safety and food for animals,

and No. 685/2009 — for modification of Regulation No 106/2002 on food products labelling. Also are in function a lot of norms in relation with food labeling, in according with European directives.

The setting of nutrient profiles should be undertaken bearing in mind the concept of better regulation. As such the exercise should meet a number of criteria such as feasibility, simplicity, ease of use by all the stakeholders and by the controlling authorities while protecting at the same time the interests of the consumers.

The European Commission proposed to make nutrition information on front-of-pack mandatory on nearly all processed foods for most food and drinks. Nutrition information has to be provided to support any nutrition or health claim made in relation to a product. Also, in line with the Regulation on the addition of vitamins and minerals and certain other substances to foods, nutrition information has to be provided if vitamins and minerals have been voluntarily added to the food.

As food labels can have an important role in risk communication, also a huge influence on consumers' purchasing decisions, it is essential to take due account also of the nutrition aspects dealing with meat and meat products further and/or simultaneous to the ongoing general labeling proposal.

## References

1. *Oprea O.B., Gaceu L., Gadei G.*, (2013), Investigation methodology about labels information content of the meat products from Romania, in accordance with European Legislation, *Agrárinformatika 2013 Nemzetközi Konferencia / Agricultural Informatics International Conference*, P. 7–11, (2013)/
2. *Popovici, C., Mija, N. Birca, A., Iatco I.*, (2013), Compliance with labeling legislation of the Republic of Moldova in the field of confectionery products, *Acta Universitatis Cibiniensis, Series E: FOOD TECHNOLOGY* DOI: 10.2478/auaft-2013-0013, Vol. XVII (2013), no. 2, P. 61–67.
3. *Stefanova Y., Stefanov S., Antova G.*, (2014), Do young people understand the information on Food Labeling?, *Journal of EcoAgriToursim*, Vol. 10, no. 1/2014, P. 129–132.
4. *Szajkowska A.*, (2009) From mutual recognition to mutual scientific opinion? Constitutional framework for risk analysis in EU food safety law. *Food Policy*, 34 (6), P. 529–538.
5. World Health Organization, (2013), *World Health Statistics 2013*, WHO Press.

## Acknowledgement

The study was performed in an international mobility supported by FP7-PEOPLE-2012-IRSES, 318946 – NUTRILAB, NUTritional LABELing Study in Black Sea Region Countries project.

## **Legislative regulations on food labeling**

*D. Mnerie<sup>1</sup>, L. Gaceu<sup>2</sup>, O. Gubenia<sup>3</sup>, M. Shamtsyan<sup>4</sup>, A. Birca<sup>5</sup>, Y. Petrova<sup>6</sup>*

*<sup>1</sup>Politehnica University of Timisoara, Romania*

*<sup>2</sup>Transilvania University of Brasov, Romania*

*<sup>3</sup>National University of Food Technologies, Kiev, Ukraine*

*<sup>4</sup>Technological Institute, Sankt Petersburg, Federation of Russia,*

*<sup>5</sup>Technical University of Moldova, Chisinau, Republic of Moldova*

*<sup>6</sup>Donetsk National University of Economics and Trade named "Mykhayilo Tugan-Baranovskii", Donetsk, Ukraine*

In last period, the food technologies became more complex. The processing of natural products for the food consumption is intensive type based on the spectacular progress of the sciences. Also, the possibilities for evaluating the quality of food were developed. The food consumed is more appreciated as an assimilated substance in the body that may have a positive or negative role for consumer health. Wishing producers to increase the preservation level of the food with reduced costs, or for to create food a more attractive, it using a variety of substances that can be dangerous for some people, increasing the risk of the consumer. This risk increases also due to low communication level about the food content, between producer and consumer. In this case the risk of the food consumption came from the:

- Quality of the resources from agriculture,
- Food technologies applied,
- Additional substances used,
- Risk communications.

For that, the European Parliament gave a lot of the Directives, in all countries there are many specific laws. The structure and the content of the food labeling are in a direct relation with a big influence on the communication food producers-consumers. The food labeling is a form of the risk communication regarding the food consumption.

Risk communication occurs in many different contexts and both research and experience suggest that different risk communication strategies are appropriate for these different contexts. Although there are many similarities, the strategies needed during a food safety emergency differ in many respects from strategies needed to engage the public in dialogue about risks and benefits of new food technologies, and from those for communicating about chronic low-level food-related risks.

The NUTRILAB project (NUTritional LABELing Study in Black Sea Region Countries), means a multidisciplinary and comparative Joint Exchange program will can identify and examine how nutritional labeling in European countries and out of Europe can influence on health and welfare of population. Health professionals agree that the relationship between diet and health is important. The eating habits can help or hurt our overall health and well-being. Good eating habits include being a smart shopper and selecting foods that reflect the Dietary Guidelines. The food label was designed to help people choose foods for a healthful diet. By using the food label, it

can compare the nutrient content of similar foods, see how foods fit into our overall diets, and understand the relationship between certain nutrients and diseases.

For to get a clearer perspective on the evolution of the report food-health of populations in the Black Sea area countries, a survey was conducted on the package legislative governing the labeling of foods made in the last 10 years in these countries, in line with European directives.

The dynamics of the labeling legislation is continuous with the real purpose food security of Europeans and beyond. Now there are a lot of new directives and binding rules on food market.

On 17 December 2013, the Commission adopted a report for the European Parliament and the Council regarding the mandatory indication of the country of origin or place of provenance for meat used as an ingredient COM(2013)755. The Commission report is accompanied by a Commission Staff Working Document — "Origin labelling for meat used as an ingredient: consumers' attitude, feasibility of possible scenarios and impacts", — SWD(2013)437, which provides detailed information underpinning the findings of the Commission report.

Both the Commission report and the accompanied Commission Staff Working Document are mainly based on the results of an external study commissioned by DG SANCO by the Food Chain Evaluation Consortium (FCEC), titled "Study on the application of rules on voluntary origin labelling of foods and on the mandatory indication of country of origin or place of provenance of meat used as an ingredient".

The new law combines 2 Directives into just 1 regulation:

- 2000/13/EC — labelling, presentation and advertising of foodstuffs;
- 90/496/EEC — nutrition labelling for foodstuffs.

By 13 December 2013, the Commission must:

- Adopt implementing acts on the mandatory indication of country of origin or place of provenance for unprocessed meat of swine, poultry, sheep and goats after an impact assessment. The Commission has commissioned an external study to do so.
- The Commission Regulation (EU) No 1337/2013 has been adopted setting out the modalities for mandatory origin labelling for unprocessed meat from pigs, sheep, goats and poultry. The new rules are applicable as of 1 April 2015.
- Adopt implementing acts on the application of "voluntary origin" labeling of foods after an impact assessment. The Commission has commissioned an external study on the application of rules on "voluntary origin" labeling of foods and on the mandatory indication of country of origin or place of provenance of meat used as an ingredient.

By 13 December 2014, the Commission must submit reports to the European Parliament and the Council regarding the mandatory indication of the country of origin or place of provenance for the following foods:

- Types of meat other than beef, swine, sheep, goat and poultry;
- Milk and milk used as an ingredient in dairy products;
- Unprocessed foods;

- Single ingredient products;
- Ingredients that constitute over 50 % of a food.

Concerning unprocessed foods, single ingredient products and ingredients that constitute over 50 % of a food, the Commission has commissioned an external study. Many considerations for effective risk communication, especially those involving the public, can be grouped in a sequence following the systematic approach of the risk communication process. This starts with gathering background and needed information, followed by the preparation and assembly of the message and its dissemination and distribution, with a follow-up review and evaluation of its impact. Specific rules apply if information is repeated on the front of the pack, which can be the content of energy alone or in combination with fat, saturates, sugar and salt. In such cases, the energy value must be presented in absolute amounts per 100g (ml) and additionally may be expressed per portion. The new regulation maintains the requirement to display energy in both kilojoules (kJ) and kilocalories (kcal) per 100g (ml) (there are 4.2 kJ in each kcal). When this information is declared for a portion or unit (e.g. amount per biscuit), the size of a portion/unit must be indicated, in conjunction with the number of portions or units contained in the package.

For the majority of food packaging labels, a minimum font size of 1.2 mm is required for all mandatory food information. Smaller packaging (with a largest surface below 80cm<sup>2</sup>) has a smaller minimum font size requirement (0.9 mm). Additionally, voluntary information (e.g. slogans or claims) must not be presented in a manner that impinges on the presentation of mandatory information.

A number of foods have been established as responsible for the majority of allergic reactions to foods. If they are present in the food, they must be clearly displayed and highlighted in the list of ingredients. Requirements on the provision of information concerning allergens also cover non-pre-packed foods, including those sold in restaurants and cafés.

Mandatory food information will be required to appear in a language easily understood by consumers. Additionally, the Member States in which a food is marketed may stipulate that the information is given in one or more languages from among the official EU languages.

When food is sold by means of ‘distance communication’ (e.g. internet or catalogues), the mandatory information present on the label must be made available before the purchase is concluded. This information must also be displayed on any material supporting the distance selling or provided through other appropriate means (e.g. webpage or catalogue).

All pre-packed food products sold within the EU must display nutrition information in accordance with the new rules within three years of their formal adoption where this is already provided, i.e. by December 2014. However, if no nutrition information has been provided, the obligation to meet the new legal requirements will not become mandatory until five years after the formal adoption, i.e. December 2016.

It is necessary to mention all details about food intolerance risks.

The Regulation requires that the setting of nutrient profiles should take into account the dietary role and importance of food groups and their contribution of nutrients to the overall diet of the population (or specific population groups). Food groups with important dietary roles include vegetable oils, spreadable fats, dairy products, cereals and cereal products, fruits. The use of nutrient profiles aims to avoid a situation where nutrition or health claims could mislead consumers as to the overall nutritional quality of a food product when trying to make healthy choices in the context of a balanced diet.

Public Consultation on Guidelines relating to the provision of information on substances or products causing allergies or intolerances as listed in Annex II of Regulation (EU) No 1169/2011 on the provision of food information to consumers. The last date for making a contribution is 04 January 2015. This consideration relates in particular to nutrients for which there is evidence of a dietary imbalance in EU populations that might influence the development of overweight and obesity or diet-related diseases such as cardiovascular disease or other disorders; they include nutrients that might be consumed to excess, as well as those for which intake might be inadequate.

The NDA Panel considers that a nutrient profile for food in general with exemptions from this general profile, if necessary, for a limited number of food groups that have important dietary roles might overcome the main disadvantages of these two types of schemes.

To ensure better health of populations is required a complex legislation for a food market discipline. This will determine a reduction of the food risk. By improving the food labeling system will improve the existing risk communication, resulting a more accurate and effective communication between producer and consumer.

## References

1. Gaceu L., Gadei G., Oprea O.B., (2014) *Methodology for analyzing EU-conform label information content of meat products in Romania*, Journal of Agricultural Informatics., P. 1–6, 2014 Vol. 1, No. 4, Publisher: Hungarian Association of Agricultural Informatics (HAAI), ISSN: 2061-862X.
2. Gaceu L., Gadei G., Oprea O.B., (2013) *Nutrilab Project — short review upon investigation methodology*, Agricultural Informatics 2013 International Conference, 8–9 November 2013, Debrecen, Hungary, Proceedings, P. 1–6.
3. Gaceu L., (2013), *Preliminary research regarding the development of a methodology for investigating the information content of the labels of meat products from Romania*, in accordance with European Legislation.
4. Hotărâre de Guvern, (2011) *Pentru aprobarea Regulamentului sanitar privind mențiunile nutriționale și de sănătate înscrise pe produsele alimentare*. HG nr. 196 din 25.03.2011. Monitorul Oficial al RM, 2011, nr. 46–52, art. 229. în vigoare: 01.07.2011.
5. Oprea O.B., Gaceu L. Gadei G., (2013) *Investigation methodology about labels information content of the meat products from Romania, in accordance*

- with European Legislation*, Agrárinformatika 2013 Nemzetközi Konferencia / Agricultural Informatics International Conference, P. 7–11.
6. Popovici C., Mija N., Birca A., Iatco I., (2013) *Compliance with labeling legislation of the Republic of Moldova in the field of confectionery products*, Acta Universitatis Cibiniensis Series E: FOOD TECHNOLOGY DOI: 10.2478/aucft-2013-0013, Vol. XVII (2013), no.2, P. 61–67.
  7. Stefanova Y., Stefanov S., Antova, G., (2014), *Do young people understand the information on Food Labeling?*, Journal of EcoAgriToursim Proceeding of BIOATLAS 2014 Conference Vol. 10, no.1/2014, P. 129–132.
  8. Szajkowska A., (2009) *From mutual recognition to mutual scientific opinion? Constitutional framework for risk analysis in EU food safety law*. Food Policy, 34(6), 529–538.

### **Acknowledgement**

The study was performed in an international mobility supported by FP7-PEOPLE-2012-IRSES, 318946 – NUTRILAB, NUTritional LABELing Study in Black Sea Region Countries project.